



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للتكنولوجيا والهندسة – عنابة

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE TECHNOLOGIE ET D'INGENIERIE – ANNABA

Département Génie Industriel

## MEMOIRE

En vue d'obtention du diplôme de MASTER

Domaine : Science et Technologie

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Management Industriel

Présenté par

KHAOULA BOUNEB

YACINE BOUGAILA

# APPLICATION DE L'ANALYSE DES PANNES ET DE LA RESOLUTION DE PROBLEMES AU SEIN DE L'ENTREPRISE HAYAT : ÉTUDE DE CAS DES LAMES DP300

Encadré par

Dr. Mohamed DJEMANA

ENSTI Annaba

Membres du jury :

|                         |           |              |
|-------------------------|-----------|--------------|
| Pr. Messaoud DJEGHABA   | Président | ENSTI-Annaba |
| Dr. Abdallah BOUZITOUNA | Examineur | ENSTI-Annaba |
| Dr. Tarek KEBABSA       | Examineur | ENSTI-Annaba |

Année 2025

# Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu, qui nous a donné la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

Nous exprimons ensuite notre profonde gratitude à Dr DJEMANA Mohamed, notre encadrant universitaire, pour son accompagnement, ses conseils avisés, sa disponibilité et son soutien tout au long de ce projet. Son expertise et ses orientations ont été déterminantes dans l'élaboration de ce mémoire.

Nous tenons également à remercier l'ensemble du personnel technique et administratif de l'entreprise HAYAT DHC Algérie, pour leur accueil chaleureux, leur encadrement sur le terrain, ainsi que les moyens mis à notre disposition pour la réalisation de notre étude dans un cadre professionnel.

Nos remerciements vont aussi à tous nos enseignants de l'ENSTI Annaba, pour la qualité de leur enseignement et leur disponibilité durant notre parcours académique.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à nos familles et amis pour leur soutien moral, leur patience et leurs encouragements constants. ainsi qu'à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce travail durant cette période de travail intense.

# Dédicaces

Louange à Dieu, qui ne permet l'accomplissement d'un effort ou la concrétisation d'un projet qu'avec Sa grâce. C'est par Sa volonté que nous avons pu franchir cette étape importante de notre parcours académique, malgré les difficultés et les obstacles.

Nous dédions ce travail modeste à :

- ← Nos parents bien-aimés, pour leur amour, leurs sacrifices, leurs prières silencieuses et leur soutien inconditionnel. Vous êtes notre source de motivation et de force.
- ← Nos enseignants à l'ENSTI, pour leur accompagnement précieux, leur engagement et leur dévouement à transmettre le savoir avec passion et rigueur.
- ← Tous ceux qui nous ont soutenus, de près ou de loin, par un geste, un conseil, ou une parole bienveillante durant ce projet.

Puisse ce travail être un juste retour pour tous ceux qui ont cru en nous.

# الملخص

في سياق صناعي يتسم بالمنافسة المتزايدة، تُعد موثوقية معدات الإنتاج عاملاً أساسياً لضمان استمرارية العمليات وجودة المنتجات. يتناول هذا البحث مشكلة متكررة تتمثل في التآكل السريع لشفرات القطع في آلة التعبئة العمودية داخل شركة حياة لمواد التنظيف الجزائر.

يهدف هذا العمل إلى تطبيق منهجية تحليل الأعطال لتحديد الأسباب الجذرية للمشكلة، باستخدام أدوات مثل الأسئلة الخمسة، و أيضاً من خلال أداة تحليل الأعطال، تم تطبيق أدوات تحليل الأسباب الجذرية مثل طريقة "5 لماذا" ومخطط "إيشيكاوا"، مما أتاح تحديد الأسباب الحقيقية للمشكلة واقتراح إجراءات تصحيحية مناسبة، تم اقتراح وتنفيذ إجراءات تصحيحية وتقييم نتائجها على مدى ثلاثة أشهر.

أظهرت النتائج تحسناً ملموساً، تمثل في انخفاض عدد الأعطال بنسبة 80%، وزيادة في الإنتاج بنسبة 35%، وانخفاض في نسبة المنتجات المرفوضة بنسبة 50%. يبرز هذا العمل أهمية التحليل السببي كأداة فعالة للتحسين المستمر في المجال الصناعي.

**الكلمات المفتاحية:** الصيانة، التحليل السببي، الأسئلة الخمسة، طريقة 5 لماذا، مخطط إيشيكاوا، تحليل الأعطال، الموثوقية.

## Résumé

Dans un environnement industriel de plus en plus compétitif, la fiabilité des équipements de production est essentielle pour garantir la continuité des opérations et la qualité des produits. Ce mémoire traite d'un problème récurrent d'usure prématurée des lames DP300 utilisées dans une machine de conditionnement verticale Machine de formage, remplissage et scellage vertical (en anglais : *Vertical Form-Fill-Seal – VFFS*) chez l'entreprise HAYAT DHC Algérie.

L'objectif est d'appliquer une démarche rigoureuse d'analyse des pannes afin d'identifier les causes profondes, à l'aide d'outils tels que le Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ? (QQOQCCP), les 5 Pourquoi et le diagramme d'Ishikawa. À travers l'outil Breakdown Analysis, des actions correctives ont été proposées, mises en œuvre et évaluées sur une période de trois mois.

Les résultats obtenus montrent une réduction significative des pannes (-80 %), une augmentation de la production (+35 %) et une baisse du taux de rebut (-50 %). Ce travail illustre l'importance de l'analyse causale pour l'amélioration continue dans un contexte industriel.

**Mots-clés :** Maintenance, Analyse causale, QQQQCCP, 5 Pourquoi, Ishikawa, Breakdown Analysis, Fiabilité.

# Abstract

In a highly competitive industrial context, the reliability of production equipment is a key factor for ensuring operational continuity and product quality. This thesis addresses the recurring issue of premature wear of the DP300 blades used in a vertical form-fill-seal (VFFS) machine at the company HAYAT DHC Algeria.

The aim is to apply a structured breakdown analysis approach to identify the root causes using tools such as Five W's, the 5 Whys, and the Ishikawa diagram. Through the use of the Breakdown Analysis Form, corrective actions were proposed, implemented, and assessed over a three-month period.

The results show a significant improvement: a reduction in breakdowns (−80%), an increase in production (+35%), and a decrease in the defect rate (−50%). This work highlights the importance of root cause analysis for continuous improvement in industrial maintenance.

**Keywords:** Maintenance, Root Cause Analysis, Five W's, 5 Whys, Ishikawa, Breakdown Analysis, Reliability.

# Liste des abréviations

AMDEC. : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité.

CIL. : Cleaning, Inspection, Lubrication.

KPI. : Key Performance Indicator.

OEM. : Original Equipment Manufacturer, : Original Equipment Manufacturer.

OPL. : One Point Lesson.

QQOQCCP. : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?.

RCA. : Root Cause Analysis.

TPM. : Total Productive Maintenance.

VFFS. : Vertical Form-Fill-Seal.

# Liste des tableaux

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TABLEAU 1 – RESULTATS DE L’ANALYSE QQOQCCP APPLIQUEE AU CAS DE L’USURE DES LAMES DP300</b> .....                                             | 30 |
| <b>TABLEAU 2 :LA METHODE DES 5 POURQUOI POUR L’USURE PREMATUREE DES LAMES DP300</b> . 31                                                        |    |
| <b>TABLEAU 3: REPARTITION DES CAUSES POTENTIELLES DE L’USURE PREMATUREE DES LAMES DP300 SELON LES CATEGORIES DU DIAGRAMME D’ISHIKAWA.</b> ..... | 32 |
| <b>TABLEAU 4: REPARTITION DES CAUSES POTENTIELLES DE L’USURE PREMATUREE DES LAMES DP300 SELON LES CATEGORIES DU DIAGRAMME D’ISHIKAWA.</b> ..... | 34 |
| <b>TABLEAU 5: ÉVOLUTION COMPARATIVE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE AVANT ET APRES APPLICATION DU BREAKDOWN ANALYSIS</b> .....                   | 36 |

# Liste des figures

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>FIGURE 1: SITUATION GEOGRAPHIQUE DE SARL HAYAT</b> .....                                                                   | 13 |
| <b>FIGURE 2: LES MARQUES DE SARL HAYAT ALGERIE[1]</b> .....                                                                   | 14 |
| <b>FIGURE 3: CONSTRUCTION DU DIAGRAMME D’ISHIKAWA</b> .....                                                                   | 19 |
| <b>FIGURE 4– SCHEMA DE PRINCIPE DE LA MACHINE VFFS (VERTICAL FORM-FILL-SEAL).</b> .....                                       | 21 |
| <b>FIGURE 5: ÉTAPE 5 – SCELLAGE ET DECOUPE</b> .....                                                                          | 22 |
| <b>FIGURE 6: LES BARRES DE SOUDAGE HORIZONTAL ET LA LAME DE DECOUPE DE LA DP300 LORS DE L’ETAPE DE SCELLAGE-DECOUPE</b> ..... | 23 |
| <b>FIGURE 7– LES CINQ ETAPES DU PROCESSUS D’ANALYSE DE CAUSES RACINES [7].</b> .....                                          | 24 |
| <b>FIGURE 8: BREAKDOWN ANALYSIS FORM</b> .....                                                                                | 27 |
| <b>FIGURE 9 : FICHE D’ANALYSE DE PANNE (BREAKDOWN ANALYSIS FORM) – DUREE DE VIE COURTE DES LAMES DP300</b> .....              | 33 |
| <b>FIGURE 10: COMPARAISON DES CONTRAINTES DE VON MISES SUR LA LAME DP300 AVANT ET APRES MODIFICATION</b> .....                | 35 |
| <b>FIGURE 11: COMPARAISON DES INDICATEURS DE PERFORMANCE AVANT / APRES BREAKDOWN ANALYSIS</b> .....                           | 37 |

# Sommaire

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Remerciements</i> .....                                                             | 2  |
| <i>Dédicaces</i> .....                                                                 | 3  |
| <i>المخلص</i> .....                                                                    | 4  |
| <i>Résumé</i> .....                                                                    | 4  |
| <i>Abstract</i> .....                                                                  | 5  |
| <i>Liste des abréviations</i> .....                                                    | 6  |
| <i>Liste des tableaux</i> .....                                                        | 6  |
| <i>Liste des figures</i> .....                                                         | 6  |
| <i>Sommaire</i> .....                                                                  | 7  |
| <i>Introduction générale</i> .....                                                     | 9  |
| <i>Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise, motivation et problématique</i><br>..... | 12 |
| I.1 Introduction : .....                                                               | 13 |
| I.2 Situation géographique : .....                                                     | 13 |
| I.3 Présentation de l'Entreprise HAYAT : .....                                         | 13 |
| I.4 Positionnement: .....                                                              | 14 |
| I.5 Production des détergents en poudres : .....                                       | 14 |
| I.6 Motivation: .....                                                                  | 15 |
| I.7 Problématique : .....                                                              | 15 |
| I.8 Objectifs: .....                                                                   | 15 |
| I.9 Conclusion: .....                                                                  | 15 |

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chapitre 2 : État de l’art et revue bibliographique .....</b>        | <b>16</b> |
| II.1 Introduction : .....                                               | 17        |
| II.2 QQQQCCP : .....                                                    | 17        |
| II.3 Jeff Bezos et l’analyse des causes racines : .....                 | 17        |
| II.4 Ishikawa : .....                                                   | 18        |
| II.5 Les défis de l’application de l’analyse causal : .....             | 19        |
| II.6 Conclusion : .....                                                 | 19        |
| <b>Chapitre 3 : Démarche d’analyse et outils appliqués .....</b>        | <b>20</b> |
| III.1 Introduction: .....                                               | 21        |
| III.2 Fonctionnement de la machine VFFS : .....                         | 21        |
| III.3 Problème détaillé de l’usure des lames DP300 : .....              | 22        |
| III.4 Mesures proposées pour résoudre le problème: .....                | 23        |
| III.4.1 L’analyse causale des pannes : .....                            | 23        |
| III.4.2 Les outils appliqués au cas étudiés : .....                     | 24        |
| III.4.3 l’outil Analyse Des Panne ( <i>Breakdown Analysis</i> ) : ..... | 26        |
| III.5 Conclusion : .....                                                | 28        |
| <b>Chapitre 4: Résultats et discussions.....</b>                        | <b>29</b> |
| IV.1 Introduction : .....                                               | 30        |
| IV.2 Analyse causale à l’aide du Breakdown Analysis: .....              | 30        |
| IV.2.1 Séquence des QQQQCCP : .....                                     | 30        |
| IV.2.2 Séquence des 5 Pourquoi : .....                                  | 31        |
| IV.2.3 Diagramme d’Ishikawa (Fishbone) : .....                          | 31        |
| IV.2.4 Actions correctives proposées : .....                            | 34        |
| IV.3 : Résultats post-application du Breakdown Analysis : .....         | 35        |
| IV.5 Conclusion : .....                                                 | 38        |
| <b>Conclusion générale et perspectives .....</b>                        | <b>39</b> |
| <b>Références bibliographiques .....</b>                                | <b>41</b> |

# **Introduction**

# **générale**

# Introduction générale :

Dans un contexte industriel caractérisé par une concurrence accrue et une exigence permanente de qualité, la performance des équipements de production constitue un facteur stratégique de compétitivité. En effet, les arrêts non planifiés, les défaillances techniques répétitives ou encore les problèmes de qualité peuvent fortement impacter la productivité et engendrer des coûts importants pour l'entreprise.

Face à ces enjeux, les démarches d'amélioration continue, notamment l'analyse causale des pannes, sont devenues incontournables. Cette approche vise à identifier les causes profondes des dysfonctionnements, afin de mettre en œuvre des actions correctives efficaces, durables et adaptées au contexte de production. Parmi les outils les plus utilisés dans ce domaine, on retrouve les outils QQQQCCP, les 5 Pourquoi et le diagramme d'Ishikawa, qui permettent de structurer la réflexion et de remonter à l'origine réelle des problèmes rencontrés.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre projet, réalisé au sein de l'entreprise HAYAT DHC Algérie, spécialisée dans la fabrication de détergents en liquide et en poudre. Lors de notre stage, un dysfonctionnement récurrent a été observé au niveau de la machine de conditionnement formage, de remplissage et de scellage vertical VFFS DP300, notamment une usure prématurée des lames de découpe, causant des arrêts fréquents, une baisse de productivité et une hausse du taux de rebut.

L'objectif de notre travail est donc d'appliquer une démarche rigoureuse d'analyse causale pour :

- ← Diagnostiquer les causes racines de l'usure rapide des lames,
- ← Proposer des actions correctives adaptées,
- ← Évaluer l'impact de ces mesures sur les performances de production.

La structure du mémoire est la suivante :

- ✚ Le premier chapitre Présente l'entreprise HAYAT DHC, son positionnement industriel ainsi que la problématique rencontrée.
- ✚ Le deuxième chapitre Fait l'état de l'art des méthodes d'analyse causale et présente les outils choisis pour notre étude.
- ✚ Le troisième chapitre Décrit la démarche expérimentale appliquée, les outils utilisés et les résultats obtenus lors de l'analyse.

## Introduction générale

- ✚ Le quatrième chapitre Analyse les résultats, évalue l'impact des actions mises en œuvre et discute des perspectives d'amélioration.

# **Chapitre 1 :**

## **Présentation de l'entreprise, motivation et problématique**

# I. Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise, motivation et problématique

## I.1 Introduction :

Ce chapitre a pour objectif de présenter en détail la société Sarl HAYAT DHC Algérie dans laquelle s'est déroulé notre stage, d'en décrire l'implantation, l'activité principale ainsi que les processus de production, avant d'aborder les motivations qui ont guidé notre travail et la problématique à résoudre.

## I.2 Situation géographique :

La Sarl HAYAT DHC Algérie se situe au niveau de la zone industriel de la wilaya de Blida, précisément sur la route national 29, Bouinan, Blida, Algérie. Un emplacement stratégique et avantageux pareil, l'entreprise bénéficie d'une connexion rapide aux réseaux de logistique étude distribution. [1]



*Figure 1: Situation géographique de Sarl HAYAT*

## I.3 Présentation de l'Entreprise HAYAT :

SARL HAYAT DHC Algérie filiale de Hayat Kimya, est présente sur le marché algérien depuis 2005 dans le secteur des produits d'entretien ménager avec ses marques BINGO et TEST, dans celui des couches bébé et des lingettes avec MOLFIX, BEBEM et GOODCARE, ainsi que dans les serviettes hygiéniques avec MOLPED et les mouchoirs humides PAPIA. Elle propose également du papier hygiénique PAPIA et FAMILIA, avec un chiffre d'affaires de 20 milliards de DZD en 2016, et emploie près 900 personnes. [1]

L'entreprise est structurée autour de deux unités de production, situées dans la zone d'activité de Bouinan-Blida, ainsi que d'une direction générale basée à Birkhadem (Alger) et d'un dépôt de stockage à Khemis Khechna. Elle dispose d'une structure organisationnelle optimisée, regroupant plusieurs départements (production, contrôle qualité, logistique, gestion commerciale, maintenance, ). [1]

## Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise, motivation et problématique

Parmi ses marques principales, on retrouve :

- ← Bingo et Test pour les produits d'entretien ménager,
- ← Molfix et Bebem pour les couches bébé et les lingettes,
- ← Molped pour les serviettes hygiéniques.[1]



*Figure 2: Les marques de Sarl HAYAT Algérie[1]*

### **I.4 Positionnement:**

En visant la qualité et la satisfaction de ses consommateurs, la Sarl Hayat a obtenu des parts de marchés importantes durant ses 20 années d'existence et a pu faire connaître ses produits à des millions d'algériens avec ses différentes marques ;

Catégorie Hygiène : Molfix est le produit leader avec 40% de part de marché, le concurrent le plus proche en détient 12%

Catégorie Detergent : La Sarl Hayat DHC Algérie est classée deuxième acteur du marché algérien sur le total des produits détergents à savoir la lessive, liquide vaisselle, multi-usages , eau de javel ... etc avec 20% de part de marché. [1]

### **I.5 Production des détergents en poudres :**

L'entreprise Hayat fabrique une large gamme de produits d'hygiène, de soin et d'entretien, parmi lesquels les détergents en poudre. La production de ces détergents en poudre se fait suivant plusieurs étapes, La préparation de la poudre débute dans l'unité dédiée à cet effet, où elle est élaborée selon un processus précis de poudre, lorsque la poudre est prête pour être conditionnées, . Une fois la poudre prête, elle est transférée vers la zone de conditionnement. Cette étape est assurée par trois lignes distinctes de machines de conditionnement, qui prennent en charge l'emballage en fonction du type de détergent à produire. C'est justement dans cette partie de la chaîne que notre étude de cas a été menée. Tous les types d'emballage sont préparés au sein de l'entreprise. [1]

## Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise, motivation et problématique

### **I.6 Motivation:**

Ce sujet nous a particulièrement intéressés car il nous permet de relier la théorie à la pratique. En analysant les pannes des lames DP300 chez Hayat, nous avons l'occasion de mieux comprendre comment les outils d'analyse causale peuvent être utilisés concrètement pour résoudre un problème technique. C'est aussi une manière pour nous de contribuer, à notre échelle, à l'amélioration du fonctionnement d'une machine importante pour l'entreprise..

### **I.7 Problématique :**

Dans le cadre de l'étude des lames DP300 utilisées sur la machine VFFS de l'entreprise Hayat, il est apparu un dysfonctionnement lié à leur usure et à leur cassure. Afin de comprendre ce phénomène et d'y apporter une solution efficace, nous cherchons à savoir comment appliquer l'analyse causale des pannes, ainsi que les outils de résolution de problèmes, pour identifier les causes profondes de ce défaut et proposer des actions correctives adaptées

### **I.8 Objectifs:**

L'objectif principal de ce travail est de contribuer à l'amélioration de la fiabilité de la machine de conditionnement VFFS DP300, en se basant sur une étude approfondie de l'usure prématurée des lames de découpe.

Les objectifs spécifiques poursuivis sont :

- ← Appliquer les outils d'analyse des causes et de résolution de problème dans un contexte réel au niveau de l'entreprise Hayat.
- ← Identifier les causes racines du problème des lames DP300 dans la machine VVS.
- ← Trouver des solutions afin de réduire l'apparition de ce problème.

### **I.9 Conclusion:**

Dans ce chapitre, on a présenté brièvement l'entreprise Hayat, son activité et ses différentes marques, en mettant l'accent sur la production des détergents en poudre, ainsi que notre motivation pour ce stage. On a aussi expliqué la problématique sur laquelle on va travailler, qui concerne l'étude des lames DP300 utilisées sur la machine VFFS. À la fin, nous avons précisé les objectifs qui nous ont poussés à travailler sur la problématique choisie.

# **Chapitre 2 :**

## **État de l'art et revue bibliographique**

## **II. Chapitre 2 : État de l’art et revue bibliographique**

### **II.1 Introduction :**

L’analyse causale est un outil essentiel dans la maintenance industrielle, permettant de déterminer les causes profondes des défaillances et ainsi optimiser les actions correctives et préventives. Des outils tels que le diagramme d’Ishikawa, la méthode des 5 Pourquoi et la méthode QQQQCCP sont utilisés pour identifier des causes possibles. Ce chapitre a pour objectif de faire un tour sur la revue bibliographique sur ces différents outils de l’analyse causale.

### **II.2 QQQQCCP :**

Afin de bien cadrer et formuler de manière structurée leur problématique liée à la gestion des équipements médicaux critiques, Khelif, Gharbi et Brahmi (2024) ont utilisé la méthode QQQQCCP au niveau de L’unité Qualité de l’Hôpital Abderrahmane Mami.[2] Le tableau QQQQCCP a ainsi servi de base pour identifier les personnes concernées (patients et personnel médical), le lieu et les moments où les difficultés apparaissent (notamment pendant la crise COVID-19), les modalités de mesure (via des outils de la Maintenance Productive Totale (en anglais : Total Productive Maintenance) – TPM tels que la chasse aux gaspillages, le Kaizen, le 5S et l’Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC), et les objectifs de la résolution (améliorer la fiabilité et la disponibilité des équipements). [2] Cette approche démontre l’efficacité de la méthode QQQQCCP comme outil de diagnostic initial dans les démarches de résolution de problème, notamment dans le domaine de la maintenance hospitalière où la réactivité et l’organisation sont cruciales. [2]

### **II.3 Jeff Bezos et l’analyse des causes racines :**

[L’auteur raconte qu’en 2004, alors qu’il travaillait chez Amazon.com, Jeff Bezos a fait quelque chose qui l’a marqué durablement. [3] Lors d’une visite dans un centre de distribution (Fulfillment Center), Jeff Bezos a été informé d’un incident de sécurité au cours duquel un employé s’était blessé au pouce. [3] Il s’est alors dirigé vers un tableau blanc et a commencé à appliquer la méthode des 5 Pourquoi.] [3]

## Chapitre 2 : État de l’art et revue bibliographique

← Pourquoi l’employé s’est-il blessé au pouce ?

Parce que son pouce a été coincé dans le convoyeur. [3]

← Pourquoi son pouce a-t-il été coincé dans le convoyeur ?

Parce qu’il courait après son sac, qui se trouvait sur un convoyeur en marche. [3]

← Pourquoi courait-il après son sac ?

Parce qu’il avait posé son sac sur le convoyeur, qui s’est mis en marche de manière inattendue. [3]

← Pourquoi son sac était-il sur le convoyeur ?

Parce qu’il utilisait le convoyeur comme une table. [3]

Et donc, la cause racine de la blessure au pouce de l’employé est tout simplement qu’il avait besoin d’une table. [3] Il n’y en avait pas à proximité, alors il a utilisé le convoyeur à la place. [3]

Pour éviter d’autres incidents similaires, Amazon.com doit :

- ✓ Fournir des tables aux emplacements appropriés,
- ✓ Mettre à jour la formation à la sécurité,
- ✓ Étudier la mise en œuvre de standards de maintenance préventive.[3]

### **II.4 Ishikawa :**

D’après plusieurs recherches, l’application de la méthode d’Ishikawa permet d’identifier les vraies sources des problèmes dans différents domaines industriels. HAY, B., FILTZ, J. R., HAMEURY, J., et RONGIONE, L, l’ont utilisée en 2008 pour déterminer les sources de l’incertitude de mesure de la diffusivité thermique. [4] L’application de la méthode d’Ishikawa permet, à partir d’une très bonne connaissance du processus de mesure, de cataloguer et par la suite de quantifier toutes les composantes d’incertitudes à prendre en compte. [4] Ils ont organisé les sources d’incertitude en cinq catégories : ressources, technique, matériau, environnement et manpower. [4] Cette méthode leur a donné la possibilité d’évaluer avec précision les apports de chaque source à l’incertitude totale. [4]

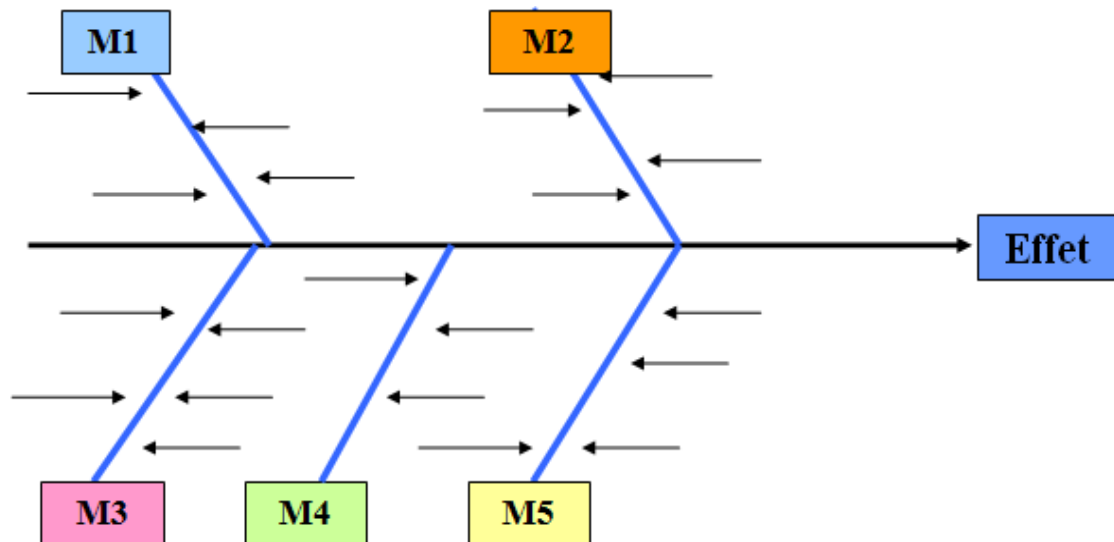


Figure 3: Construction du diagramme d'Ishikawa

### II.5 Les défis de l'application de l'analyse causal :

Dans une publication de revue de 2022, Ito et al repèrent 14 obstacles et 17 facilitateurs associés aux diverses étapes de l'analyse des causes profondes. [5] Les défis comprennent la nécessité de compétences spécialisées, les préjugés des employés, l'insuffisance de la qualité des données et l'absence d'intégration des données. [5] Parmi les facilitateurs figurent des instruments de représentation graphique, des plateformes de collaboration, des lexiques spécialisés et des méthodes d'apprentissage automatique. [5]

D'après la thèse de Adriana Ito, intitulée *Root Cause Analysis for Resilient Production Systems through Industry 4.0*, les entreprises manufacturières sont confrontées aux plusieurs défis majeurs lors de l'analyse des causes profondes des perturbations de production. [6]

Elle souligne que ces analyses sont souvent non structurées, dépendant fortement de l'expertise individuelle, ce qui rend difficile l'intégration efficace des données pertinentes. [6] Enfin elle propose que les solutions technologiques pour l'analyse des causes profondes devraient être axées sur les données, faciles à utiliser, intégrer différentes sources de données, permettre une collaboration sécurisée et soutenir l'apprentissage des employés. [6]

### II.6 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons exploré les principaux outils utilisé lors de l'analyse causale, tels que le QQQQCP, les 5 Pourquoi et le diagramme d'Ishikawa, ainsi que leurs revues de littérature et actualité. Nous avons aussi étudié l'importance de cette analyse dans le domaine de la maintenance ainsi que ses défis et limites selon les dernières recherches. Ces outils constituent la base méthodologique de l'analyse qui sera développée dans les chapitres suivants. La littérature a été utile pour clarifier la méthodologie d'analyse causale et des méthodes structurées de résolution de problèmes que nous allons utiliser pour notre situation.

# **Chapitre 3 :**

## **Démarche d'analyse et outils appliqués**

## III. Chapitre 03 : Démarche d'analyse et outils appliqués

### III.1 Introduction:

Ce chapitre présente les principaux outils d'analyse des causes racines appelés en anglais (Root Cause Analysis – RCA) parmi lesquels : 'QQOQCCP' qui répond aux questions 'Qui?', 'Quoi?', 'Où?', 'Quand?', 'Comment?', 'Combien?', 'Pourquoi?' et est utilisée pour mieux cerner le problème, 'diagramme des causes et effets d'Ishikawa' qui permet de regrouper les causes selon leur origine, et finalement la 'méthode des 5 Pourquoi' qui permet de détecter les causes principales. Tous ces outils sont utiles pour analyser en profondeur les causes fondamentales du problème étudié. En les utilisant, cela permet de mieux organiser l'analyse et facilite le choix de bonnes solutions.

### III.2 Fonctionnement de la machine VFFS :

Une des étapes les plus importante dans la fabrication des détergents en poudre est l'étape de l'emballage des produits en poudre qui se fait à l'aide de la machine de formage, de remplissage et de scellage vertical (VFFS), dotée d'une grande capacité à automatiser efficacement la création de sachets.

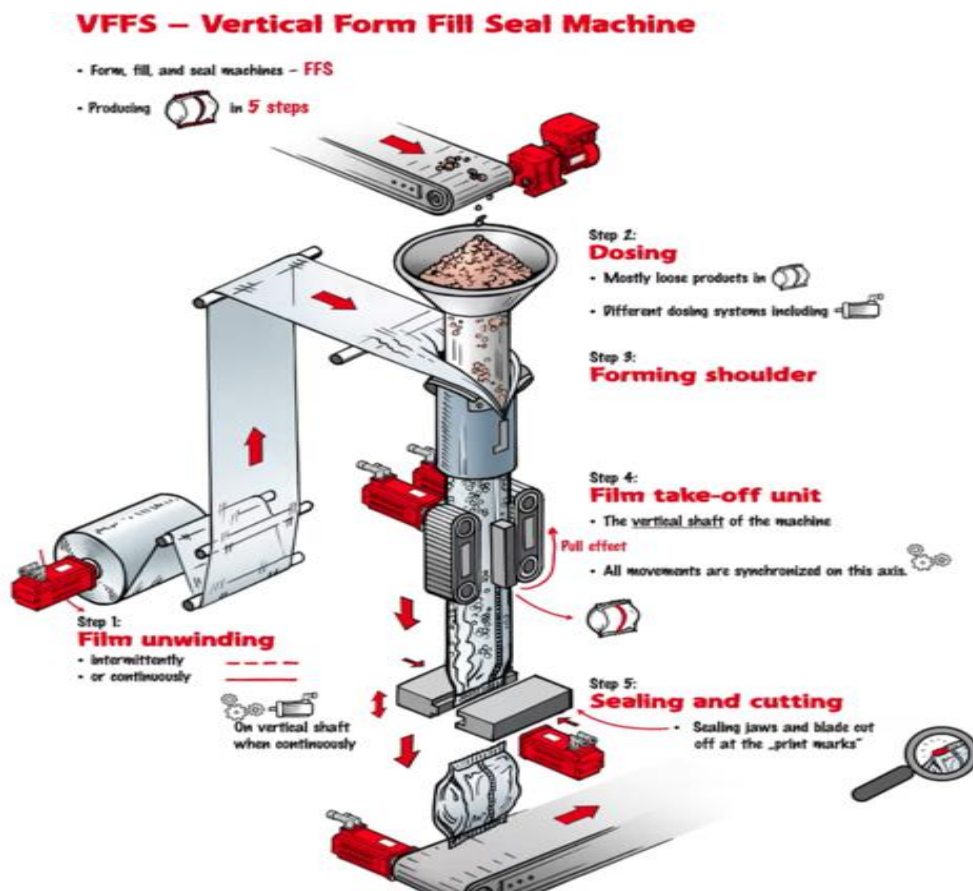


Figure 4– Schéma de principe de la machine VFFS (Vertical Form-Fill-Seal)

La machine fonctionne en plusieurs étapes :

1. Déroulement du film
2. Dosage
3. Mise en forme
4. Traction du film
5. Scellage et découpe

Notre travail se concentre sur la dernière étape du processus qui est le scellage et la découpe. Cette étape vient après l'introduction du produit dans le film, et s'effectue en deux étapes : le Scellage vertical pour fermer les bords latéraux du tube de film, ensuite le scellage horizontal pour former le haut et le bas de chaque sachet et obtenir le produit fini.

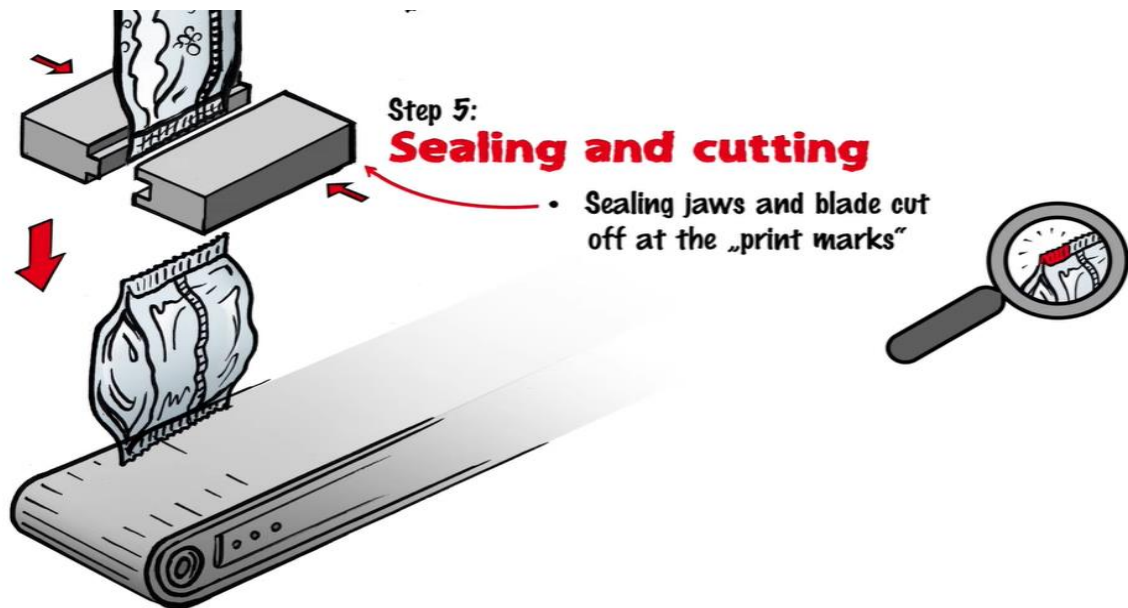


Figure 5: Étape 5 – Scellage et découpe

### III.3 Problème détaillé de l'usure des lames DP300 :

Le problème se trouve au niveau de la machine VFFS, qui sert à former, remplir et sceller les sachets et plus précisément pendant l'étape de soudure et de découpe du film. La lame DP300, responsable du scellage et de la découpe, se casse de manière répétée après une courte durée d'utilisation ce qui entraîne des arrêts fréquents de la machine, impactant négativement la production de la ligne de conditionnement des produits en poudre.

Avant l'application de l'outil Breakdown Analysis, les indicateurs de performance indiquaient une moyenne de 5 pannes par mois au niveau du système de soudage horizontal. Cela a abouti à une production mensuelle moyenne de 4 682 316 pièces et à un taux de rebut de 1,20 %. Le coût lié au changement des lames, estimé à 10 000 DA par lame, atteignait donc près de 47 000 DA chaque mois.

## Chapitre 3 : Démarche d'analyse et outils appliqués

Cette situation a une influence directe sur :

- ← La disponibilité des machines
- ← Les coûts de maintenance
- ← La qualité du produit



*Figure 6: les barres de soudage horizontal et la lame de découpe de la DP300 lors de l'étape de scellage-découpe*

### III.4 Mesures proposées pour résoudre le problème:

#### III.4.1 L'analyse causale des pannes :

##### III.4.1.1 Définition

Une cause racine est à l'origine d'une succession d'évènements qui mène à un état particulier, dans notre cas, un défaut. C'est la cause fondamentale d'un problème observé au travers de symptômes. Cette cause racine est mise en évidence grâce à des méthodes d'analyses de cause racine. Ces méthodes englobent les approches, les outils, les techniques de mise en évidence et de résolution de problèmes. L'idée de l'analyse des causes racines est de reconnaître que toute non-performance dans un système quelconque est issue d'un effet de causalité en chaîne que l'on peut remonter et résoudre pour pallier cette non-performance [1].

### III.4.1.2 Les étapes de l'analyse causale :

Le processus général pour conduire une analyse de causes racines (figure 3.4) comprend cinq étapes importantes :

- 1) L'identification du problème
- 2) La collecte d'information
- 3) L'identification de toutes les causes possibles
- 4) L'identification de la cause racine
- 5) La proposition et l'implantation de solutions.

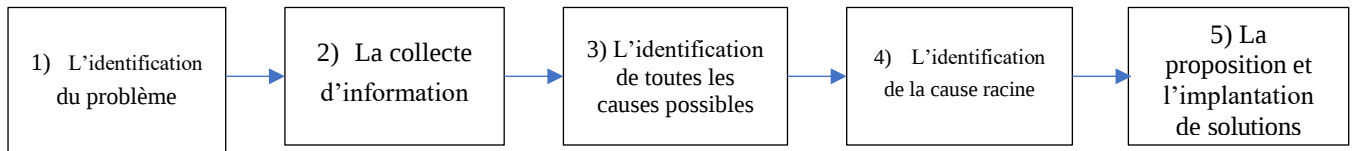


Figure 7– Les cinq étapes du processus d'analyse de causes racines [7]

Afin d'identifier les causes profondes du problème analysé, plusieurs outils d'analyse des causes racines ont été utilisés. Il s'agit du diagramme d'Ishikawa, de la méthode des 5 pourquoi et de la grille QQQQCCP. Ces outils permettent d'examiner le problème sous différents angles, de structurer la réflexion et de remonter aux origines réelles des dysfonctionnements observés

### III.4.2 Les outils appliqués au cas étudiés :

Afin d'identifier les causes profondes du problème analysé, plusieurs outils d'analyse des causes racines ont été utilisés. Il s'agit du diagramme d'Ishikawa, de la méthode des 5 pourquoi et de la grille QQQQCCP. Ces outils permettent d'examiner le problème sous différents angles, de structurer la réflexion et de remonter aux origines réelles des dysfonctionnements observés.

#### III.4.2.1 Le QQQQCCP :

Au cours de la phase de définition initiale, l'outil utilisé est le QQQQCCP. Le QQQQCCP est une démarche méthodique qui permet de guider le questionnement face à un problème. Il permet d'éviter de tirer des conclusions hâtives et de rassembler de manière exhaustive les informations disponibles. Il permet aussi d'identifier les informations indisponibles et donc les données à rechercher. Il est également un outil d'animation de travail en groupe [2]

## Chapitre 3 : Démarche d'analyse et outils appliqués

Les questions posées au cours du questionnement sont les suivantes :

Qui : elle vise à déterminer les responsables, les personnes concernées.

Quoi : elle porte sur l'outil, l'objet, le résultat.

Où : elle porte sur les informations géographiques.

Quand : elle porte sur les informations temporelles.

Comment : cette question s'intéresse aux procédures, aux moyens matériels, aux actes posés.

Combien : cette question porte sur la mesure

Pourquoi : cette question s'intéresse aux causes, aux facteurs déclenchants.

### III.4.2.2 La méthode des 5 Pourquoi

La méthode des 5 pourquoi permet de rechercher les causes profondes d'un problème tout en clarifiant les relations entre elles. Elle est facile à mettre en œuvre et ne requiert pas d'analyses statistiques. Elle fonctionne pour des problèmes qui impliquent des personnes, ou dont la source se trouve dans des interactions avec des personnes.

Elle consiste à se poser au moins cinq fois la question « pourquoi ? » face à un problème afin de trouver la cause racine. Avant de commencer à poser les questions « Pourquoi ? », il faut d'abord formuler de façon claire le problème à traiter. Une fois le problème formulé, on pose la question pourquoi pour trouver la première cause.

Une fois la première cause trouvée, on pose de nouveau la question pourquoi pour découvrir la raison de survenance de la première cause trouvée. On procède de la même manière jusqu'à découvrir la cause racine [8].

### III.4.2.3 La méthode d'Ishikawa

Egalement appelé diagramme en arête de poisson, ou diagramme de causes à effets, il a été inventé par le professeur Kaoru ISHIKAWA en 1943. Ce diagramme est un outil d'analyse qui permet de révéler les causes profondes d'un problème.

## Chapitre 3 : Démarche d'analyse et outils appliqués

Ishikawa a déterminé sept catégories principales de causes pour un problème. Il s'agit de :

- La matière
- Les machines
- Les méthodes
- La main d'œuvre ou le management
- Le milieu
- La mesure
- Les moyens financiers [9].

### III.4.2.4 Brainstorming

Elaborée dans les années 1940 par le publicitaire Alex Osborn, cet outil permet la prise de décision autour d'un consensus. « Selon lui, la qualité d'une idée ou d'une solution naît de la quantité des propositions d'un groupe ». Une session de brainstorming se déroule généralement en groupe d'une dizaine. Pendant la première phase, les différentes idées des participants sont collectées. [10]

### III.4.3 l'outil Analyse Des Panne (*Breakdown Analysis*) :

#### III.4.3.1 Définition de l'outil *Breakdown Analysis* :

L'entreprise SARL HAYAT propose une fiche appelée Breakdown Analysis, destinée à analyser les pannes récurrentes. Elle combine plusieurs méthodes d'analyse des causes racines comme les 5 Pourquoi, le diagramme d'Ishikawa et le QQQQCCP. Elle est généralement remplie par des ingénieurs après un brainstorming avec les techniciens responsables de la machine.

#### III.4.3.2 Structure de la fiche :

La fiche *breakdown analysis* contient plusieurs sections qui permettent de regrouper toutes les informations nécessaires pour trouver les causes des pannes répétitives. Voici les principales parties de cette fiche :

## Chapitre 3 : Démarche d'analyse et outils appliqués

- 1) **Définition du problème** : cette partie comprend des informations de base tels que le numéro de l'ordre de travail, la ligne du problème, les techniciens présents, ainsi qu'une image du problème ou une modélisation 3D ou SolidWorks, on y utilise aussi la méthode QQQQCP pour cadrer le problème et bien le définir.
- 2) **La méthode des 5 pourquoi** : après un brainstorming les ingénieurs appliquent cette méthode pour trouver la cause racine du problème.
- 3) **Le diagramme Ishikawa** : l'application de cette méthode se fait après la collecte des données du terrain par les ingénieurs afin de trouver les différentes causes possibles
- 4) **Actions recommandées** : après avoir identifié les différentes causes racines du problème, les ingénieurs proposent des solutions pour y remédier .

| HAYAT Breakdown Analysis Form                        |  | description de la panne : |                           | Date: |
|------------------------------------------------------|--|---------------------------|---------------------------|-------|
| Définition du problème                               |  |                           | La méthode des 5 Pourquoi |       |
| Numéro de l'ordre de travail                         |  |                           |                           |       |
| Ligne / Groupe fonctionnel / Sous-groupe fonctionnel |  |                           |                           |       |
| Techniciens présents                                 |  |                           |                           |       |
| Travaux réalisés                                     |  |                           |                           |       |
| Croquis                                              |  | QQQQCP                    |                           |       |
|                                                      |  | Quoi                      |                           |       |
|                                                      |  | Quand                     |                           |       |
|                                                      |  | Où                        |                           |       |
|                                                      |  | Comment                   |                           |       |
|                                                      |  | Combien                   |                           |       |
|                                                      |  | Qui                       |                           |       |
|                                                      |  |                           | diagramme d'Ishikawa      |       |
| Action                                               |  | Date limite               | Responsable               |       |
|                                                      |  |                           |                           |       |

Figure 8: Breakdown Analysis form [11]

### **III.4.3.3 Objectifs de l'outil :**

L'entreprise Sarl Hayat amis en place l'outil Breakdown Analysis afin de mieux comprendre les causes profondes des problèmes fréquents au sein de l'entreprise. Il ne se limite pas aux réparations de surface, mais cherche à identifier les causes profondes des pannes. Cet outil favorise le travail en groupe et la collaboration entre les ingénieurs et techniciens, afin de proposer des solutions pertinentes et empêcher la réapparition des mêmes pannes.

### **III.4.3.4 Application de l'outil :**

Dans ce travail, on a utilisé l'outil Breakdown Analysis pour étudier un vrai problème : la casse fréquentes des lames DP300 installée sur la machine de formage, remplissage et scellage vertical (VFFS). Cette méthode a permis de chercher les causes profondes de ce problème qui revient souvent, afin d'identifier la cause du problème et proposer des solutions qui fonctionnent.

### **III.5 Conclusion :**

Dans ce chapitre, les principaux outils utilisés pour analyser et comprendre le problème d'usure des lames de la machine VFFS DP300 ont été présentés. Ces méthodes ont permis de structurer la démarche de résolution de problèmes et de poser les bases nécessaires à l'identification des causes racines. Les résultats issus de l'application de cette analyse seront développés et discutés dans le chapitre suivant.

# **Chapitre 4:**

## **Résultats et discussions**

## IV. Chapitre 4 : Résultats et discussions

### IV.1 Introduction :

Dans le contexte industriel actuel, la performance des équipements de production constitue un levier essentiel pour garantir la compétitivité des entreprises. Toute défaillance ou arrêt non planifié peut engendrer des pertes importantes en matière de productivité et de qualité. Il devient donc primordial d'adopter des méthodes d'analyse rigoureuses permettant de détecter les causes des dysfonctionnements récurrents et d'y remédier efficacement.

Ce chapitre est dédié à l'étude des pannes rencontrées au niveau des lames DP300 utilisées pour le soudage horizontal dans la machine VFFS. Ces éléments critiques ont été à l'origine de multiples interruptions de production, affectant les performances globales du système.

### IV.2 Analyse causale à l'aide du Breakdown Analysis:

la fiche d'analyse de panne (Breakdown Analysis) complétée pour le cas de la durée de vie courte des lames de la machine VFFS DP300, accompagnée des explications sur la manière dont cet outil structuré a guidé le diagnostic et la définition des actions correctives.

#### IV.2.1 Séquence des QQQQCCP :

Dans le cadre de notre démarche d'analyse, une enquête terrain a été réalisée auprès des opérateurs, des contremaîtres et des techniciens afin de mieux comprendre les circonstances de l'usure prématurée des lames sur la machine VFFS DP300.

L'outil QQQQCCP a été utilisé pour cadrer précisément le problème à travers une série de questions ciblées, permettant de collecter de manière structurée les données nécessaires à l'analyse.

Les résultats obtenus figurent dans le tableau IV.1 suivant :

*Tableau 1 – Résultats de l'analyse QQQQCCP appliquée au cas de l'usure des lames DP300*

| Élément  | Détail                                                                   |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| Quoi?    | Usure prématurée des lames de découpe                                    |
| Qui?     | Opérateurs de ligne / Techniciens de maintenance                         |
| Où?      | Poste de soudage horizontal – machine VFFS DP300                         |
| Quand?   | Pendant le fonctionnement continu, notamment en phase de forte cadence   |
| Comment? | La lame entre en contact avec les mâchoires et s'encrasse avec la poudre |
| Combien? | Pannes répétitives – moyenne de 5 pannes/mois                            |

## Chapitre 4: Résultats et discussions

### IV.2.2 Séquence des 5 Pourquoi :

À la suite de l'enquête réalisée sur le terrain auprès des techniciens et des opérateurs de la ligne DP300, plusieurs éléments récurrents ont été identifiés concernant l'usure accélérée des lames de soudage. L'application de la méthode des 5 Pourquoi a permis de structurer l'analyse en remontant progressivement des symptômes observés vers la cause racine.

Le tableau IV.2 suivant synthétise les réponses obtenues :

*Tableau 2 : la méthode des 5 Pourquoi pour l'usure prématurée des lames DP300*

| Pourquoi | Question                                      | Réponse                                                                      |
|----------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Pourquoi les lames s'usent-elles rapidement ? | Fabrication locale non conforme au design original                           |
| 2        | Pourquoi collision avec les mâchoires ?       | Mauvais ajustement de la lame                                                |
| 3        | Pourquoi lame bloquée par la poudre ?         | Nettoyage non efficace                                                       |
| 4        | Pourquoi nettoyage non efficace ?             | Opérateurs manquent de formation et de procédures claires                    |
| 5        | Pourquoi absence de formation/procédures ?    | Pas de documentation standardisée ni programme structuré pour les opérateurs |

### IV.2.3 Diagramme d'Ishikawa (Fishbone) :

À la suite de l'enquête menée sur site et des échanges avec les opérateurs et responsables de maintenance, un travail d'analyse approfondie a été conduit à l'aide du diagramme d'Ishikawa. Cet outil a permis de catégoriser et de visualiser l'ensemble des causes susceptibles de contribuer à l'usure prématurée des lames dans la machine VFFS DP300.

Les causes identifiées ont été regroupées selon les six grandes familles classiques de l'Ishikawa (Main d'œuvre, Machines, Matériau, Méthode, Milieu, Mesure). Le tableau IV.3 suivant récapitule ces éléments :

## Chapitre 4 : Résultats et discussions

**Tableau 3:** Répartition des causes potentielles de l'usure prématurée des lames DP300 selon les catégories du diagramme d'Ishikawa.

| Catégorie           | Causes potentielles                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Main-d'œuvre</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Ajustement incorrect des lames</li><li>- Nettoyage insuffisant</li><li>- Entretien régulier non réalisé</li></ul>                                                                                                            |
| <b>Machines</b>     | <ul style="list-style-type: none"><li>- Désalignement mécanique</li><li>- Conception inadaptée des lames</li><li>- Surchauffe due aux frottements</li></ul>                                                                                                          |
| <b>Matériau</b>     | <ul style="list-style-type: none"><li>- Lames non conformes au design Fabricant d'équipement d'origine (en anglais : Original Equipment Manufacturer – OEM)</li><li>- Qualité inférieure des lames locales</li><li>- Poudre abrasive bloquante</li></ul>             |
| <b>Méthode</b>      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Procédures de nettoyage/ajustement non standardisées</li><li>- Absence de checklist de maintenance</li></ul>                                                                                                                 |
| <b>Milieu</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>- Forte concentration de poussière</li><li>- Humidité élevée</li><li>- Température ambiante excessive</li></ul>                                                                                                                |
| <b>Mesure</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>- Pas d'Indicateur clé de performance (en anglais : Key Performance Indicator – KPI) d'usure des lames</li><li>- Instruments non calibrés</li><li>- Absence de suivi des temps de cycle et de maintenance préventive</li></ul> |

Après l'application successive des outils d'analyse tels que le QQQQCCP, les 5 Pourquoi et le diagramme d'Ishikawa, l'ensemble des informations recueillies a été structuré dans une fiche unique : la fiche de Breakdown Analysis.

Cette fiche regroupe tous les éléments diagnostiqués précédemment et constitue une synthèse claire du problème, des causes identifiées, ainsi que des actions correctives proposées. Elle permet ainsi de passer d'une phase d'analyse à une phase opérationnelle et concrète de résolution.

Chapitre 4: Résultats et discussions

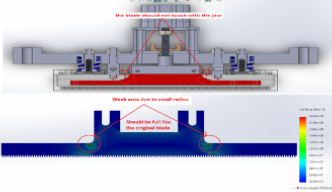
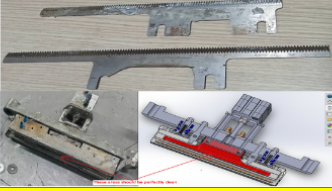
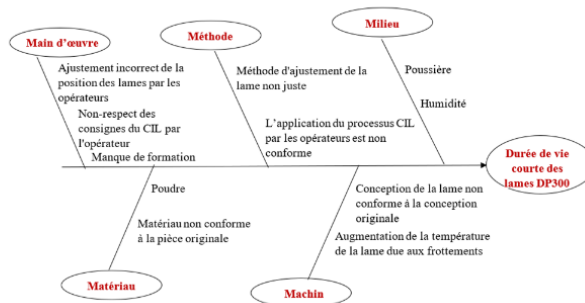
|                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                          |                                                                               |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  <b>Breakdown Analysis Form</b>                                                           |     | description de la panne :                |                                                                               | Durée de vie courte des lames DP300                                                   |                                                                     | Date: 09/03/2025                                                                                      |  |
| Définition du problème                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                          |                                                                               | La méthode des 5 Pourquoi                                                             |                                                                     |                                                                                                       |  |
| Numéro de l'ordre de travail                                                                                                                                                                                                                                |     | 12104724                                 |                                                                               | <b>phénomène</b> <b>Durée de vie courte des lames DP300</b>                           |                                                                     |                                                                                                       |  |
| Ligne / Groupe fonctionnel / Sous-groupe fonctionnel                                                                                                                                                                                                        |     | Détergent                                |                                                                               |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |
| Techniciens présents                                                                                                                                                                                                                                        |     | Contremaître mécanique / Contremaître de |                                                                               |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |
| Travaux réalisés                                                                                                                                                                                                                                            |     | Nettoyer/Ajuster/Remplacer               |                                                                               |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |
| Croquis                                                                                                                                                                                                                                                     |     | QQOQCCP                                  |                                                                               |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |
| <br><br> |     | Quoi                                     | Durée de vie courte des lames DP300                                           |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Quand                                    | Pendant le fonctionnement de la machine                                       | Pourquoi-1                                                                            | Les lames actuelles sont faibles                                    | La fabrication locale des lames n'est pas similaire à la lame originale                               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Où                                       | Mécanisme de soudage horizontal DP300                                         | Pourquoi-2                                                                            | La lame entre en collision avec les mâchoires de soudage            | Mauvais ajustement de la lame                                                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                          |                                                                               | Pourquoi-3                                                                            | La lame est bloquée par de la poudre à l'intérieur de la mâchoire   | Nettoyage non efficace                                                                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Comment                                  | La lame entre en contact avec les autres pièces et est bloquée par la poudre. | Pourquoi-4                                                                            | Le nettoyage est-il non efficace ?                                  | Les opérateurs manquent de formation ou de procédures claires pour nettoyer les mâchoires de soudage. |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Combien                                  | Répétitif                                                                     | Pourquoi-5                                                                            | Les opérateurs manquent-ils de formation ou de procédures claires ? | Absence de documentation standardisée ou de programme de formation structuré pour les opérateurs.     |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | Qui | Opérateurs / Techniciens                 |                                                                               |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                          |                                                                               | diagramme d'Ishikawa                                                                  |                                                                     |                                                                                                       |  |
| Action                                                                                                                                                                                                                                                      |     | Date limite                              | Responsable                                                                   |  |                                                                     |                                                                                                       |  |
| 1-Commander de nouvelles lames similaires au design original                                                                                                                                                                                                |     | 01/04/2025                               | Ingénieur mécanique                                                           |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |
| 2-Réaliser un OPL pour les opérateurs sur la façon de régler la plage d'ajustement de la lame                                                                                                                                                               |     | 01/04/2025                               | Contremaître de production                                                    |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |
| 3-Réaliser un OPL pour les opérateurs sur les zones critiques à cibler lors du nettoyage.                                                                                                                                                                   |     | 01/04/2025                               | Contremaître mécanique.                                                       |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |
| 4-Ajouter les mâchoires de soudage et le serre-lame au point CIL.                                                                                                                                                                                           |     | 01/04/2025                               | Contremaître de production                                                    |                                                                                       |                                                                     |                                                                                                       |  |

Figure 9 : Fiche d'analyse de panne (Breakdown Analysis Form) – Durée de vie courte des lames DP300

## Chapitre 4 : Résultats et discussions

### IV.2.4 Actions correctives proposées :

À l'issue de l'analyse causale complète menée à l'aide des outils QQQQCCP, des 5 Pourquoi et du diagramme d'Ishikawa, plusieurs leviers d'action ont été identifiés pour remédier aux problèmes d'usure prématurée des lames DP300. Ces actions ont été consignées dans la fiche Breakdown Analysis et validées par l'équipe technique.

Le tableau IV.4 suivant synthétise les principales actions correctives planifiées, leurs responsables ainsi que les échéances de mise en œuvre :

*Tableau 4: Répartition des causes potentielles de l'usure prématurée des lames DP300 selon les catégories du diagramme d'Ishikawa.*

| Action corrective                                                                                                                                               | Responsable                | Date limite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------|
| 1. Commander de nouvelles lames conformes au design OEM)                                                                                                        | Ingénieur mécanique        | 01/04/2025  |
| 2. Réaliser une Procédure opérationnelle en un point (en anglais : One Point Lesson – OPL) pour former les opérateurs à l'ajustement des lames                  | Contremaître de production | 01/04/2025  |
| 3. Élaborer un OPL ciblant les zones critiques à nettoyer autour des mâchoires                                                                                  | Contremaître mécanique     | 01/04/2025  |
| 4. Ajouter les mâchoires de soudage et le serrelage dans les points Nettoyage, Inspection, Lubrification (en anglais : Cleaning, Inspection, Lubrication – CIL) | Ingénieur production       | 01/04/2025  |

## Chapitre 4: Résultats et discussions

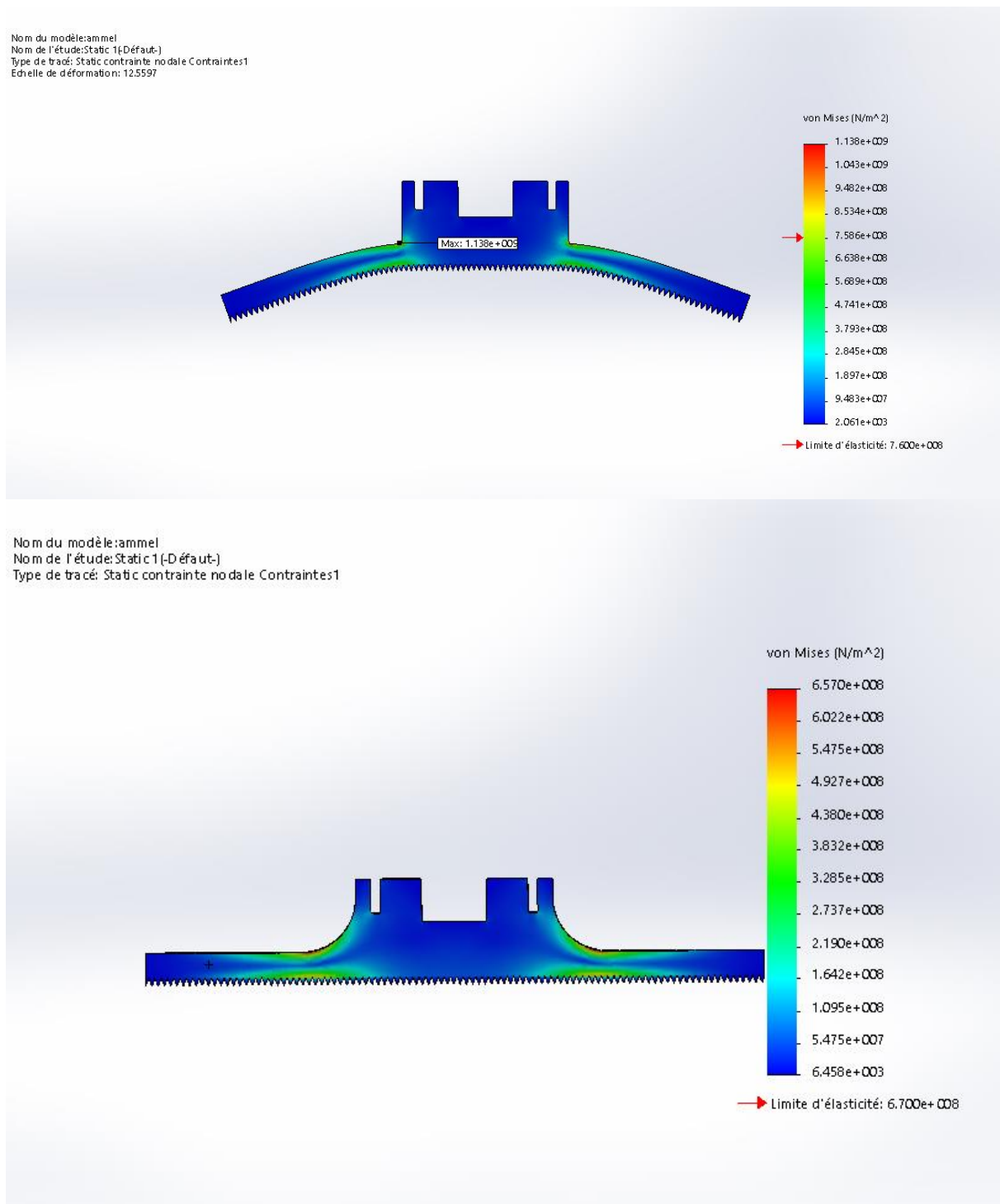


Figure 10: Comparaison des contraintes de Von Mises sur la lame DP300 avant et après modification

### IV.3 : Résultats post-application du Breakdown Analysis :

Après avoir appliqué de manière structurée l'analyse Breakdown sur le problème identifié, des actions correctives ont été mises en œuvre (ajustement, formation, documentation, remplacement des composants non conformes).

## Chapitre 4 : Résultats et discussions

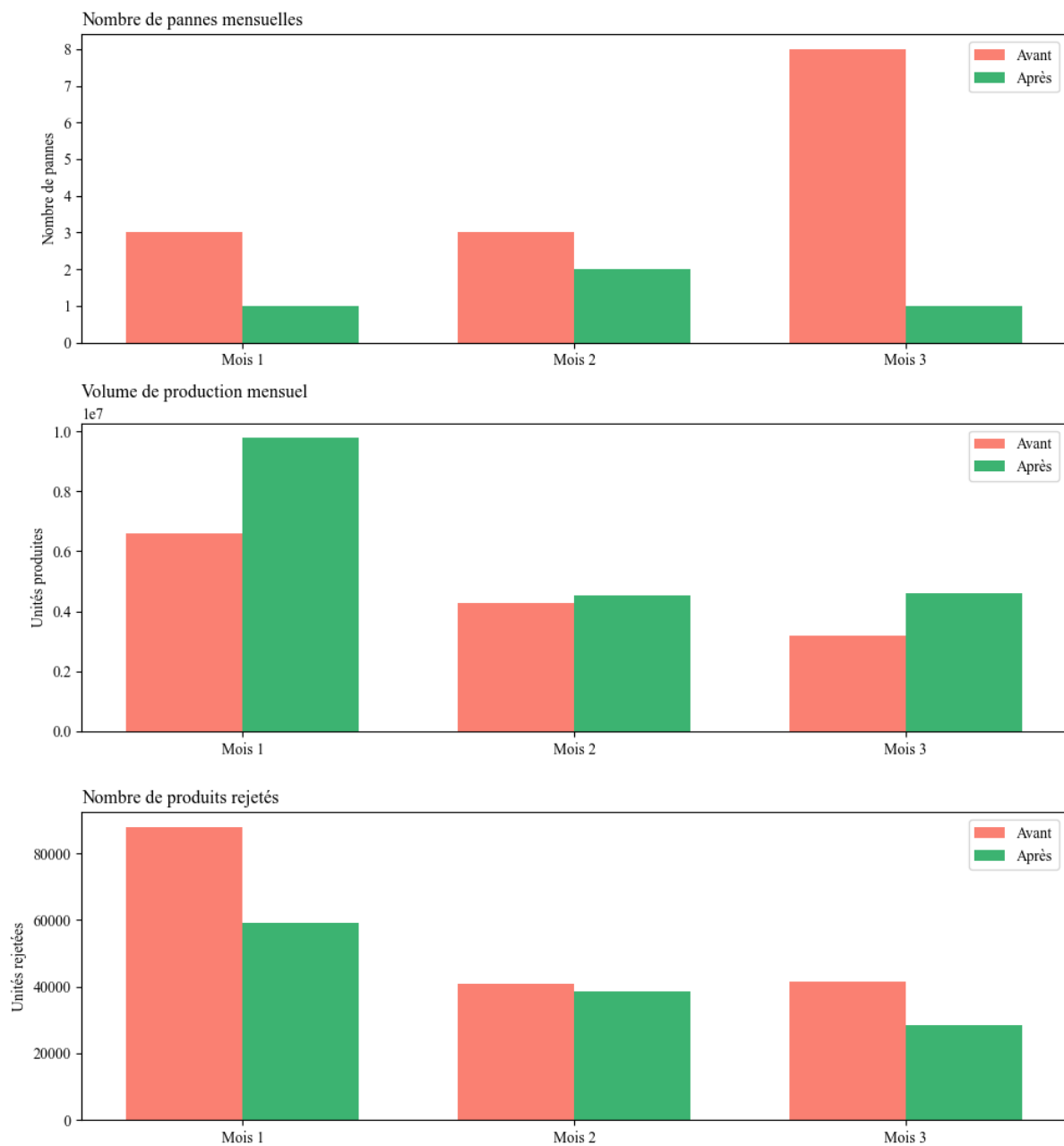
L'impact de ces mesures a été suivi sur une période de trois mois afin d'évaluer leur efficacité à travers plusieurs indicateurs clés de performance.

Le tableau suivant reflète les résultats obtenus :

*Tableau 5: Évolution comparative des indicateurs de performance avant et après application du Breakdown Analysis*

| <b>Indicateur</b> \ <b>Période</b>    | <b>Avant</b>  |               |               |                | <b>Après</b>  |               |               |                | <b>Variation</b> |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|------------------|
|                                       | <b>Mois 1</b> | <b>Mois 2</b> | <b>Mois 3</b> | <b>Moyenne</b> | <b>Mois 1</b> | <b>Mois 2</b> | <b>Mois 3</b> | <b>Moyenne</b> |                  |
| <b>Nombre de pannes (pannes/mois)</b> | 3             | 3             | 8             | 5              | 1             | 2             | 1             | 1              | − 80 %           |
| <b>Production (unités/mois)</b>       | 6 584 364     | 4 288 896     | 3 173 688     | 4 682 316      | 9 781 680     | 4 541 100     | 4 617 900     | 6 313 560      | + 35 %           |
| <b>Nombre de produits rejetés</b>     | 88 000        | 40 869        | 41 561        | 56 810         | 59 259        | 38 600        | 28 560        | 42 140         | − 50 %           |

## Chapitre 4: Résultats et discussions



*Figure 11: Comparaison des indicateurs de performance Avant / Après Breakdown Analysis*

Les résultats comparatifs montrent clairement l'impact positif de l'application du Breakdown Analysis sur le système de soudage de la machine VFFS DP300.

Le nombre de pannes a diminué de 5 à 1 panne par mois en moyenne, soit une réduction de 80 %, traduisant une amélioration significative de la fiabilité.

En parallèle, la production mensuelle a augmenté de plus de 35 %, signe d'une meilleure disponibilité de la machine.

## Chapitre 4 : Résultats et discussions

Enfin, le taux de produits rejetés a baissé de 1,21 % à 0,60 %, ce qui témoigne d'un gain de qualité lié à la stabilité du processus de soudage.

### IV.5 Conclusion :

L'analyse approfondie des défaillances des lames DP300 a permis d'identifier les causes racines des pannes récurrentes affectant le processus de soudage horizontal. En appliquant la méthode du Breakdown Analysis, combinée aux outils des 5 Pourquoi et du diagramme d'Ishikawa, des actions correctives ciblées ont été mises en place.

Les résultats obtenus après l'implémentation de ces mesures sont significatifs :

- ← Réduction du nombre moyen de pannes mensuelles de 5 à 1, soit une diminution de 80 %.
- ← Augmentation de la production mensuelle moyenne de 4 682 316 à 6 313 560 unités, représentant une hausse de 35 %.
- ← Diminution du taux moyen de rebut de 1,21 % à 0,60 %, équivalant à une réduction de 50 %.

Ces améliorations démontrent l'efficacité des actions entreprises et soulignent l'importance d'une approche méthodique dans la résolution des problèmes industriels. Elles mettent également en évidence la nécessité d'une formation adéquate des opérateurs et d'une documentation standardisée pour assurer la pérennité des résultats obtenus.

Pour maintenir et renforcer ces gains, il est recommandé de :

- Poursuivre la formation continue du personnel sur les procédures de maintenance et de nettoyage.
- Mettre en place un suivi régulier des indicateurs de performance liés aux lames DP300.
- Évaluer périodiquement l'efficacité des actions correctives et les ajuster en fonction des retours d'expérience.

# **Conclusion générale** **et perspectives**

## Conclusion générale et perspectives :

Ce travail s'est inscrit dans une démarche de diagnostic et d'amélioration continue appliquée au sein de l'entreprise HAYAT DHC Algérie, plus précisément sur la ligne de conditionnement des détergents en poudre. L'étude a porté sur un problème technique récurrent : l'usure prématurée des lames DP300 de la machine VFFS, entraînant des arrêts fréquents de production, une baisse de productivité et une augmentation du taux de rebut.

À travers l'application structurée de la méthode Breakdown Analysis, combinée aux outils QQQCCP, des 5 Pourquoi et du diagramme d'Ishikawa, nous avons pu identifier avec précision les causes racines du dysfonctionnement. Cela nous a permis de proposer et de mettre en œuvre des actions correctives ciblées (remplacement des lames, formation des opérateurs, mise en place de procédures de nettoyage et de réglage).

Les résultats observés après l'implémentation des solutions ont démontré l'efficacité de la démarche adoptée :

- ← Réduction significative du nombre de pannes (de 5 à 1 par mois),
- ← Amélioration du volume de production (+35 %),
- ← Diminution du taux de rebut (-50 %).

Perspectives :

Pour assurer la pérennité de ces résultats et renforcer encore la fiabilité du processus, il serait judicieux de :

- ✓ Généraliser l'usage de l'analyse causale à d'autres équipements critiques,
- ✓ Mettre en place un suivi régulier des indicateurs de performance liés à la maintenance,
- ✓ Intégrer davantage les opérateurs dans les démarches d'amélioration continue,
- ✓ Évaluer à long terme l'impact des actions correctives sur les coûts de maintenance et la qualité des produits.

Ce projet a permis de lier la théorie à la pratique et de mettre en œuvre concrètement des outils de résolution de problèmes industriels. Il ouvre également la voie à de futures investigations sur l'optimisation des stratégies de maintenance préventive dans un environnement industriel.

# Références bibliographiques

- [1] Site officiel de HAYAT Holding - Algérie, consulté le 4 juin 2025. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.hayat.com/fr-dz/>.
- [2] KHLIF, H., GHARBI, H., & BRAHMI, A. (2024). *Application de la Maintenance Productive Totale dans un service de réanimation*. Healthcare Systems Day 2024, p. 13.
- [3] Olivier Serrat, *The Five Whys Technique*, Knowledge Solutions, Asian Development Bank, février 2009. Consulté le 4 juin 2025. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27641/five-whys-technique.pdf>.
- [4] HAY, B., FILTZ, J. R., HAMEURY, J., & RONGIONE, L. (2008). *Estimation de l'incertitude de mesure de la diffusivité thermique par méthode flash – Application à cinq matériaux homogènes*. Rapport scientifique, Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE), France.
- [5] ITO, A., HAGSTRÖM, M., BOKRANTZ, J., SKOOGH, A., NAWCKI, M., GANDHI, K., et BÄRRING, M. (2022). *Improved root cause analysis supporting resilient production systems*. Journal of Manufacturing Systems, 64, pp. 468–478.
- [6] ITO, A. (2023). *Root cause analysis for resilient production systems*. Thèse de doctorat, Chalmers Tekniska Högskola (Suède).
- [7] ANDERSEN, B., & FAGERHAUG, T. (2006). *Root cause analysis: Simplified tools and techniques*. Milwaukee, WI : Quality Press.
- [8] CRÉPIN, D., PERNIN, F., & ROBIN, R. (2014). *Résolution de problèmes : Méthodes, outils, retours d'expérience*. Paris : Éditions Eyrolles.
- [9] GOETSCH, D. L., & DAVIS, S. B. (1997). *Introduction to total quality*. New Jersey : Prentice Hall.
- [10] DUMONT, F. *Méthode de résolution de problèmes chez un équipementier automobile : La mise en place de la méthode QRQC*. Mémoire de Master Qualité et Performance dans les Organisations, Sorbonne Universités – UTC, 2017–2018. Consulté le 4 juin 2025. [En ligne]. Disponible sur : [www.utc.fr/master-qualite](http://www.utc.fr/master-qualite) → "Travaux" → "Qualité-Management", réf. n°438.
- [11] *l'usine Hayat DHC Algérie*.