

*Faculté des Sciences et Techniques de Fès*



*Département de Génie Industriel*



*LST de Génie Industriel*

## **Projet de Fin d'Etudes**

Analyse des problèmes critiques et  
propositions des améliorations au sein  
de la zone de coupe

**Lieu : Yazaki Morocco Meknès**

**Référence : 01/17GI**

**Préparé par :**

-Salim Ghita

- Idrissi Kaitouni Omar

**Soutenu le .7. Juin 2017 devant le jury composé de :**

- Pr .Gadi Fouad (Encadrant FST)
- Pr. Mohammed el Hammoumi (Examineur)
- Pr. Kaghat Fahd (Examineur)
- Mr. Aaziz Rachid (Encadrant Société)
- Mr. Lafdil soufian (Encadrant Société)

# Dédicace

Aux êtres les plus chers au monde, « À nos **Parents** » :

Vous êtes nos professeurs de toujours et le joyau de notre vie. Aucune Expression ne pourra égaler notre gratitude envers vos sacrifices, votre amour, Affection, dévouement et générosité. À nos côtés depuis notre naissance, vous

N'avez guère cessé de donner ce que vous aviez de meilleur

Après avoir semé votre plante, la voilà qui s'ouvre à vous, en vous disant

Merci nos très chers parents.

Que Dieu le Tout Puissant vous préserve et vous procure santé et longue vie.

À nos chères Sœurs et frères

On vous dédie ce travail en témoignage de notre amour et nos grands Sentiments envers vous. Vos affections et vos encouragements ont été toujours Pour nous les plus précieux. On prie Dieu de vous procurer santé, bonheur et

Longue vie afin que vous puissiez exhausser tous vos rêves.

À nos **Famille**

À nos meilleurs et chers **Amis**

On vous dédie ce travail en témoignage de notre profond amour et notre

Immense gratitude.

# Remerciements

« Louange à Dieu, le très miséricordieux, le tout clément »

On tient à remercier **M.BETTIOUI Rachid**, Directeur de YAZAKI Meknès, de nous avoir accueillies comme stagiaires au sein de son entreprise.

Nos vifs remerciements vont à **Mr Gadi Fouad** notre encadrant pédagogique, pour son encadrement efficace, sa disponibilité et son soutien.

Aussi, on remercie les honorables membres de jury qui ont accepté de juger notre travail.

Nos sincères remerciements à nos encadrants industriels **Mr AAZIZ Rachid**, ingénieur de process, et **Mr lafdil Soufian**, pour leurs soutiens, leurs précieux conseils ainsi que pour leur disponibilité malgré leurs occupations extrêmes.

On remercie infiniment les opérateurs pour leur aide et leur compréhension aussi bien lors du diagnostic que lors de la mise en œuvre des actions d'amélioration.

Finalement, on remercie toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation et au bon déroulement de ce projet.

# *Résumé*

Dans le but d'améliorer les performances des machines dans la zone de coupe, et afin d'améliorer la gestion interne de ses ressources, YAZAKI Morocco Meknès, à l'instar de beaucoup d'entreprise de câblage, œuvre perpétuellement pour la mise en place d'un système d'amélioration continue.

C'est dans cette optique que le présent projet de fin d'étude a été réalisé. Il s'agit d'améliorer les performances des différentes machines dans la zone de coupe.

Pour atteindre cet objectif principal, la première partie du travail a été consacrée à la planification et à l'analyse de l'état actuel de la production au sein de l'usine. Cette analyse a permis d'adopter une démarche d'amélioration en appliquant la méthode du PDCA.

Les solutions d'amélioration proposées ont apporté plusieurs changements en appliquant des nouveaux processus. L'implantation de ce projet permettra d'atteindre les objectifs fixés au début et de remporter des gains considérables pour l'entreprise.

# Introduction générale

L'industrie automobile est un secteur porteur au Maroc, qui bénéficie depuis toujours d'une attention particulière des sphères politiques et économiques. Aujourd'hui, et plus que jamais, les entreprises opérantes dans ce domaine se trouvent dans l'obligation d'améliorer leurs performance industrielle.

C'est dans cette quête, que YAZAKI Meknès veille à améliorer la qualité de son produit, sa performance et son système de production pour s'adapter à la demande de son client Renault et atteindre la cadence souhaitée.

Consciente de ses défis concurrentiels, Yazaki Meknès nous a proposés le Projet de Fin d'Etudes s'intitulant «l'analyse des problèmes critiques de la zone de coupe et l'amélioration » et ayant pour buts :

- Améliorer la productivité.
- Réduire le temps d'arrêt.
- Améliorer les défauts de non qualité.

Le présent rapport a été élaboré avec la méthodologie PDCA qui s'articule sur les quatre étapes suivantes :

**Phase plan** : préparer ; planifier

**Phase do** : Développer, réaliser, mettre en œuvre ;

**Phase check** : Contrôler, vérifier ;

**Phase Act** : Agir, ajuster, réagir ;

Ainsi, le présent rapport présente les études effectuées, les résultats atteints ainsi que les méthodes et les moyens utilisés. Pour ce faire, on a scindés notre travail en chapitres :

- Le premier chapitre dresse une présentation générale de YAZAKI Morocco Meknès en tant qu'organisme d'accueil où nous avons réalisé notre projet de fin d'études. Il donne, également, un aperçu sur le processus de production des câbles.
- Le second chapitre est une présentation du projet de fin d'études qui définit la problématique, le cahier de charges, le planning de travail ainsi que l'équipe du projet. Il présente également une revue de littérature des différentes méthodes et outils d'analyse utilisés, tels que PARETO, Q.Q.O.Q.C.P, ISHIKAWA...
- Le troisième chapitre va s'intituler sur la partie d'analyse afin de déterminer les problèmes les plus critiques de la zone ainsi que les causes qui les impacts.
- Le quatrième chapitre porte sur la partie d'amélioration et les gains qu'elle génère.

## Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduction général.....</b>                                   | <b>4</b>  |
| <b>Chapitre1 Présentation de l'organisme d'accueil.....</b>        | <b>10</b> |
| <b>I. Présentation de YAZAKI MOROCCO : .....</b>                   | <b>11</b> |
| 1) <b>Introduction :.....</b>                                      | <b>11</b> |
| 2) <b>Historique :.....</b>  | <b>11</b> |
| 3) <b>Domaine d'activité : .....</b>                               | <b>12</b> |
| 4) <b>Implantation mondiale et chiffre clés :.....</b>             | <b>12</b> |
| 5) <b>Implantation du groupe YAZAKI au Maroc :.....</b>            | <b>13</b> |
| 6) <b>Fiche signalétique : .....</b>                               | <b>13</b> |
| 7) <b>Les clients de YAZAKI : .....</b>                            | <b>13</b> |
| 8) <b>Conclusion :.....</b>  | <b>14</b> |
| <b>II. Présentation du groupe YAZAKI MEKNES : .....</b>            | <b>14</b> |
| 1) <b>Introduction : .....</b>                                     | <b>14</b> |
| 2) <b>Organigramme de YAZAKI Meknès : .....</b>                    | <b>15</b> |
| 3) <b>Les projets de YAZAKI Meknès : .....</b>                     | <b>15</b> |
| 4) <b>Les départements de YAZAKI Meknès : .....</b>                | <b>15</b> |
| 5) <b>Objectifs de YAZAKI Meknès : .....</b>                       | <b>16</b> |
| 6) <b>Mission YAZAKI : .....</b>                                   | <b>16</b> |
| 7) <b>Câblage automobile : .....</b>                               | <b>16</b> |
| 8) <b>Processus de production :.....</b>                           | <b>18</b> |
| <b>Chapitre2 Contexte général de projet .....</b>                  | <b>21</b> |
| <b>I. Présentation du projet : .....</b>                           | <b>22</b> |
| 1) <b>Contexte général du projet :.....</b>                        | <b>22</b> |
| 3) <b>Cahier de charge : .....</b>                                 | <b>23</b> |
| 4) <b>Risques liés au projet : .....</b>                           | <b>24</b> |
| 5) <b>Démarche du projet : .....</b>                               | <b>24</b> |
| <b>II. Les outils utilisés : .....</b>                             | <b>25</b> |
| 1) <b>Digramme de Gantt : .....</b>                                | <b>25</b> |
| 2) <b>Revue de littérature : .....</b>                             | <b>25</b> |
| <b>Chapitre3 Analyse de l'existant .....</b>                       | <b>27</b> |
| <b>I. Cartographier le processus : .....</b>                       | <b>28</b> |
| <b>II. Analyse du processus actuel : .....</b>                     | <b>29</b> |
| <b>III. Analyse du BI49 : .....</b>                                | <b>29</b> |
| 1) <b>Introduction :.....</b>                                      | <b>29</b> |
| 2) <b>Les types de CFA : .....</b>                                 | <b>30</b> |
| 3) <b>Les machines les plus critiques en termes de CFA : .....</b> | <b>31</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 4) <i>Les applicateurs les plus critiques au terme de CFA :</i> .....             | 32        |
| 5) <i>Les sections les plus critiques au terme de CFA :</i> .....                 | 32        |
| 6) <i>Relation entre les machines et les applicateurs critiques :</i> .....       | 33        |
| 7) <i>Relations entre les machines et les sections les plus critiques :</i> ..... | 34        |
| 8) <i>Diagramme d'Ishikawa :</i> .....  | 35        |
| 9) <i>Etude AMDEC des causes du CFA :</i> .....                                   | 37        |
| 10) <i>Plan d'action :</i> .....  | 38        |
| <b>IV. Analyse du Bad Wire :</b> .....  | <b>39</b> |
| 1) <i>Introduction :</i> .....  | 39        |
| 2) <i>Les machines les plus critiques en termes du Bad Wire :</i> .....           | 40        |
| 3) <i>Diagramme d'Ishikawa :</i> .....  | 41        |
| 1) <i>Etude AMDEC de différentes causes :</i> .....                               | 43        |
| 2) <i>Plan d'action :</i> .....   | 43        |
| <b>Chapitre4 Amélioration</b> .....   | <b>44</b> |
| <b>I. Améliorations du BI49 (CFA) :</b> .....                                     | <b>45</b> |
| 1) <i>Préventive des applicateurs :</i> .....                                     | 45        |
| 2) <i>Ajustement des paramètres de redressement :</i> .....                       | 45        |
| 3) <i>Calibrage des bras :</i> .....  | 47        |
| 5) <i>Diamètre des brins :</i> .....  | 49        |
| 6) <i>Conclusion</i> .....  | 50        |
| <b>II. Amélioration du Bad Wire :</b> .....                                       | <b>51</b> |
| 1) <i>côté qualité du produit finis :</i> .....                                   | 51        |
| 2) <i>côté minimisation de la criticité du problème :</i> .....                   | 51        |
| <b>Conclusion</b> .....   | <b>52</b> |

## Table des figures

|  |    |
|--|----|
| Figure 1: les fondateurs du groupe YAZAKI.....   | 11 |
| Figure 2: secteur d'activité du groupe Yazaki .....  | 12 |
| Figure 3: Implantation mondial du groupe Yazaki .....  | 12 |
| Figure 4: les différents clients de YAZAKI.....  | 13 |
| Figure 5: les différents projets de YAZAKI.....  | 15 |
| Figure 6 : Familles d'un faisceau d'automobile.....  | 17 |
| Figure 7 : Les différents composants d'un câble .....  | 17 |
| Figure 8 : processus de production.....  | 18 |
| Figure 9 : ligne d'assemblage .....  | 19 |
| Figure 10 : les tableaux (JIG) de la chaîne de montage .....   | 19 |
| Figure 11 : Risques et solutions liés au projet.....   | 24 |
| Figure 12 : Roue de Deming .....   | 25 |
| Figure 13: cartographie du processus.....  | 28 |
| Figure 14 : les différents problèmes de la zone de coupe .....   | 29 |
| Figure 15: Exemple du CFA fantôme .....  | 30 |
| Figure 16 : quantités de défauts en fonction des machines .....  | 31 |
| Figure 17 : quantités de défauts en fonction des machines ayant un rendement plus que 50% .....          | 31 |
| Figure 18: quantités de défauts en fonction des machines ayant un rendement moins que 50% .....          | 31 |
| Figure 19 : quantités de défauts en fonction des applicateurs .....                                      | 32 |
| Figure 20 : quantités de défauts en fonction de la section .....   | 32 |
| Figure 21 : la quantité de défauts de l'applicateur 71164999 en fonction de l'ensemble des machines..... | 33 |
| Figure 22 : la quantité de défauts de l'applicateur 71164415 en fonction de l'ensemble des machines..... | 33 |
| Figure 23 : la quantité de défauts de l'applicateur 71164999 en fonction de l'ensemble des machines..... | 34 |
| Figure 24 : quantité de défaut de la section la plus critique 0.35 en fonction des machines.....         | 34 |
| Figure 25 : quantité de défaut de la section la plus critique 0.5 en fonction des machines.....          | 34 |
| Figure 26 : quantité de défaut de la section la plus critique 0.35 en fonction des machines.....         | 35 |
| Figure 27 : diagramme d'Ishikawa du CFA.....   | 36 |
| Figure 28 : clarification du problème 1 .....  | 39 |
| Figure 29 : clarification du problème 2.....   | 39 |
| Figure 30: état réelle de la machine .....   | 39 |
| Figure 31 : nombre de messages en fonction des machines.....   | 40 |
| Figure 32 : nombre de minutes en fonction des machines .....   | 40 |
| Figure 33 : nombre de messages en fonction des machines.....   | 41 |
| Figure 34 : nombre de minutes en fonction des machines .....   | 41 |
| Figure 35 : diagramme d'Ishikawa du Bad Wire .....   | 42 |
| Figure 36 : nombre de CFA en fonction de nombre de pas .....   | 45 |
| Figure 37 : moyen de redressement du fil.....  | 45 |
| Figure 38 : état de blocage du fil.....  | 47 |
| Figure 39 : la résolution du blocage.....  | 48 |
| Figure 40 : feeding système 1 .....  | 48 |
| Figure 41 : feeding système 2 .....  | 49 |
| Figure 42 : courbe de CFA.....   | 49 |
| Figure 43 : test de micro-cut .....  | 50 |
| Figure 44 : lames de coupe des fils défectueux.....  | 51 |
| Figure 45 : la remplaçante du vé de centrage.....  | 51 |



## Table des Tableaux

|  |           |
|--|-----------|
| Tableau 1: fiche signalétique du groupe YAZAKI .....           | 13        |
| Tableau 2 : fiche signalétique du YAZAKI Meknès .....          | 14        |
| Tableau 3 : méthode QQQQCP .....                               | 22        |
| <i>Tableau 4:l'ensemble des causes critiques de CFA.....</i>   | <i>30</i> |
| <i>Tableau 5 : grille d'AMDEC du CFA .....</i>                 | <i>37</i> |
| <i>Tableau 6 : plan d'action du CFA .....</i>                  | <i>38</i> |
| <i>Tableau 7 : grille d'AMDEC du Bad Wire .....</i>            | <i>43</i> |
| Tableau 8 : les causes provoquent le mauvais redressement..... | 46        |
| Tableau 9 : matrice d'ajustement de redressement .....         | 47        |

## Liste des abréviations

**AMDEC** : Analyse des modes de défaillance, leurs effets leur criticité.

**BI49**: error CFA

**BW**: Bad Wire

**CFA**: Crimping Forces Analysis

**PDCA**: plan-do-check-act

**SCRAP** : les déchets qui sont coûteux pour l'entreprise représentés par les non-conformités des câbles, en général ils sont présentés par les défauts qualité.

**SIPOC**: Supplier- Input- Process- Output -Customer

**YMM** : Yazaki Morocco Meknès

## *Chapitre*

# *1*

### ***PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL***

Ce premier chapitre décrira l'environnement où le projet s'est déroulé. En commençant par une présentation générale du groupe YAZAKI, puis l'usine d'affectation « YAZAKI Meknès » et une description de son processus de production.

## **I. Présentation de YAZAKI MOROCCO :**

### **1) Introduction :**

Le groupe YAZAKI est une multinationale japonaise qui compte parmi les plus grands concepteurs et fabricants mondiaux des systèmes de câblages pour automobile. En tant que fondateur des systèmes de liaisons électriques modernes, YAZAKI ne cesse de dominer le marché en présentant des produits dotés d'une excellente fiabilité et des performances qui ne cesse pas de satisfaire les plus grands constructeurs de l'industrie automobile tel que Ford, Jaguar, Land Rover, Mercedes, Honda, Volvo, Toyota, Nissan, Isuzu, Seat, Renault, Fiat, Mazda et d'autres. Le groupe YAZAKI opère également dans d'autres secteurs, il fabrique plusieurs types de câbles notamment le transport d'électricité, les systèmes de sécurité de gaz, et les équipements Créé en 1929 par le père SADAMI YAZAKI, le groupe YAZAKI a fait ses débuts dans la vente du câblage automobile, pour s'orienter par la suite vers la production du câble lui-même. En octobre 1941, YAZAKI est devenue l'un des leaders dans le domaine du câblage, composants pour automobile avec un capital de 3.1915 MILLIARDS YEN. Actuellement YAZAKI est représentée dans 43 pays, elle compte à son actif plus que 153 sociétés et 444 unités réparties entre usines de production, centres de service au client, centre techniques et technologiques, et emploie plus de 250 600 employés dans le monde.



**M. YASUHIRO YAZAKI**  
Président conseil YAZAKI Corporation



**M. SHINJI YAZAKI**  
Président Directeur Général YAZAKI Corporation

*Figure 1: les fondateurs du groupe YAZAKI*

### **2) Historique :**

Le succès du groupe YAZAKI remonte à 1929 lorsque Sadami YAZAKI a commencé à vendre des faisceaux de câbles pour automobiles et en 1941, YAZAKI Electric Wire Industrial a été créée avec environ 70 employés. A cette époque, la construction automobile a été une branche prometteuse de l'industrie et ainsi, en 1949, Sadami YAZAKI pris une importante décision stratégique : se concentrer sur la production de faisceaux de câblage automobile. Ce fut une décision révolutionnaire, qui a abouti au leadership mondial d'aujourd'hui. Les compétences développées par YAZAKI dans le secteur automobile ont été utilisées pour établir divers types d'équipement pour l'industrie du gaz de ville, entre autres, également le premier système au monde d'absorption solaire de refroidissement, conçu et construit, en 1974. Depuis, l'entreprise

a développé et fourni un grand nombre de produits qui prennent en charge la fourniture et l'utilisation des différentes sources d'énergie, tels que les câbles de transport d'électricité, systèmes de sécurité de gaz, équipements de climatisation et les refroidisseurs à absorption. En conséquence, YAZAKI est devenue une société sûre et respectueuse de l'environnement. Ces produits sont maintenant intégrés dans l'environnement et les opérations de l'équipement énergétique.

### 3) Domaine d'activité :

Le groupe YAZAKI opère dans plusieurs secteurs, parmi lesquels on distingue les secteurs représentés dans la Figure 1 :

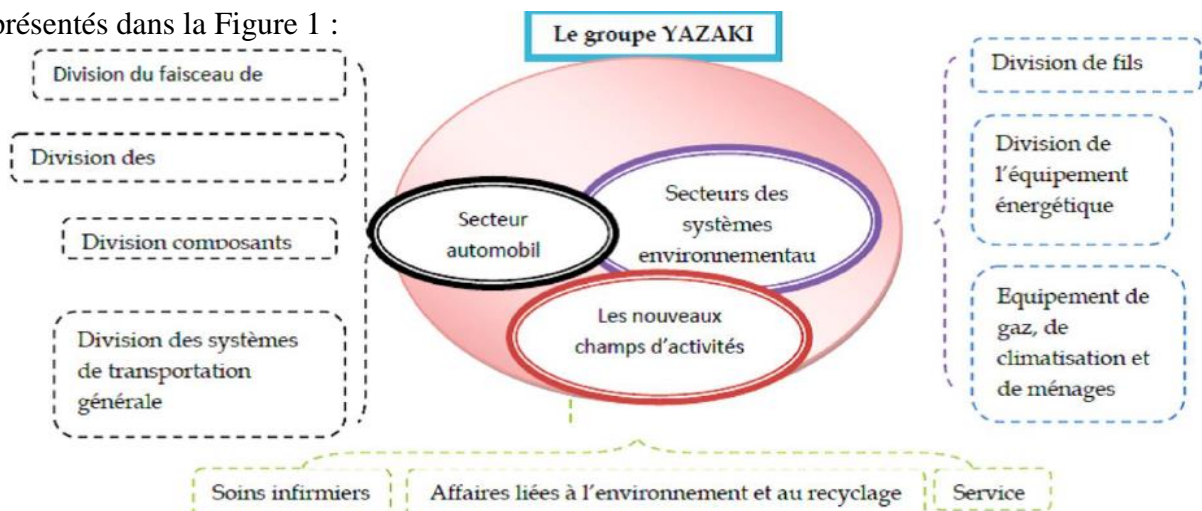


Figure 2: secteur d'activité du groupe Yazaki

### 4) Implantation mondiale et chiffre clés :

Au début de ce siècle, YAZAKI comptait sur les cinq continents dans 38 pays :

- 68 filiales ;
- 90 unités de Production ;
- 35 centres de Recherche & Développement.

Actuellement, l'effectif global de YAZAKI compte 180.000 employés à travers le monde et sa part du marché du câblage atteint les 35 %.

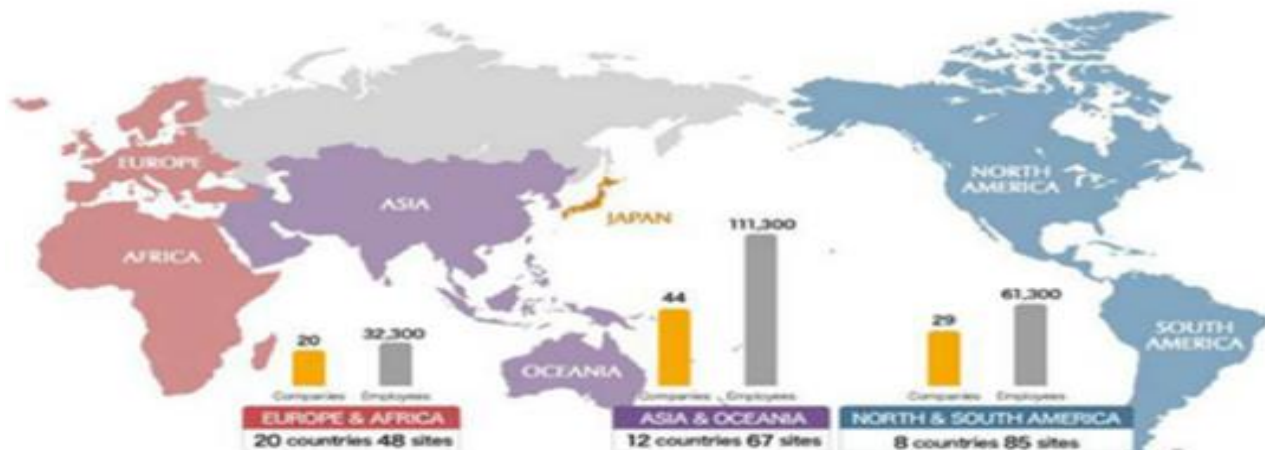


Figure 3: Implantation mondiale du groupe Yazaki

## 5) Implantation du groupe YAZAKI au Maroc :

En 2001, le Maroc a été le premier pays africain auquel Mr YAZAKI a fait honneur, par L'inauguration de son site opérationnel YMO pour la production du câblage automobile, en présence de SM le Roi MOHAMMED VI. Vu la performance de son personnel et des résultats réalisés depuis ses débuts, et sa certification par la maison mère et par plusieurs Organismes de renommée mondiale, YAZAKI Saltano de Portugal, Succursale du Maroc, a été transformée en mai 2003 en une entité indépendante appelée YAZAKI MORROCO S.A. Ensuite le groupe japonais s'est installé en trois ville marocaines pour la production des faisceaux électrique des voitures :

- Yazaki de Tanger (2001).
- Yazaki de Kenitra (2011).
- Yazaki de Meknès (2015).

## 6) Fiche signalétique :

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <i>Sociale</i>            | YAZAKI Morocco S.A   |
| <i>Investissement</i>     | 269 100 000 DHs  |
| <i>Capital</i>            | 93 600 000 DHs   |
| <i>Effectif</i>           | 2363 (F : 63.6% ; M : 36.4%)   |
| <i>Production surface</i> | 19,656 m <sup>2</sup>  |
| <i>Superficie</i>         | 49,484 m <sup>2</sup>  |
| <i>Activité</i>           | Câblage automobile   |
| <i>Fondation</i>          | Janvier. 2002 YSP-T (succursale d'YSP).May<br>2003 YMO (Entité indépendante) |

*Tableau 1: fiche signalétique du groupe YAZAKI*

## 7) Les clients de YAZAKI :

Sur le marché du câblage, YAZAKI figure parmi les leaders au niveau mondial. Grâce au niveau de qualité/prix qu'elle offre. Elle compte, parmi ses clients, des sociétés de réputation, telles que : MERCEDES, JAGUAR, LAND ROVER, PEUGEOT, NISSAN MOTORS, FIAT, TOYOTA, FORD, RENAULT



*Figure 4: les différents clients de YAZAKI*

## 8) Conclusion :

Dans cette partie, on a parlé de l'historique et les domaines d'activités du groupe YAZAKI, dont on a constaté qu'en plus du domaine d'automobile, YAZAKI est spécialisé dans d'autres domaines à savoir : le secteur d'environnement, d'énergie et médicale. On a vu également que ce groupe japonais dispose de plusieurs sites de production dans le monde entier, parmi lesquels le Maroc dispose de trois usines situées à Tanger, Kenitra et Meknès. Le chapitre suivant porte sur l'usine de Kenitra, sa structure et son processus de production.

## **II. Présentation du groupe YAZAKI MEKNES :**

### 1) Introduction :

Le groupe YAZAKI a installé un autre site de câblage automobile à MEKNES, l'équipementier automobile japonais investit plus de 10 millions d'euros dans une unité de fabrication de faisceaux de câbles à Meknès.

-Unité d'assemblage de faisceaux de câbles automobiles-

YAZAKI compte déjà deux importantes usines marocaines sur le même métier, l'une à Tanger sur la zone franche et l'autre à Kenitra qui a débuté son activité début 2012 pour servir notamment le land rover. C'est au Japon un important fournisseur de Toyota, Notamment le site de Meknès sera basé sur le modèle des deux usines précédentes qui tournent en 2 x 8h voire en 3x 8h selon la charge et sont affectées chacune à deux ou trois clients. Le tableau 2 est une fiche récapulative des informations importantes de la société.

## Slogans

**“One for all, and all for one”**

**“The Company needed by society”**

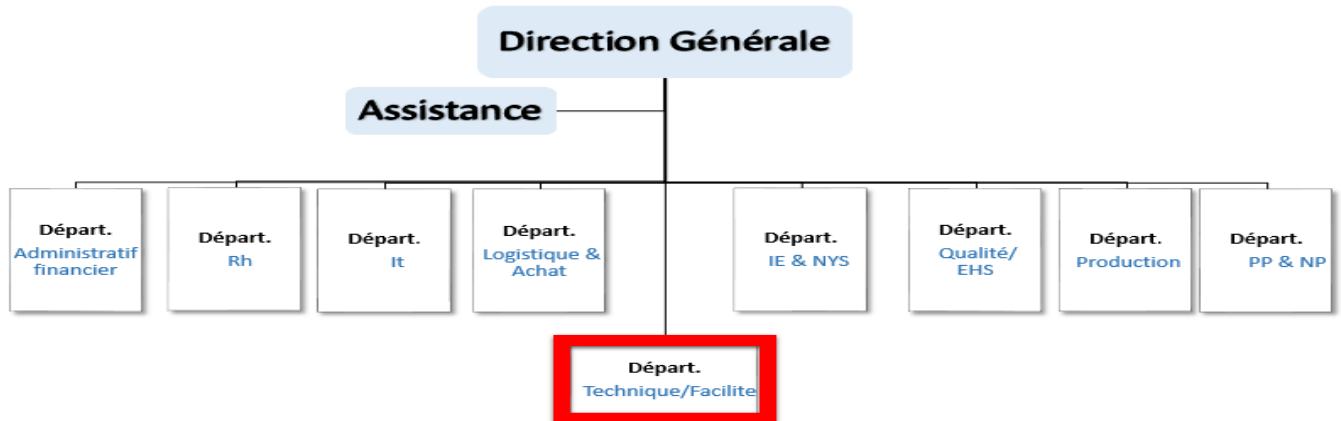


|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <i>Raison sociale</i>             | YAZAKI Meknès  |
| <i>Forme juridique</i>            | Société anonyme  |
| <i>Siège sociale</i>              | Douar AL Khoulk km 8, Route de Moulay Driss Villa Cherkaoui, MEKNES, |
| <i>Date de création</i>           | Mars 2013  |
| <i>N° d'affiliation à la CNSS</i> | 6555702  |
| <i>Site</i>                       | <a href="http://WWW.YAZAKI-EUROPE.COM">WWW.YAZAKI-EUROPE.COM</a>     |
| <i>Numéro de téléphone</i>        | 0535514817   |
| <i>Banques</i>                    | BMCE – BMCI – SG   |

Tableau 2 : fiche signalétique du YAZAKI

## 2) Organigramme de YAZAKI Meknès :

La dimension organisationnelle au sein de YAZAKI Maroc se caractérise par un dosage équilibré entre la structure fonctionnelle et celle opérationnelle, ce qui justifie l'existence de plusieurs départements répartis comme suit :



## 3) Les projets de YAZAKI Meknès :

Les projets qui sont en cours de traitement au sein de YAZAKI Meknès sont



JFC espace RENAULT : Complète



W95 MEGANE RENAULT : Planche



Projet XFB Mégane4

*Figure 5: les différents projets de YAZAKI*

## 4) Les départements de YAZAKI Meknès :

- ❖ **Département qualité :** gère le système qualité de l'entreprise et veille à la vérification des exigences de la qualité dans chaque phase du processus de production.
- ❖ **Département de production :** il a pour principale mission la réalisation des programmes de production tout en assurant une bonne qualité du produit en respectant les délais fixés au préalable et en optimisant les performances.
- ❖ **Département de finance :** permet d'assurer les fonctions financières et comptables de l'entreprise, de développer et d'implanter les pratiques, les procédures financières et le contrôle de gestion qui affectent la santé financière de la compagnie tout en veillant à la préservation du patrimoine financier de l'entreprise.
- ❖ **Département IT :** s'occupe du système informatique de l'entreprise.
- ❖ **Département technique/process :** établit les plans de maintenance des machines et équipements existant dans l'usine et assure la maintenance corrective des équipements en cas de défaillance. Sa mission est d'assurer le bon fonctionnement des machines.



- ❖ **Département NYS & Industrielle Engineering** : qui a pour mission d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par les Directions Engineering et Qualité (plans de surveillance, control plan, ...) du groupe.
- ❖ **Département logistique** : Son rôle est d'optimiser la mise en place et le lancement des programmes de fabrication tout en assurant une gestion optimale du stock et une expédition à temps aux clients.
- ❖ **Département des ressources humaines** : son rôle est d'assurer une gestion performante du personnel.

En fait, nous avons effectués notre stage de fin d'étude au sein du département **technique/process** qui est responsable du bon fonctionnement de l'ensemble des machines.

### 5) Objectifs de YAZAKI Meknès :

- ✓ Satisfaire ses clients et ses employés.
- ✓ Avoir des produits de bonne qualité, à juste temps et à moindre coût en se basant sur la créativité et l'esprit d'équipe.
- ✓ Améliorer les conditions de travail en appliquant la discipline des 5S.
- ✓ Améliorer la communication et la motivation.
- ✓ Adopter une démarche PDCA (Plan, Apply, Check and Take Action).
- ✓ Cerner et résoudre les problèmes à l'origine.
- ✓ Encourager les décisions créatives axées sur l'amélioration continue.

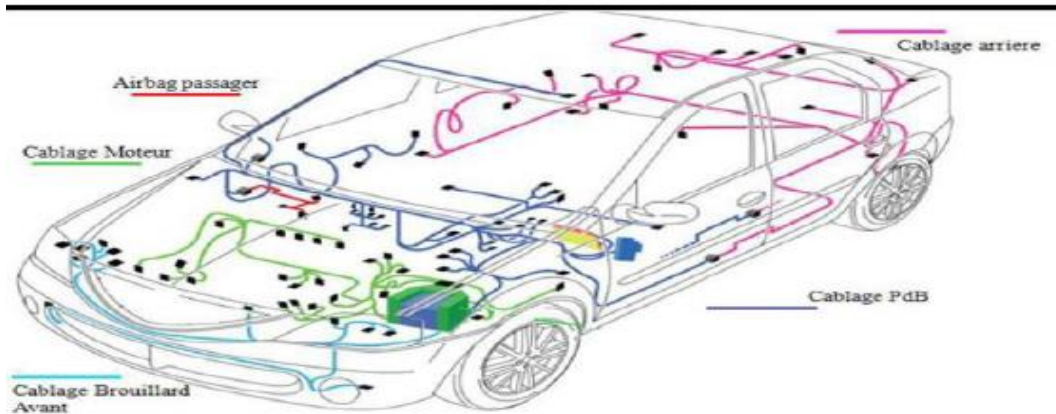
### 6) Mission YAZAKI :

« **Etre reconnu comme le meilleur dans la classe des fournisseurs de câblages** »

### 7) Câblage automobile :

Le faisceau électrique d'un véhicule a pour fonctions principales d'alimenter en énergie ses équipements de confort (lève-vitres) et certains équipements de sécurité (Airbag, Eclairage), et aussi de transmettre les informations aux calculateurs, de plus en plus nombreux avec l'intégration massive de l'électronique dans l'automobile. Le parcours du câblage dans le véhicule définit son architecture qui peut être complexe et surtout variée. Ce produit qui est le câble est constitué d'un ensemble de conducteurs électroniques, terminaux, connecteurs et matériels de protection. Un câblage se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre elles. Cette division est très utile pour faciliter certaines tâches pour le client, notamment le montage dans la voiture et la réparation en cas de panne du fonctionnement électrique dans l'automobile. Ainsi on peut distinguer entre plusieurs types de câblage :

- ✓ Câblage principal (Main) ;
- ✓ Câblage moteur (Engine) ;
- ✓ Câblage sol (Body) ;
- ✓ Câblage porte (Door) ;
- ✓ Câblage toit (Roof) ;
- ✓ Câblage extrémité avant (front end)
- ✓ Autres ;



*Figure 6 : Familles d'un faisceau d'automobile*

Un câble est composé des éléments suivants :

- ✓ **Fil Conducteur** : conduit le courant électrique.
- ✓ **Terminal** : assure une bonne connexion entre deux câbles (l'un est une source d'énergie, l'autre est un consommateur d'énergie).
- ✓ **Connecteurs** : Ce sont des pièces où les terminaux seront insérés, ils permettent de :
  - Établir un circuit électrique débranchable.
  - Établir un accouplement mécanique séparable.
  - Isoler électriquement les parties conductrices.
- ✓ **Matériel de Protection (Fusibles)** : sont des pièces qui protègent le câble et tous ses éléments de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.
- ✓ **Clips ou agrafes** : Les clips sont des éléments qui permettent de fixer le câble à la carrosserie de l'automobile. Sans les clips le montage serait impossible, le câble restera détaché provoquant des bruits et exposé aux détériorations à cause frottements.



*Figure 7 : Les différents composants d'un câble*

## 8) Processus de production :

Le processus de production du câble, se constitue de 3 grandes étapes :

- ✓ La coupe : zone P1
- ✓ Le pré-assemblage : zone P2
- ✓ L'assemblage : zone P3

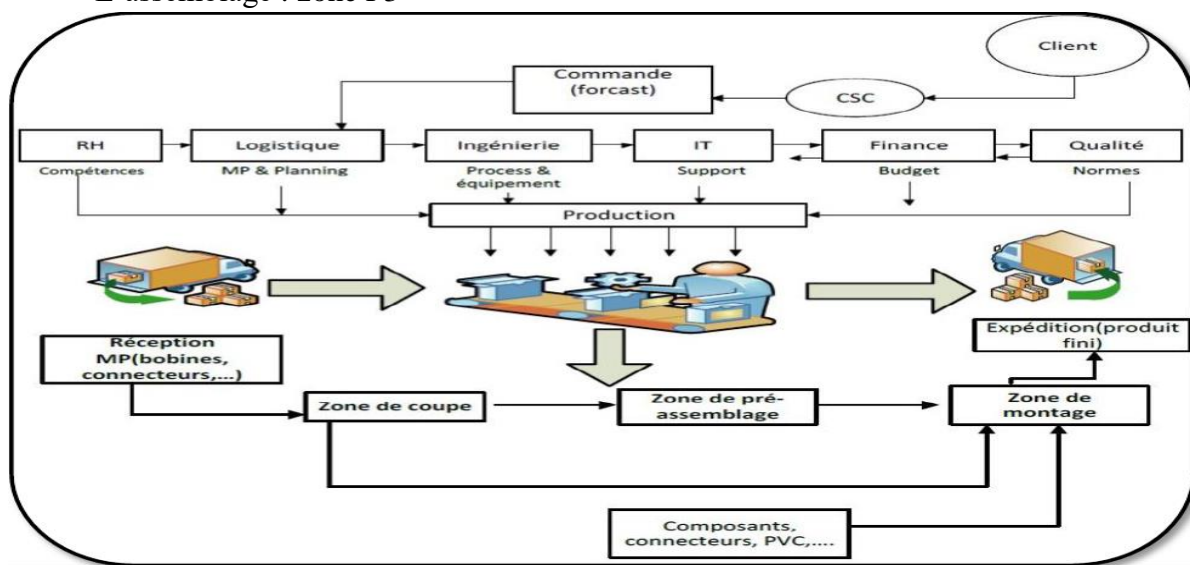


Figure 8 : processus de production

### • La coupe :

La coupe, appelée aussi zone P1, est la première étape dans le processus de production d'un câble. Elle consiste à couper les fils électriques selon la longueur désirée par le biais de machines de coupe automatiques. Ces machines permettent aussi de réaliser, au souhait, le dénudage, le sertissage des fils et l'insertion des bouchons.

- ✓ **Dénudage** : C'est l'opération permettant d'enlever l'isolant à l'extrémité du fil afin de dégager les filaments conducteurs.
- ✓ **Sertissage automatique** : Processus qui permet la jonction d'un terminal à un ou plusieurs fils conducteurs.
- ✓ **Insertion des bouchons** : Les bouchons (seals) sont des dispositifs permettant d'assurer l'étanchéité lors de l'insertion dans le connecteur.

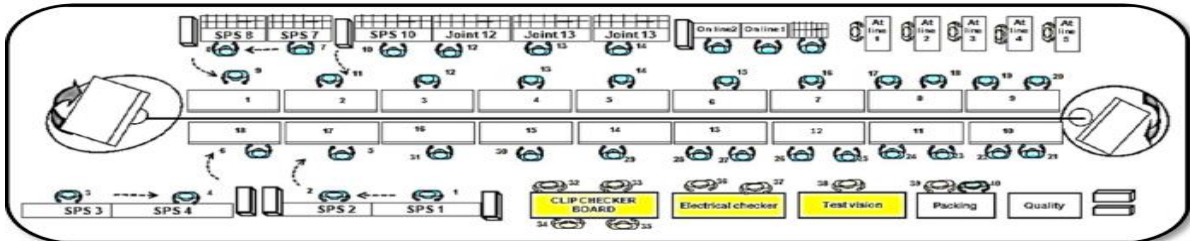
### • Pré-assemblage :

Une fois coupés, une partie des fils conducteurs passe par la phase de pré-assemblage. Dans cette phase, plusieurs opérations sont réalisées :

- ✓ **Sertissage manuel** : dans certain cas, il s'avère impossible de sertir les terminaux aux extrémités des fils automatiquement. D'où la nécessité d'effectuer cette opération à l'aide de presses manuelles.
- ✓ **Twist/ torsadage** : le twist est l'opération qui permet de torsader deux fils pour les protéger des champs magnétiques.

- **L'assemblage :**

L'assemblage ou le montage est la phase finale qui consiste à assembler l'ensemble des composants pour obtenir le câble final. Les lignes de montage se caractérisent généralement par l'emploi d'un convoyeur ou d'une chaîne de tableaux mécanisés ou les deux au même temps en fonction du nombre de circuits que contient le câble et en fonction de sa complexité. La figure suivante présente une chaîne d'assemblage.



*Figure 9 : ligne d'assemblage*

Les câbles passent généralement par quatre étapes principales lors du montage : l'insertion, le soudage ultrason, l'enrubannage et l'inspection. Chacune de ces étapes comporte des opérations qui varient en fonction de la nature du câble.

- ✓ ***L'insertion*** : Cette étape consiste à insérer les terminaux des circuits dans les connecteurs qui leurs correspondent manuellement. Des supports sous forme de fiches comprenant le processus d'assemblage propre à leur poste sont mis à la disposition des opérateurs.
- ✓ ***Le soudage (poste schunk)*** : cette opération consiste à souder les extrémités des fils dénudés afin de réaliser une jonction. Cette opération est réalisée à l'aide d'une machine ultrasonique et consiste en l'application d'une force précise et des vibrations à amplitude prédéterminée et pendant un temps prédéfini
- ✓ ***L'enrubannage*** : cette opération consiste à recouvrir les fils par des rubans et des protecteurs. Ces trois premières étapes du montage, sont réalisées sur des JIGs. La figure suivante présente l'image d'un tableau (JIG) .



*Figure 10 : les tableaux (JIG) de la chaîne de montage*

- ✓ ***L'inspection et test*** : ces opérations consistent à tester le câble dans une machine de test électrique qui permet de détecter les discontinuités et les inversions ainsi que de tester la présence des connecteurs par le biais des capteurs intégrés. Ensuite, le câble final passe par un test visuel qui permet de détecter les anomalies des composants et fils. Ce test se fait selon une liste des réclamations des clients.
- ✓ ***Le clip checker*** : ce dispositif permet de tester que chaque clip est présent dans l'emplacement qui lui est dédié. Le clip est utilisé pour rassembler et fixer le câble dans la carrosserie de l'automobile.
- ✓ ***L'ensachage (packaging)*** : c'est la phase finale de la production. Chaque produit fini est accompagné d'une étiquette comportant son code barre, il est mis dans un sachet en plastique et rassemblé dans des caissons.

Ces caissons sont placés dans le magasin. Le département logistique se charge de la livraison du produit fini.

- ✓ ***Distribution*** : cette opération consiste à alimenter les postes en produits semi-finis par des distributeurs. Les produits semi-finis à distribuer sont placés dans des pagodes. Ceci permet une gestion optimisée de la production en termes de temps et d'organisation.

## *Chapitre*

# 2

## **Contexte général du projet**

Dans ce chapitre nous allons procéder à une mise en situation générale du projet en détaillant ses objectifs principaux et les étapes nécessaires à sa réalisation.

# **I. Présentation du projet :**

## **1) Contexte général du projet :**

De plus en plus, les exigences des clients augmentent, surtout dans le domaine automobile, cette réalité pousse les sociétés de câblage à présenter le meilleur de leurs produits. De ce fait Yazaki Morocco Meknès vise en permanence à lancer des projets d'amélioration dans les différents secteurs afin d'optimiser et maîtriser son système de production et améliorer sa productivité. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce projet de fin d'étude qui porte sur « l'analyse des problèmes critiques de la zone de coupe et l'amélioration » et qui a pour finalité l'amélioration de la productivité de la zone de coupe de Yazaki Morocco Meknès. Pour arriver à cet objectif, nous utilisons la démarche PDCA pour cette zone de production afin de définir l'état actuel des machines, définir les machines et les combinaisons les plus critiques par la suite en passe aux améliorations.

## **2) Problématique :**

### **❖ Définition du problème :**

Pour la définition de notre problème, nous avons utilisé l'outil QOOQCP, et ce dans l'objectif de se poser toutes les questions relatives à notre problème, afin d'en fixer le périmètre et d'avoir une vision complète sur les objectifs à atteindre. (tableau 3)

|  |  |
|--|--|
| Quoi ?<br>C'est quoi le problème ?                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Production perturbée.</li><li>• Scrap élevé.</li><li>• Les défauts de qualités.</li></ul>                        |
| Qui ? Qui est concerné par le problème ?                 | Les départements de YAZAKI : maintenance et production   |
| Où ? Où apparait le problème ?                           | Dans la zone de coupe  |
| Quand ? Quand apparait le problème ?                     | Lors de la production  |
| Comment ? Comment mesurer le problème et ses solutions ? | A l'aide d'une démarche PDCA   |
| Pourquoi ? Pourquoi il faut résoudre ce problème ?       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Améliorer la productivité</li><li>• Minimiser le scrap</li><li>• Minimiser les défauts de non qualités</li></ul> |

*Tableau 3 : méthode QOOQCP*

### **❖ Définition du périmètre du projet :**

Notre projet se déroule dans la zone de coupe appelé aussi zone P1, qui est la première étape dans le processus de production d'un câblage. Elle consiste à couper les fils électriques selon la longueur désirée par le biais de machine de coupe automatiques. Ces machines permettent aussi de réaliser, au souhait, le dénudage, le sertissage des fils et l'insertion des bouchons.

### 3) Cahier de charge :

La bonne maîtrise d'un projet industriel commence, tout d'abord, par une bonne rédaction de son cahier des charges. En effet, la définition minutieuse des parties prenantes, du territoire d'action, des éventuelles missions à mener, ainsi que les risques liés permettent de mieux cerner le projet, et donc évaluer, à tout moment, son état d'avancement. Dans ce qui suit un descriptif de ce document contractuel, à savoir le cahier des charges, mettra au clair ce qui est attendu du maître d'œuvre par le maître d'ouvrage.

#### ❖ Auteurs du projet :

- **Maître d'ouvrage :** Yazaki Morocco Meknès
- **Maître d'œuvre :** Salim Ghita et Idrissi Kaitouni Omar : élèves en licence Génie industriel à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, département génie industriel sous l'encadrement de :
  - **M.Aaziz Rachid :** ingénieur process au département technique.
  - **M. Lafdil Soufian :** cutting process technicien.
  - **M. Gadi Fouad :** professeur à la faculté des sciences et techniques Fès.

#### ❖ Lieu et période du projet :

Notre territoire d'intervention est la zone de coupe des fils, du 10 avril 2017 au 3 juin 2017

#### ❖ Vision du projet :

Le présent projet a pour objectif, d'étudier la zone de coupe en repérant tous les problèmes critique de cette zone, nous déterminerons l'influence de ce ou ces problèmes sur la productivité et l'efficacité. Par la suite en adoptant des plans d'action décantés et bien réfléchis, nous aurons à mettre en œuvre des amélioratrices pour augmenter la productivité et les performances de ces machines.

Les grands piliers, sur lesquels notre projet reposera, sont :

- L'analyse de l'état actuel de la zone.
- Détecter les problèmes les plus critiques de la zone.
- Déterminer les machines et les combinaisons les plus critiques à travers des diagrammes de Pareto.
- Détermination des causes racines à travers le diagramme ISHIKAWA.
- Définir des plans d'action et application des améliorations.
- Suivi des améliorations.



#### 4) Risques liés au projet :

Afin de bien démarrer notre projet, et amorcer nos éventuelles missions, nous avons été amenés à bien cerner les risques du projet pour une bonne gestion de ce dernier. Ainsi, nous avons eu recours à un outil d'aide à la décision, à savoir « Arbre de décision », afin de mettre au clair les risques majeurs de notre projet, et les solutions susceptibles de les éliminer, Figure 9.

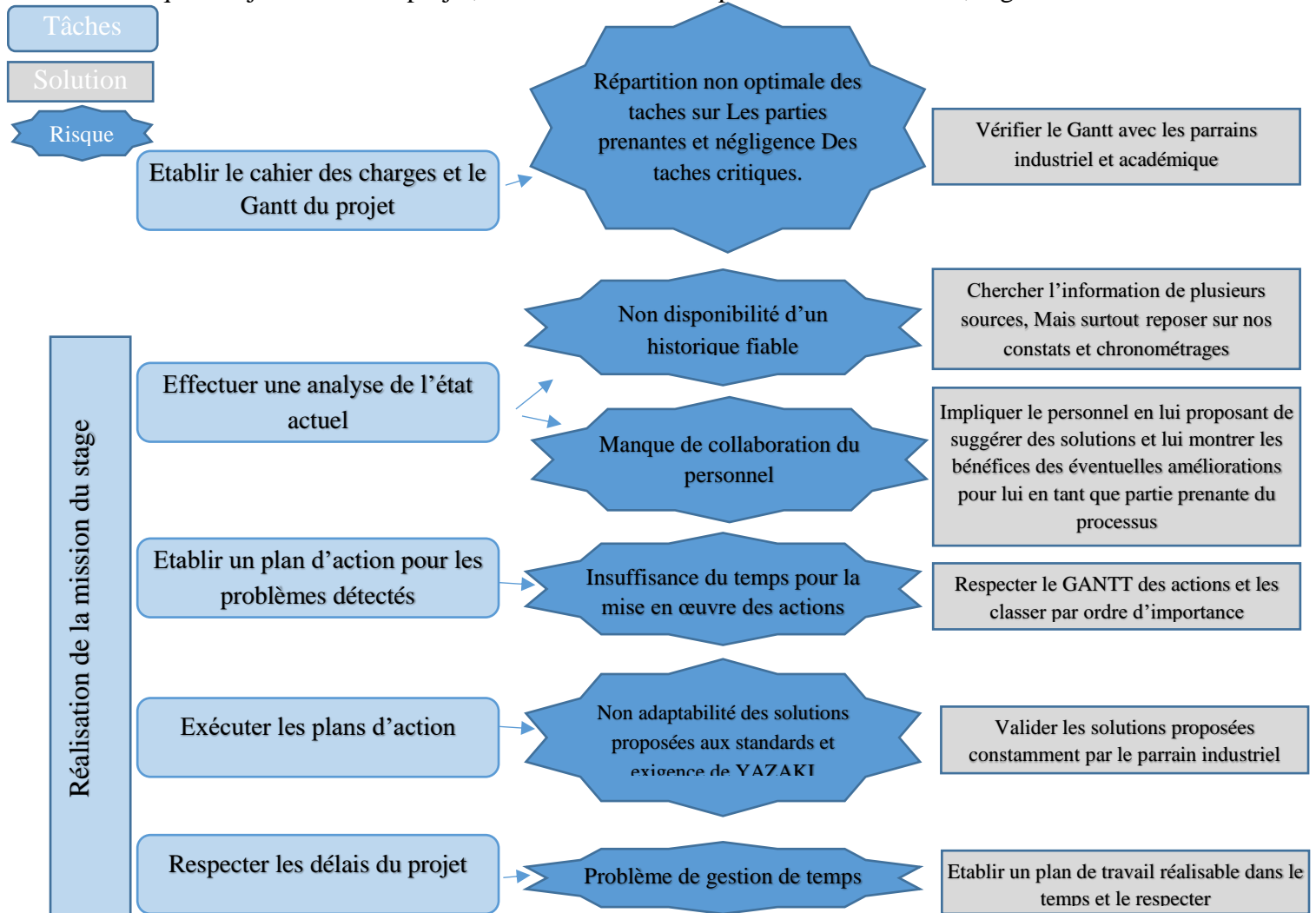


Figure 11 : Risques et solutions liés au projet

#### 5) Démarche du projet :

Le choix de la démarche à tenir est crucial pour le bon déroulement d'un projet. Dans notre cas nous avons optés pour la démarche PDCA comme cadre général du projet qui a été approuvé par notre encadrant industriel. L'approche PDCA est une démarche cyclique d'amélioration qui consiste, à la fin de chaque cycle, à remettre en question toutes les actions précédemment Menées afin de les améliorer. PDCA tire son nom des premières lettres des mots qui la composent : Plan-Do-Check-Act (Voir Figure 12). Elle permet donc de faire du profit tout en améliorant l'image de l'entreprise.

Ces derniers peuvent être interprétés tel qu'il suit :

- Plan : Préparer, Planifier ;
- Do : Développer, réaliser, mettre en œuvre ;
- Check : Contrôler, vérifier ;
- Act : Agir, ajuster, réagir.

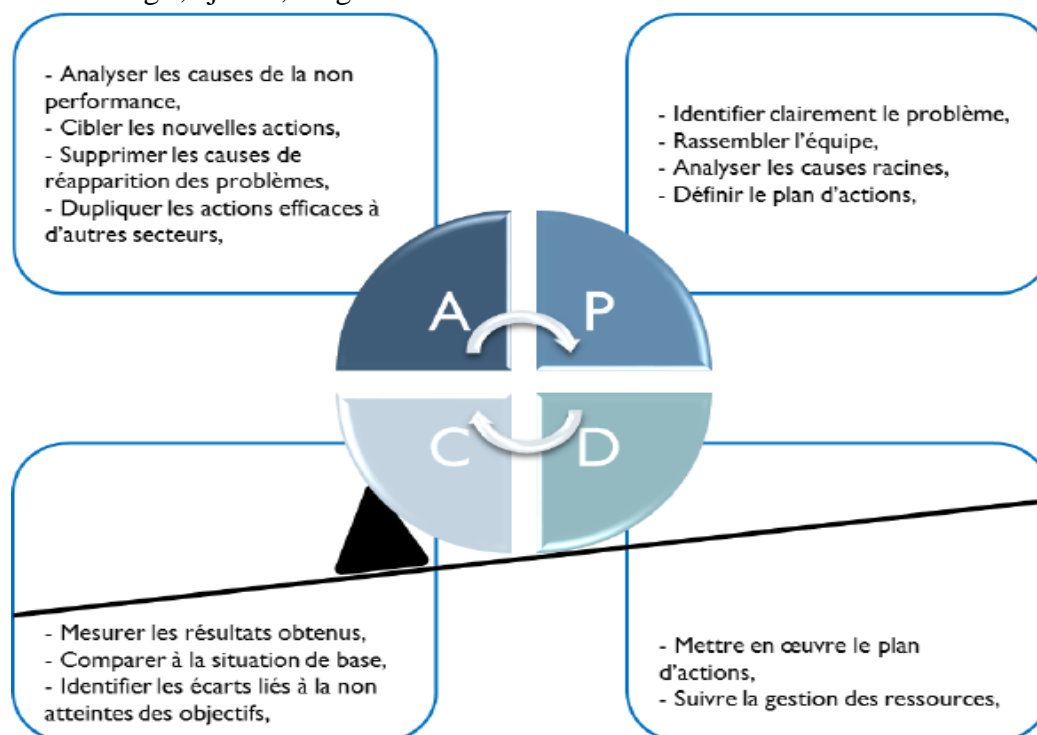


Figure 12 : Roue de Deming

## II. Les outils utilisés :

### 1) Diagramme de Gantt :

Le diagramme de GANTT représente l'ordonnancement des tâches de notre projet.(annexe 1)

### 2) Revue de littérature :

La présente partie, définit les différents outils que nous avons utilisés durant ce projet, à savoir le QQQQCP, diagramme Pareto...

#### ❖ le QQQQCP :

Le QQQQCP est un outil qui permet de se poser les bonnes questions avant d'aborder un problème. Il n'est en effet pas rare des se jeter tête baissée sur une solution sans avoir fait le tour de la question. C'est une fois la solution mise en œuvre que l'on s'aperçoit que l'on avait oublié un élément important qui remet en cause la solution choisie.

Pour être sûr d'appréhender le plus complètement possible un problème, il faut se poser les questions QQQQCP (Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?).

La réponse à ces questions permet d'identifier les aspects essentiels d'un problème.

Enfin, ces questions peuvent chacune être utilement complétées par un COMBIEN ? Qui permet de donner une réponse chiffrée.

### ❖ Diagramme de Pareto :

Le principe de l'analyse de Pareto (ou ABC ou méthode 80/20) est de consacrer une grande attention à un petit nombre d'éléments (20%) qui ont un effet très grand (80%) sur le phénomène étudié. Cette analyse consiste à classer un référentiel par ordre décroissant des sorties. Elle se base sur l'idée communément admise qu'environ 20% des éléments représentent 80% du phénomène étudié. Il est donc primordial lors d'une analyse, de s'attaquer en priorité à ces éléments (le groupe A). Le but de la démarche : visualiser de la façon la plus claire l'importance hiérarchique des problèmes dans la gestion des projets.

### ❖ Diagrammes d'Ishikawa :

Les diagrammes d'Ishikawa, ou diagrammes en arête de poisson, sont des diagrammes où les différentes causes d'une erreur sont représentées d'une manière hiérarchique. Au niveau supérieur, on distingue les domaines standards de causes. Chacun de ces niveaux est développé jusqu'au niveau des causes élémentaires. L'avantage de cette méthode réside dans le fait que les causes principales des erreurs sont énumérées assez rapidement. La construction du diagramme Ishikawa est basée sur un travail de groupe. Il est élaboré en plusieurs étapes :

- Décrire clairement le problème ;
- Par un Brainstorming, déterminer les principales catégories de causes. Souvent on utilise un ensemble de catégories que l'on nomme les 5M : Main d'œuvre, Méthodes, Matériel, Matière et Milieu ;
- Tracer le squelette du diagramme d'Ishikawa et y inscrire les catégories ;
- Pour chaque catégorie inscrire les causes suggérées par les membres du groupe en posant à chaque fois la question : pourquoi cette cause produit-elle cet effet ?
- Classer, si c'est possible, les causes suggérées en des sous-catégories ;
- Déterminer les causes premières qu'il est possible d'éliminer ;
- Agir pour corriger le défaut en mettant en place des actions correctives.

*Chapitre*

*3*

## *Analyse de l'existant*

Dans cette partie nous allons traiter notre sujet en se basant sur la méthodologie PDCA

## I. Cartographier le processus :

La cartographie du processus est un excellent moyen pour illustrer les flux physiques et les flux d'informations depuis les approvisionnements en matières premières jusqu'au client en fournissant une représentation visuelle des étapes permettant de délivrer le produit.

Le diagramme SIPOC (Suppliers, Input, Process, Output, Customers) est un outil très adapté pour pouvoir analyser notre flux de processus, où dans la colonne Input, on place les produits fournis et, dans la colonne Supplier, on spécifie le fournisseur de ce produit.

De même, dans la colonne Output, on place les produits fournis par le processus, et on spécifie dans la colonne Customer les clients de ces produits.

Pour formaliser le flux d'informations, on fait de même mais, dans la colonne Input on décrit les informations reçues et le fournisseur qui fournit ces informations. Dans la colonne Output, on décrit les informations fournies par le processus et les clients de ces informations.

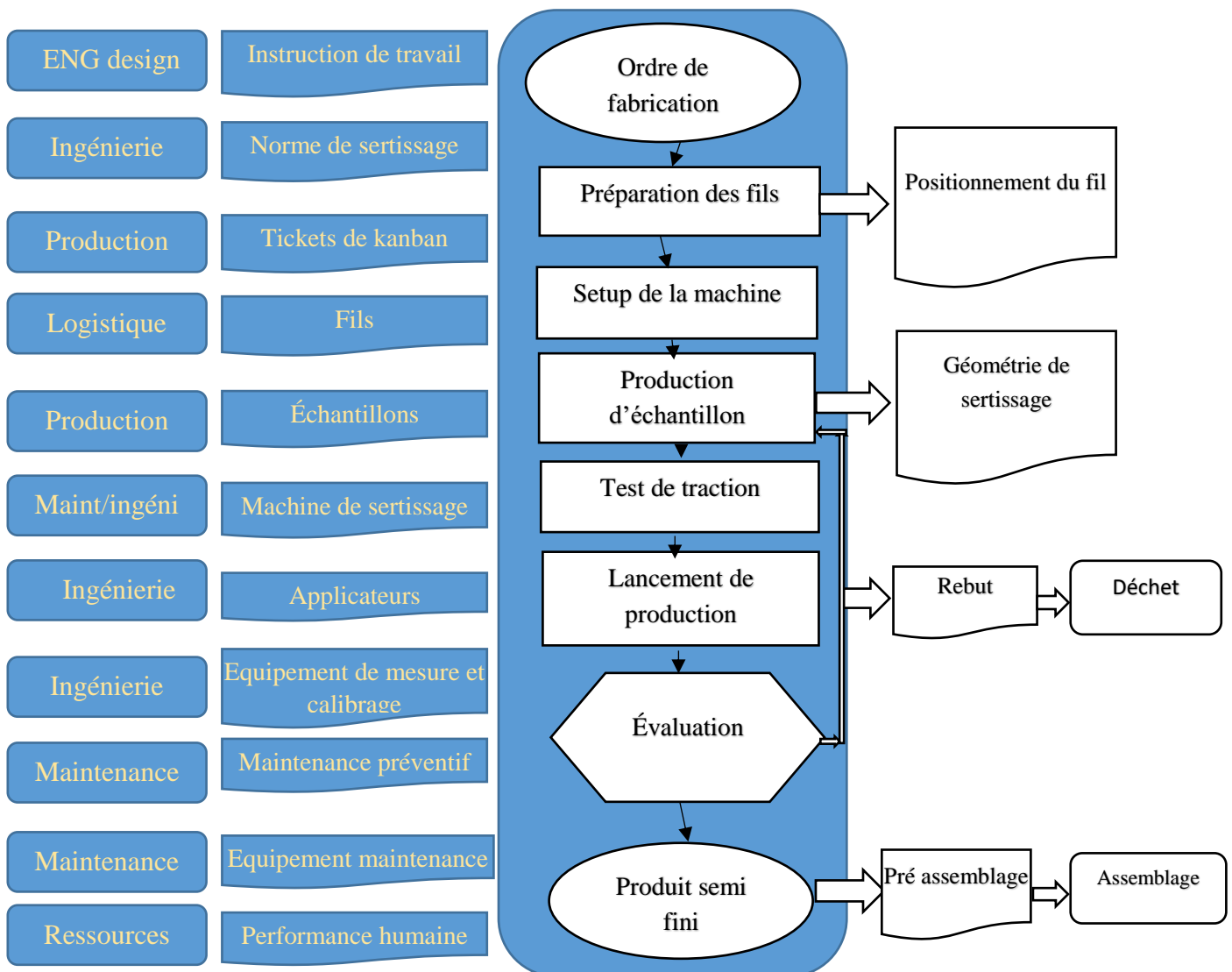


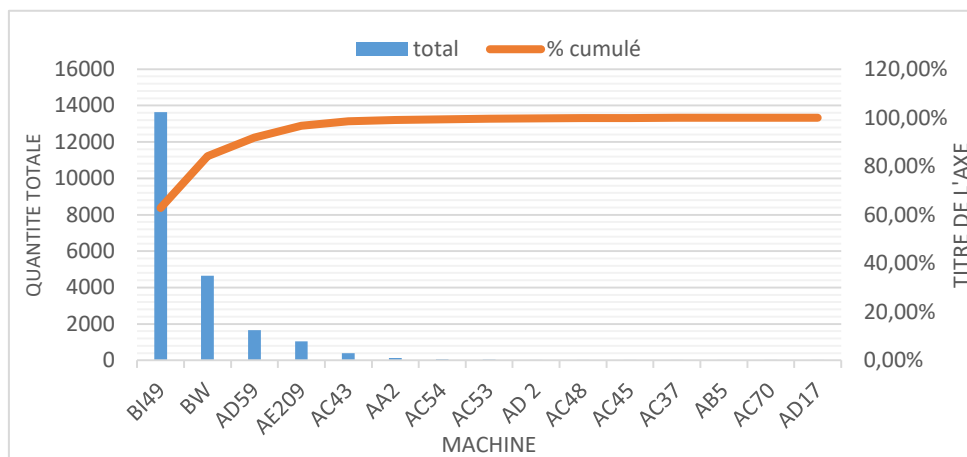
Figure 13: cartographie du processus

## **II. Analyse du processus actuel :**

Comme la productivité de la zone de coupe diminue de plus en plus, nous avons pensé à faire une étude en déterminant l'ensemble des problèmes critiques qui influencent la productivité de la zone.

Pour ceci, nous avons proposé de rassembler les différents problèmes existant dans cette zone, pendant deux mois durant les trois shifts, pour pouvoir détecter les problèmes les plus critiques en termes de machines et de combinaisons sur lesquels nous allons concentrer nos efforts par la suite.

D'après l'étude nous avons obtenu les résultats illustrés dans la figure 14 sous forme d'un digramme du nombre total de défauts en fonction de l'ensemble des problèmes du parc.



*Figure 14 : les différents problèmes de la zone de coupe*

Donc les problèmes les plus critiques de la zone sont :

- ✓ BI49 :c'est un problème de sertissage.
- ✓ BW (Bad Wire) :c'est un problème lié au défaut de sertissage côté 2.

## **III. Analyse du BI49 :**

### **1) Introduction :**

La fiabilité des systèmes électroniques complexes peut être fortement influencée par les erreurs dans les éléments de liaison, c'est-à-dire les connexions, par exemple, pour les faisceaux électriques utilisés dans la construction automobile nous pouvons trouver des problèmes tels que :

- Gaine de protection (isolant) étant inclus dans le sertissage.
- Brins manquants.
- La quantité du cuivre a serti est non satisfaite.

Ces types d'erreurs ne peuvent pas être totalement détectés par une simple vérification Manuelle, et même si un contrôle de faisceau de câbles finals localise ces mécanismes Défectueux, ils seraient détectés trop tard pour la production Juste à temps(JIT), c'est dans ce

Sens que le Control d'Effort de Sertissage (CFA) intervient.

CFA : Crimp Force Analyser, Control d'effort de sertissage : c'est un concept qui permet la détection et la séparation entre les bonnes et les mauvaises connexions serti, avec des informations détaillées sur l'erreur cela est à l'aide de deux capteurs piézo électriques intégrés dans les deux stations de sertissages

## 2) Les types de CFA :

### ❖ CFA fantôme :



C'est un problème de sertissage détecté par la machine mais sans savoir le ou les facteurs qui contribuent à son apparition, et l'image à gauche est un cas réel de ce type du problème.

*Figure 15: Exemple du CFA fantôme*

### ❖ CFA réel :

| Causes             | Photos |
|--------------------|--------|
| Mauvais dénudage   |        |
| Terminal erroné    |        |
| Filaments détachés |        |
| Isolant serti      |        |

*Tableau 4: l'ensemble des causes critiques de CFA*

Le tableau représente l'ensemble des causes critiques du CFA avec des images significatives de chacune de ses causes.

### 3) Les machines les plus critiques en termes de CFA :

Afin de déterminer les machines les plus critiques dans la zone nous avons fait un digramme de la quantité de défauts en fonction de l'ensemble des machines du parc représenté dans la figure 14.

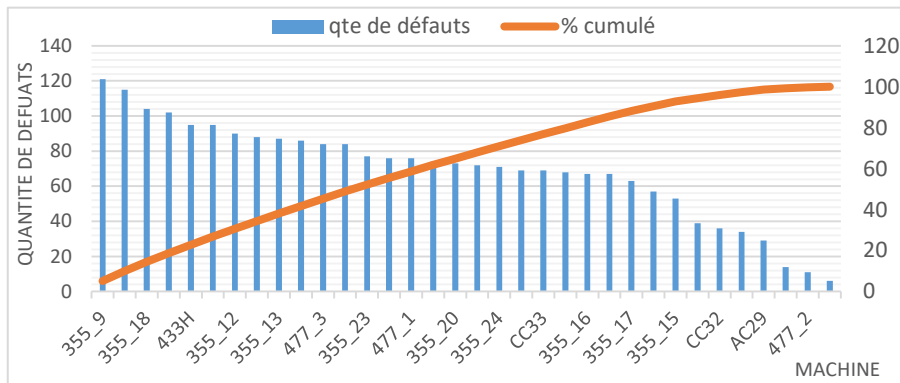


Figure 16 : quantités de défauts en fonction des machines

Comme nous remarquons c'est difficile de faire une étude sur l'ensemble des machines pour cela nous avons fait une classification des machines en fonction de leurs objectifs, et nous avons obtenu les résultats représentés dans les figures 15 et 16.

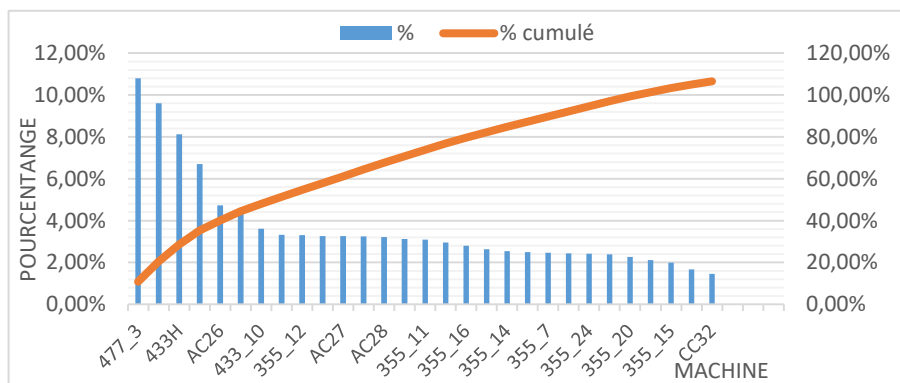


Figure 17 : quantités de défauts en fonction des machines ayant un rendement plus que 50%

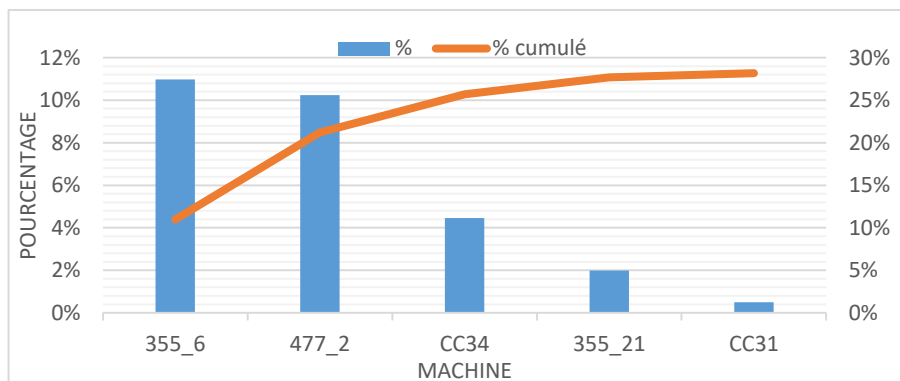


Figure 18: quantités de défauts en fonction des machines ayant un rendement moins que 50%



### Résultats :

- ✓ On appliquant la loi du **20/80** sur le diagramme des machines ayant un rendement plus que 50% nous détectons que les machines les plus critiques sont : **477\_3,477\_4 ; 433H ; 477\_1 ; AC26 ; 355\_9**
- ✓ On a fait la même chose pour les machines ayant un rendement moins de 50% et nous avons obtenu les résultats suivantes : **355\_6**

#### 4) Les applicateurs les plus critiques au terme de CFA :

Nous avons suivi la même démarche des machines et nous avons obtenu les résultats de la figure 17.

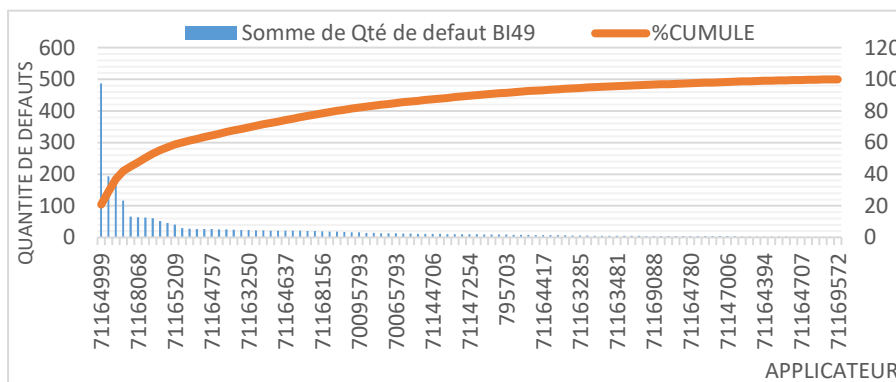


Figure 19 : quantités de défauts en fonction des applicateurs

D'après la loi du **20/80** les applicateurs les plus critiques sont :

**71164999 ; 71164415 ; 71166955 ; 71144815 ; 71144387**

#### 5) Les sections les plus critiques au terme de CFA :

Nous avons suivi la même démarche des applicateurs et nous avons obtenus les résultats représentés dans la figure 18.

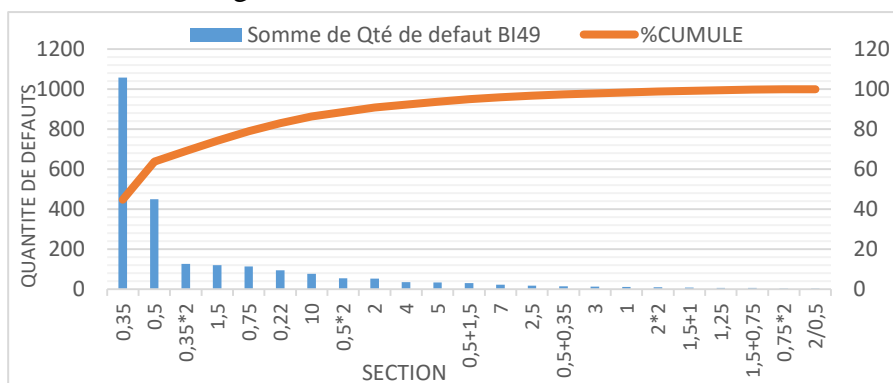


Figure 20 : quantités de défauts en fonction de la section

D'après la loi du **20/80** les sections les plus critiques sont : **0.35 ; 0.5 ; 0.35\*2 ; 1.5 ; 0.75**

## 6) Relation entre les machines et les applicateurs critiques :

Afin de s'assurer de l'existence de cette relation nous avons fait une analyse des machines par rapport aux applicateurs les plus critiques et nous avons obtenu les résultats de l'ensemble des figures 19,20 et 21.

### ❖ Machines ayant un rendement plus que 50% par rapport à l'objectif :

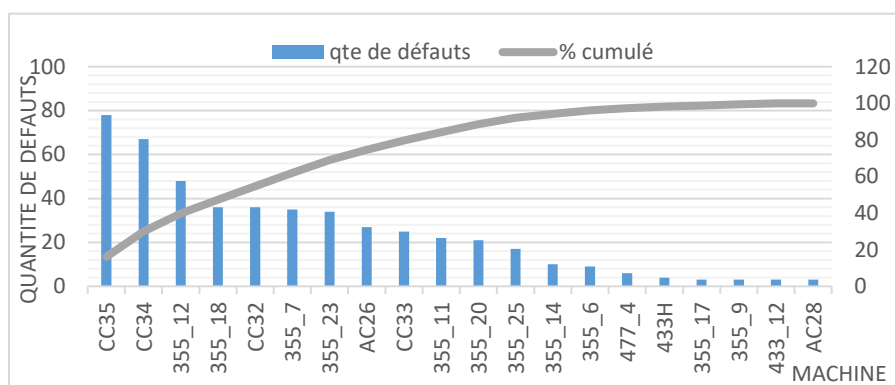


Figure 21 : la quantité de défauts de l'applicateur 71164999 en fonction de l'ensemble des machines

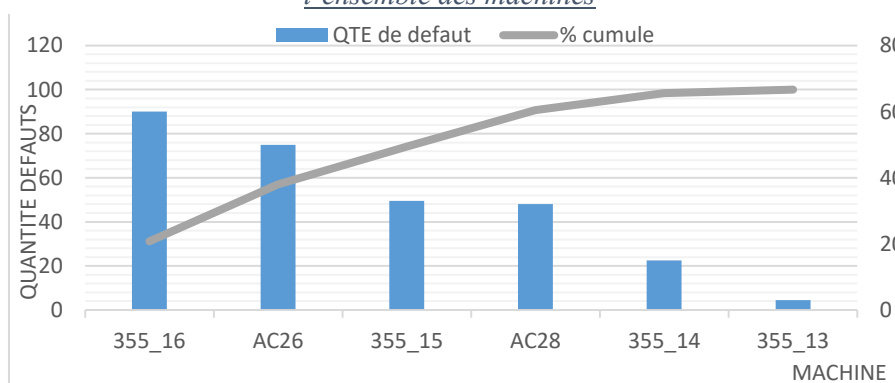


Figure 22 : la quantité de défauts de l'applicateur 71164415 en fonction de l'ensemble des machines

Nous avons appliqué la loi du **20/80** sur toutes les figures et nous avons détecté que les machines les plus critiques sont : **AC26 ; 355\_9 ; 477\_1 ; 477\_3 ; 477\_4**

### ➤ Remarque :

nous remarquons que nous avons obtenu le même ensemble de machines critiques et cela signifie qu'il y a une relation entre les applicateurs critiques et les machines les plus critiques.

❖ **Machines ayant un rendement moins de 50% par rapport à leurs objectif :**

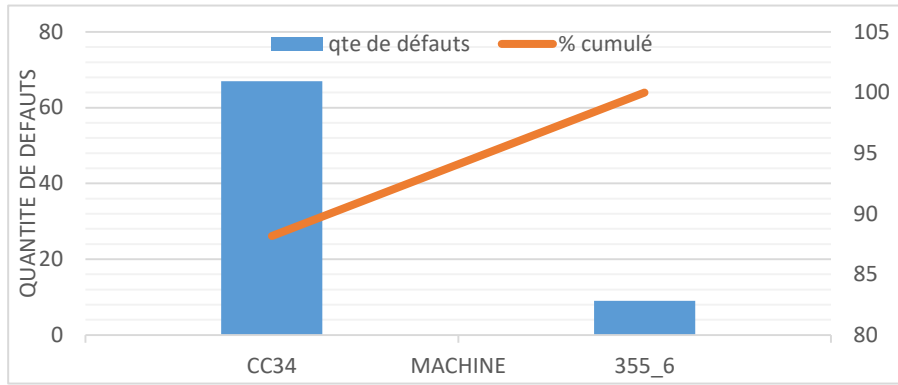


Figure 23 : la quantité de défauts de l'applicateur 71164999 en fonction de l'ensemble des machines

L'analyse de l'ensemble des figures nous a permis de s'assurer de l'exactitude de la relation entre les applicateurs et les machines les plus critiques.

7) **Relations entre les machines et les sections les plus critiques :**

Pour s'assurer de l'existence de cette relation nous avons fait une analyse des machines par rapport aux sections les plus critiques et nous avons obtenu les résultats représentés dans les figures 22, 23 et 24.

❖ **Machines ayant un rendement plus que 50% par rapport à l'objectif :**

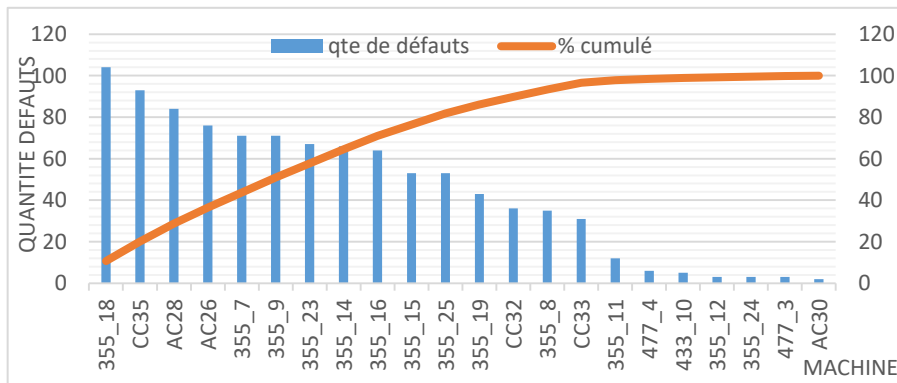


Figure 24 : quantité de défaut de la section la plus critique 0.35 en fonction des machines

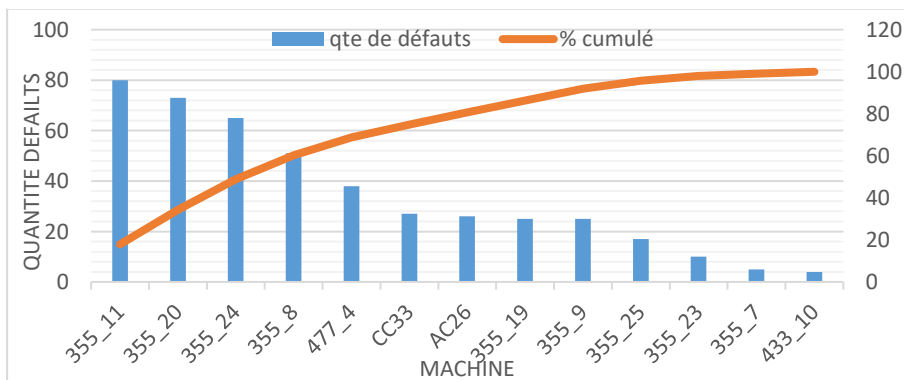


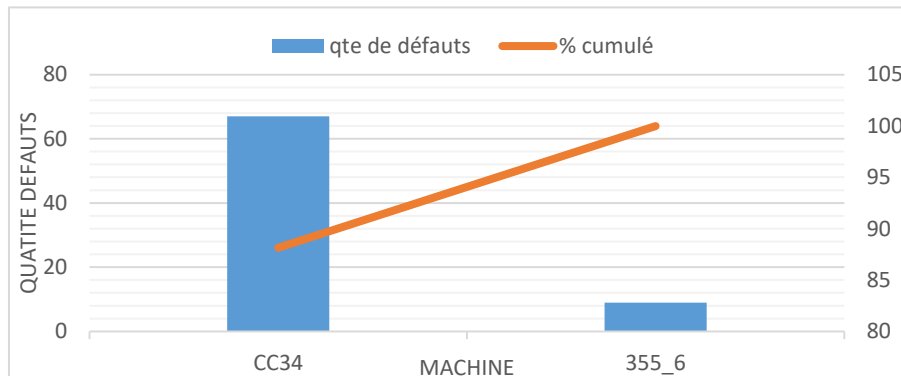
Figure 25 : quantité de défaut de la section la plus critique 0.5 en fonction des machines

Par l'application de la loi du **20/80** sur toutes les sections critiques nous avons trouvés que les machines les plus critiques sont : **AC26 ; 355\_9 ; 477\_3 ; 477\_4 ; 477\_1**.

➤ **Remarque :**

Nous remarquons que nous avons obtenu la même ensemble des machines critiques et cela signifie qu'il y a une relation entre les sections critiques et les machines les plus critiques.

❖ **Machines ayant un rendement moins de 50% par rapport à leurs objectif :**



*Figure 26 : quantité de défaut de la section la plus critique 0.35 en fonction des machines*

nous remarquons que nous avons les mêmes machines critiques ce qui augmente l'exactitude des résultats obtenu.

8) **Diagramme d'Ishikawa :**

Le diagramme causes-effets d'ishikawa est un outil qualité utilisé pour identifier les causes d'un problèmes.il peut être utilisé comme outil de visualisation synthétique et de communication des causes identifiées ,on peut l'utilisé aussi dans le cadre de recherche de cause d'un problème ou d'identification et gestion des risques lors de la mise en place un projet .il est habituellement structuré autour du concept des 5M.

Notre diagramme illustre l'ensemble des causes qui impactent le problème de CFA en terme de milieu , méthode , main d'œuvre , matiere et machine.

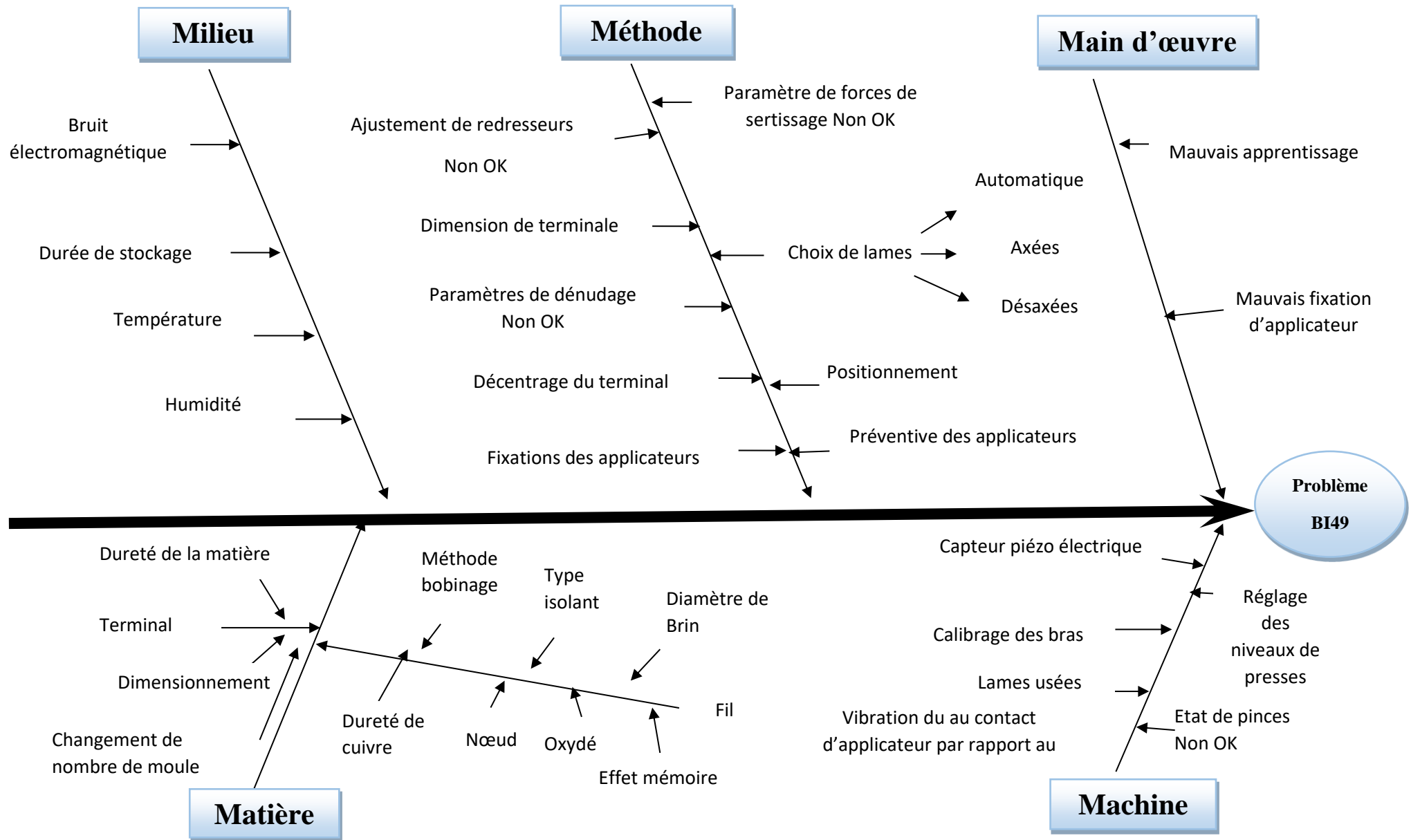


Figure 27 : diagramme d'Ishikawa du CFA

### 9) Etude AMDEC des causes du CFA :

| problèmes                       | actions  | G | F | D | C  | remarques  |
|---------------------------------|--|---|---|---|----|--|
| Ajustement de redressement      | S'assurer de la conformité des paramètres avec la norme                        | 2 | 5 | 2 | 20 | Elaboration de la matrice de redressement<br>Suivi de cette matrice          |
| Préventive des applicateurs     | Optimisation de la durée de préventive des applicateurs                        | 3 | 3 | 2 | 18 | Suivi de l'efficacité de la durée après optimisation                         |
| Paramètres de sertissage non OK | Vérification des paramètres avec la norme                                      | 2 | 3 | 1 | 6  | Ajustement des paramètres de sertissage                                      |
| Diamètre des brins              | Exigence d'élaboration d'une norme   | 2 | 5 | 4 | 40 | Faire un suivi régulier de la matière première afin de s'assurer du problème |
| Calibrage des bras              | Contrôle de calibrage des bras   | 2 | 4 | 3 | 24 |  |
| Effet mémoire                   | Standardisation du feeding sur toutes les machines                             | 2 | 4 | 3 | 24 | Suivi de la méthode QCC  |
| Lames usées                     | Optimisation de la durée de préventive   | 1 | 2 | 2 | 4  |  |
| Réglage des niveaux de presse   | Réglage de la hauteur de presse  | 1 | 3 | 2 | 6  |  |
| Décentrage du terminal          | Calibrage des guides<br>Serrage du pied<br>Fixation du crimping avec le whiler | 1 | 5 | 1 | 5  | Faire des tests réguliers pour s'assurer du bon positionnement du terminal   |
| Paramètres de dénudage non ok   | Comparer ces paramètres avec ceux de la norme                                  | 1 | 4 | 2 | 8  | Ajustement des paramètres de dénudage et suivie de ces paramètres            |
| Etat des pinces non ok          | Optimiser la durée de préventive   | 2 | 3 | 1 | 6  |  |
| Méthode de bobinage             | Optimiser la durée de stockage des bobines                                     | 1 | 3 | 4 | 12 |  |
| Choix des lames                 | Déterminer les lames appropriées pour chaque type de fil                       | 1 | 3 | 2 | 6  |  |

Tableau 5 : grille d'AMDEC du CFA

Les critères d'évaluation définis sont :

❖ **F : la fréquence**

Le terme F présente deux nuances distinctes permettant de l'estimer. La première étant la probabilité d'apparition et la deuxième étant la fréquence d'apparition.

❖ **G : la gravité**

Elle détermine le niveau de risque occasionné. Cette notion de gravité dans un établissement de soins peut être exprimée en fonction du niveau de risque.

### ❖ D : détectabilité

C'est la probabilité que la cause ou le mode de défaillance supposés apparus provoquent l'effet le plus grave, sans que la défaillance ne soit détectée au préalable. Le barème de cotation varie entre 1 et 4

En ce qui concerne la cotation voir annexe 3.

Le calcul pour évaluer la criticité d'un dispositif médical est d'effectuer le produit suivant :

$$C = \text{Fréquence} * \text{Gravité} * \text{Non Détectabilité}$$

Par l'évaluation de la criticité des différentes causes citées dans le tableau 5 nous détectons que les causes les plus critiques sont :

- *Préventive des applicateurs*
- *Ajustement du redressement*
- *Diamètre des brins*
- *Calibrage des bras*
- *Effet mémoire*

#### 10) Plan d'action :

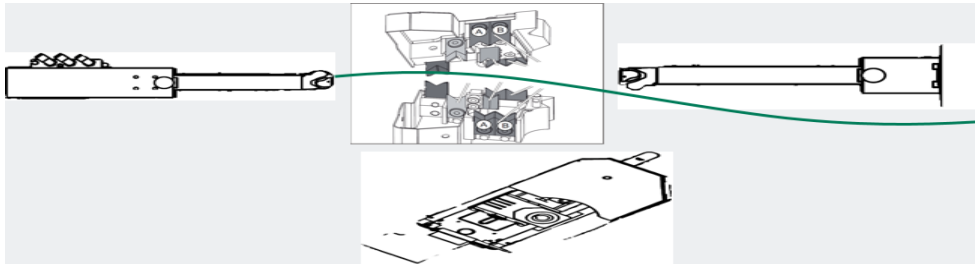
| item | Problème                        | Actions   | responsables        |
|------|---------------------------------|---|---------------------|
| 1    | augmentation du nombre de CFA   | optimisation de la durée du préventive des applicateurs       | process+stagiaires  |
| 2    | ajustement de redressement      | ajustement des paramètres par rapport à la norme              | process+stagiaires  |
| 3    | calibrage des bras              | contrôle de calibrage des bras                                | process+stagiaires  |
| 4    | effet mémoire                   | standardisation du feeding au niveau de la zone (méthode QCC) | process+stagiaires  |
| 5    | variation du diamètre des brins | contrôle continue de la matière                               | inspection matériel |

Tableau 6 : plan d'action du CFA

#### **IV. Analyse du Bad Wire :**

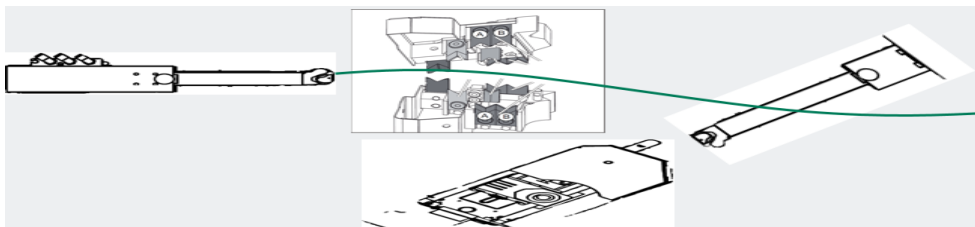
##### **1) Introduction :**

Le Bad Wire est un problème lié au défaut de sertissage au côté 2 et qui se trouve seulement dans les machines KOMAX 355.



*Figure 28 : clarification du problème 1*

Nous remarquons que la trajectoire du fil et en dehors de la position du bras.



*Figure 29 : clarification du problème 2*

Alors dans ce cas le bras n'arrive pas à rattraper le fil.

Voilà une image significative de la machine :



*Figure 30: état réelle de la machine*



## 2) Les machines les plus critiques en termes du Bad Wire :

Afin de déterminer les machines critiques en termes du Bad Wire on a fait une étude sur deux volets et nous obtenons les résultats représentés dans les figures 29 et 30.

### ❖ En fonction du nombre de messages :

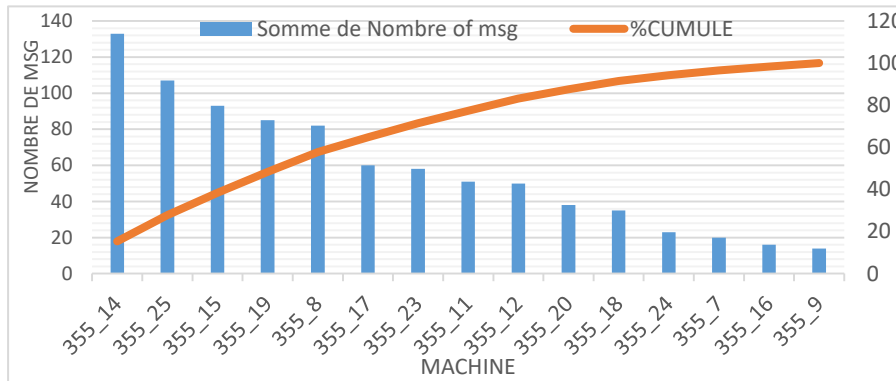


Figure 31 : nombre de messages en fonction des machines

D'après la loi du **20/80** les machines les plus critiques par rapport au nombre de messages sont : **355\_14 ; 355\_25 ; 355\_15 ; 355\_19 ; 355\_8 ; 355\_17 ; 355\_23 ; 355\_11 ; 355\_12**

### ❖ En fonction du nombre de minutes :

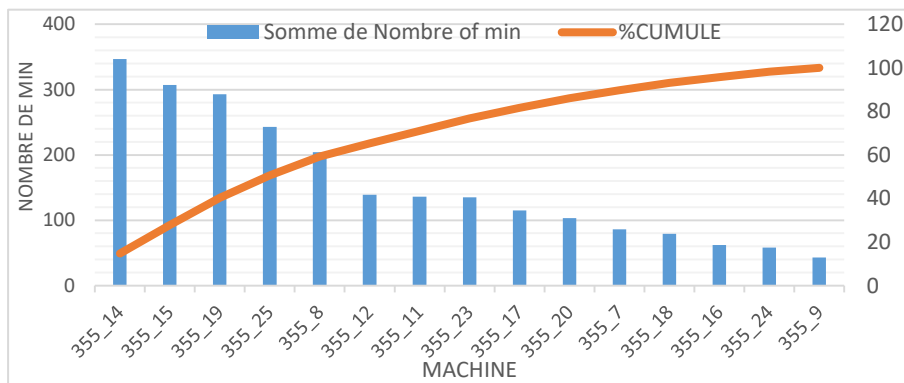


Figure 32 : nombre de minutes en fonction des machines

D'après la loi du **20/80** les machines les plus critiques par rapport au nombre de messages sont : **355\_14 ; 355\_15 ; 355\_19 ; 355\_25 ; 355\_8 ; 355\_12 ; 355\_11 ; 355\_23 ; 355\_17**

Comme nous remarquons c'est difficile de faire l'étude sur l'ensemble de ces machines pour cela nous allons appliquer une autre fois la loi du **20/80** sur l'ensemble des machines ayant atteints les 80% et nous obtenons les résultats représentés dans les figures 31 et 32.

❖ En fonction du nombre de messages :

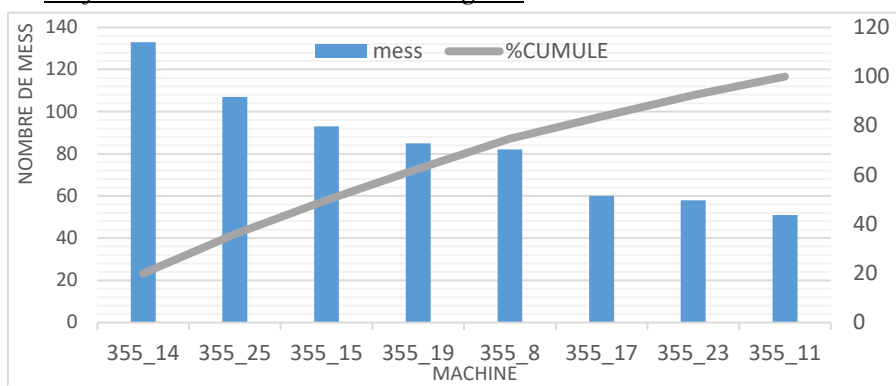


Figure 33 : nombre de messages en fonction des machines

Dans ce cas l'ensemble des machines critiques sont : **355\_14 ; 355\_25 ; 355\_15 ; 355\_19 ; 355\_8**

❖ En fonction du nombre de minutes :

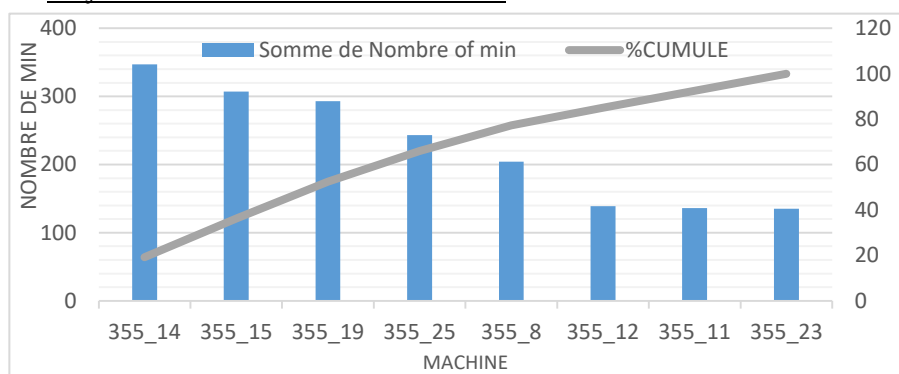


Figure 34 : nombre de minutes en fonction des machines

Dans ce cas l'ensemble des machines critiques sont : **355\_14 ; 355\_15 ; 355\_19 ; 355\_25 ; 355\_8.**

Nous remarquons que nous avons obtenu les mêmes machines critiques soit en fonction de nombre de messages ou en fonction de nombre de minutes et ce sont les machines critiques en termes du Bad Wire.

**3) Diagramme d'Ishikawa :**

Le diagramme causes-effets d'ishikawa est un outil qualité utilisé pour identifier les causes d'un problème. Il peut être utilisé comme outil de visualisation synthétique et de communication des causes identifiées, on peut l'utiliser aussi dans le cadre de recherche de cause d'un problème ou d'identification et gestion des risques lors de la mise en place d'un projet. Il est habituellement structuré autour du concept des 5M.

Notre diagramme illustre l'ensemble des causes qui impactent le problème du BW en terme de milieu, méthode, main d'œuvre, matière et machine.

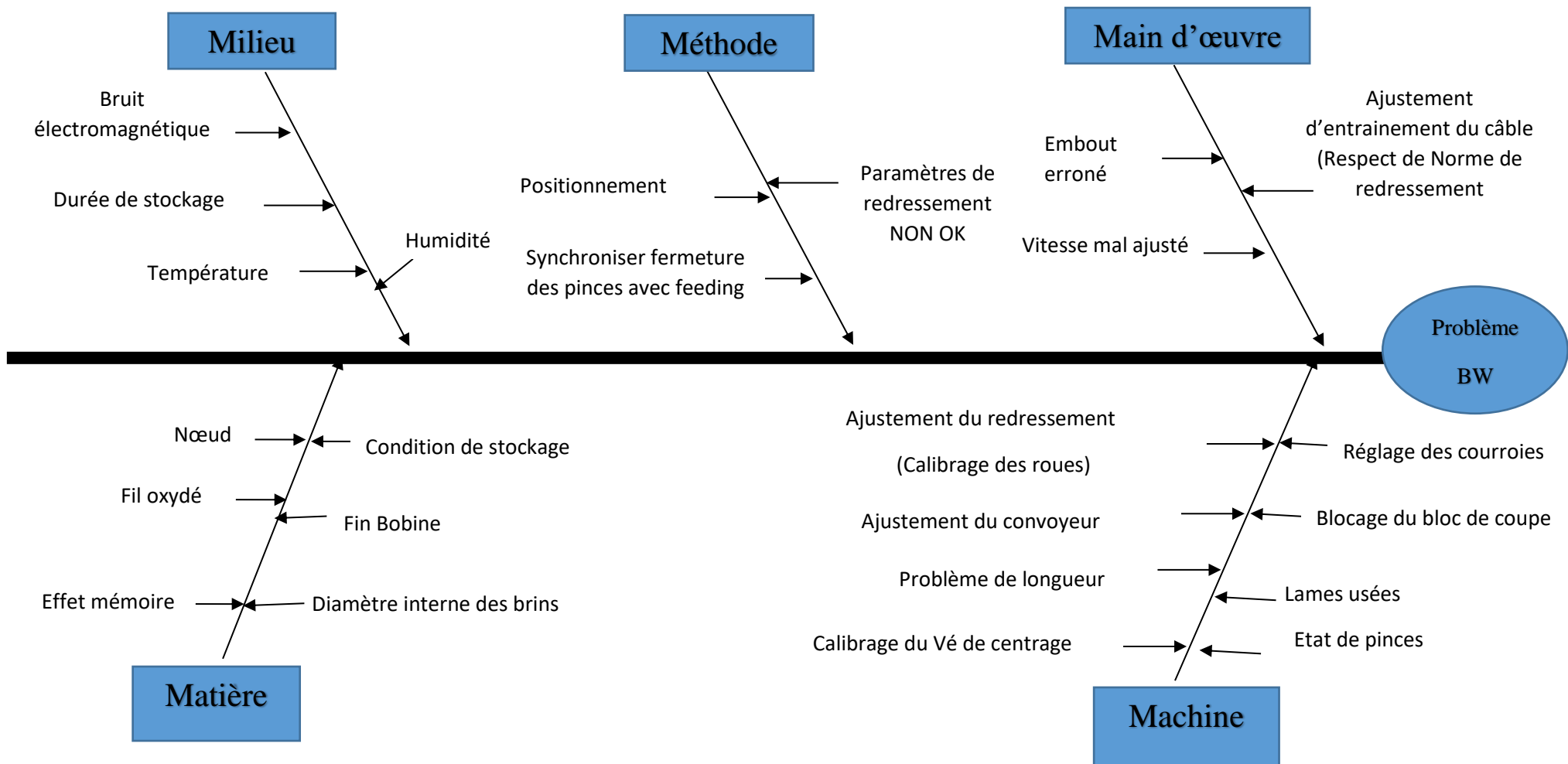


Figure 35 : diagramme d'Ishikawa du Bad Wire

## 1) Etude AMDEC de différentes causes :

| problèmes                     | Actions   | G | F | D | C  | remarques  |
|-------------------------------|---|---|---|---|----|--|
| Ajustement de redressement    | S'assurer de la conformité des paramètres avec la norme     | 2 | 5 | 2 | 20 | Elaboration de la matrice de redressement et Suivi de cette matrice          |
| Diamètre des brins            | Exigence d'élaboration d'une norme                          | 2 | 5 | 4 | 40 | Faire un suivi régulier de la matière première afin de s'assurer du problème |
| Calibrage des roues           | Contrôle de calibrage des roues                             | 2 | 4 | 3 | 24 |  |
| Effet mémoire                 | Standardisation du feeding sur toutes les machines          | 2 | 4 | 3 | 24 | Suivi de la méthode QCC  |
| Lames usées                   | Optimisation de la durée de préventive                      | 1 | 2 | 2 | 4  |  |
| Réglage des courroies         | Réglage de la vitesse des courroies                         | 1 | 3 | 2 | 6  |  |
| Paramètres de dénudage non ok | Comparer ces paramètres avec ceux de la norme               | 1 | 4 | 2 | 8  | Ajustement des paramètres de dénudage et suivie de ces paramètres            |
| Etat des pinces non ok        | Optimiser la durée de préventive                            | 2 | 3 | 1 | 6  |  |
| Méthode de bobinage           | Optimiser la durée de stockage des bobines                  | 1 | 3 | 4 | 12 |  |
| Choix des lames               | Déterminer les lames appropriées pour chaque fil            | 1 | 3 | 2 | 6  |  |
| Calibrage du vé de centrage   | Ajuster le mouvement du vé de centrage avec celui du bras   | 2 | 5 | 4 | 40 |  |
| Embout erroné                 | Utilisation des embouts corrects pour chaque section du fil | 1 | 2 | 3 | 6  |  |
| Vitesse mal ajusté            | Synchronisation de toutes les vitesses de la machine        | 1 | 2 | 4 | 8  |  |

*Tableau 7 : grille d'AMDEC du Bad Wire*

Le tableau 7 est une grille d'AMDEC qui permet de savoir la criticité des différentes causes qui impactent le problème, par la suite il nous permet de détecter les causes les plus critiques :

- Calibrage du vé de centrage
- Diamètres des brins
- Ajustement du redressement non ok
- Calibrage des roues
- Effet mémoire

## 2) Plan d'action :

Lors d'élaboration du plan d'action nous avons remarqué qu'il y a des points communs entre le premier et le deuxième problème pour cela nous allons travailler une seule fois sur ces points. En ce qui concerne l'amélioration du Bad Wire nous avons proposé la conception de deux pièces qui vont réduire la criticité du problème.

## *Chapitre*

# **4**

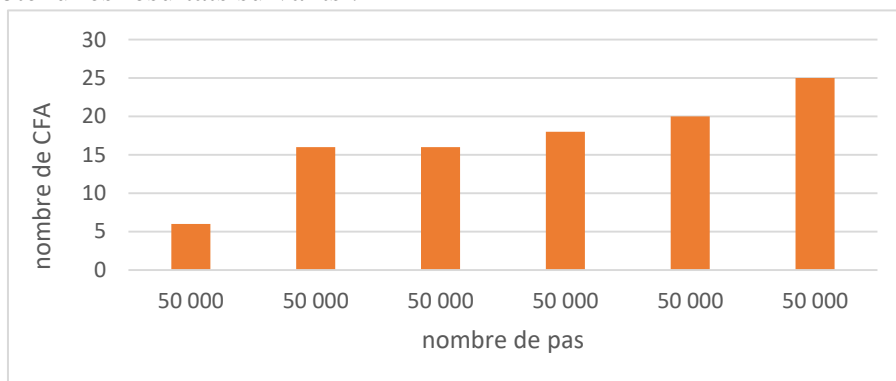
## *Améliorations*

Dans ce chapitre nous allons traiter l'ensemble des améliorations proposées ainsi de déterminer leurs gains.

## I. Améliorations du BI49 (CFA) :

### 1) Préventive des applicateurs :

La préventive des applicateurs se fait chaque 300000 pas, afin d'évaluer le degré d'efficacité de cet applicateur durant cette période nous avons suivi son travail dans deux machines et nous avons obtenu les résultats suivants :

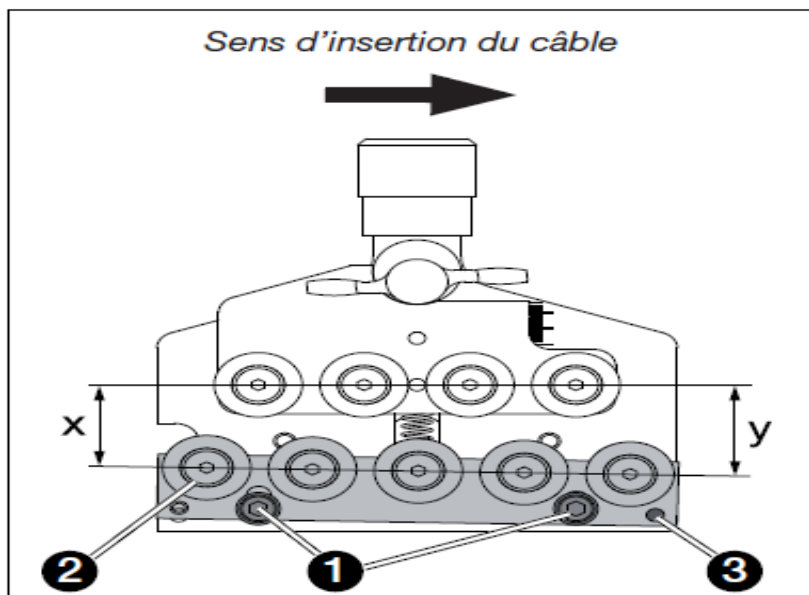


*Figure 36 : nombre de CFA en fonction de nombre de pas*

D'après la figure le nombre de CFA augmente de plus en plus, afin d'atteindre notre objectif qui s'intitule sur la diminution de ce nombre nous avons proposé la minimisation de la durée de préventive des applicateurs.

Nous avons étudié la faisabilité de cette proposition et elle a été validée par l'équipe vue le gain qu'elle génère.

### 2) Ajustement des paramètres de redressement :








Sur chaque machines de type KOMAX il y a un standard à respecter au niveau de l'appareil de dressage.

Ce standard est assuré par un réglage mécanique sur chaque côté de l'appareil.

*Figure 37 : moyen de redressement du fil*

Pour améliorer ce problème il faut tout d'abord améliorer les différentes causes qui le provoquent :

| Cause   | Photo  | Action   |
|---|--|--|
| <p><b>Montage de la vis n'est pas correct</b></p>                                     |    | <p><b>Il faut assurer la bonne position de la vis et respecter le réglage d'angle.</b></p>   |
| <p><b>Le support des galets ne respecte pas l'inclinaison recommandée</b></p>         |    | <p><b>Il faut respecter le réglage d'angle</b></p>   |
| <p><b>Montage de la vis n'est pas correct. Montage du fil sous forme S.</b></p>       |   | <p><b>Il faut assurer la bonne position de la vis et respecter le réglage d'angle. Et que le fil soit bien dressé tout en respectant la norme de redressement.</b></p> |
| <p><b>Montage de la vis n'est pas correct.</b></p>                                    |  | <p><b>Il faut assurer la bonne position de la vis et respecter le réglage d'angle.</b></p>   |
| <p><b>Présence de frottement entre les galets à cause du montage de fil en S.</b></p> |  | <p><b>Maintenance : Ce frottement a causé l'endommagement des galets.</b><br/><b>Qualité : Cet endommagement présente un risque sur le fil.</b></p>                    |

*Tableau 8 : les causes provoquent le mauvais redressement*

Dans le but de déterminer une solution efficace à ce problème nous avons décidé en collaboration avec le département de production et les agents de maintenance de lancer la production pour les différentes longueurs du fil, les différentes sections et les différents états de la bobine (début, milieu, fin) pour savoir le bon réglage et les bonnes conditions ou on peut avoir un produit conforme aux exigences du client. En fonction de mesures utilisées nous avons élaboré la matrice suivante :

| Section | Entrainement du fil | Réglage 1 +0.2<br>- | Réglage 2+0.2<br>- |
|---------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 0.35    | A                   | 0.36                | 0.47               |
| 0.5     | A                   | 0.45                | 0.52               |
| 0.75    | A                   | 0.46                | 0.55               |
| 1       | B                   | 0.48                | 0.55               |
| 1.25    | B                   | 0.5                 | 0.6                |
| 1.5     | B                   | 0.52                | 0.6                |
| 2       | C                   | 0.54                | 0.65               |
| 2.5     | C                   | 0.6                 | 0.65               |
| 3       | C                   | 0.64                | 0.66               |
| 4       | D                   | 0.66                | 0.68               |
| 5       | D                   | 0.68                | 0.7                |
| 6       | D                   | 0.7                 | 0.72               |

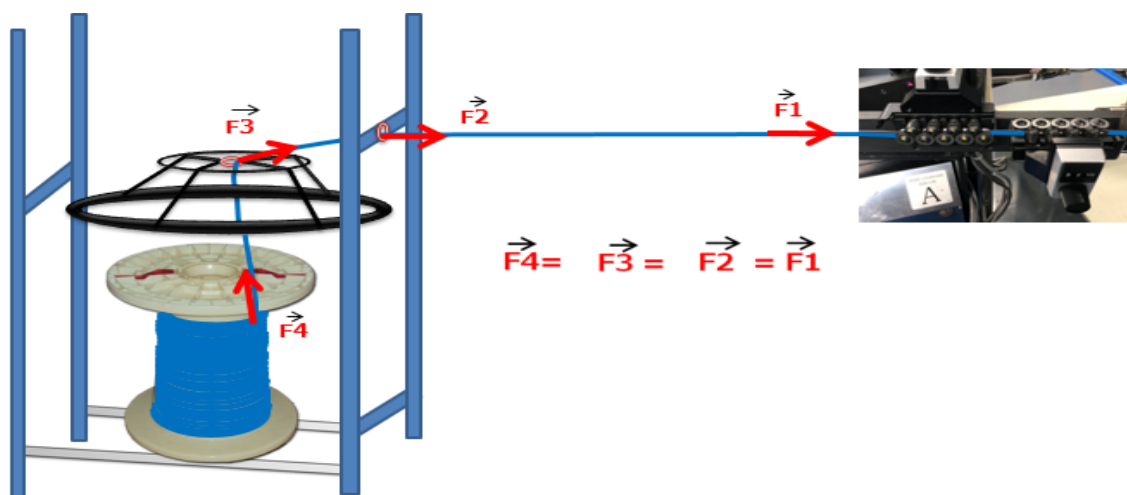
*Tableau 9 : matrice d'ajustement de redressement*

### 3) Calibrage des bras :

Nous avons proposé de faire des contrôles journaliers de calibrage des bras, afin d'éliminer l'impact de cette action nous proposons de l'effectuer au cours du changement de matière chaque début du shift.

### 4) Effet mémoire :

Afin de réduire la criticité de problème de la torsion du fil nous avons tout d'abord déterminé le bilan des forces appliquées sur le fil dans la partie du redressement et nous avons obtenu les résultats suivants :



*Figure 38 : état de blocage du fil*



C'est un cas de blocage de fil pour cela l'ensemble des forces appliquées sont égales et afin d'éliminer ce blocage nous avons proposé d'ajouter une force intermédiaire.

Nous avons déterminé la tension de cette force en respectant l'exigence du client concernant la force maximale appliquée sur le fil entre le rack et la machine mais en faisant un test à l'aide du tensiomètre pour déterminer le balancer approprié pour ce cas.

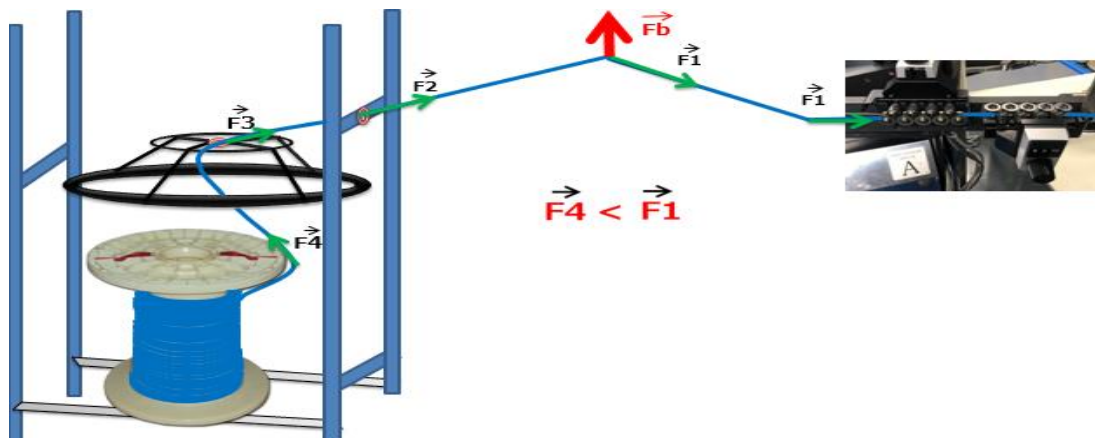


Figure 39 : la résolution du blocage

La première pièce que nous avons proposée est la suivante :

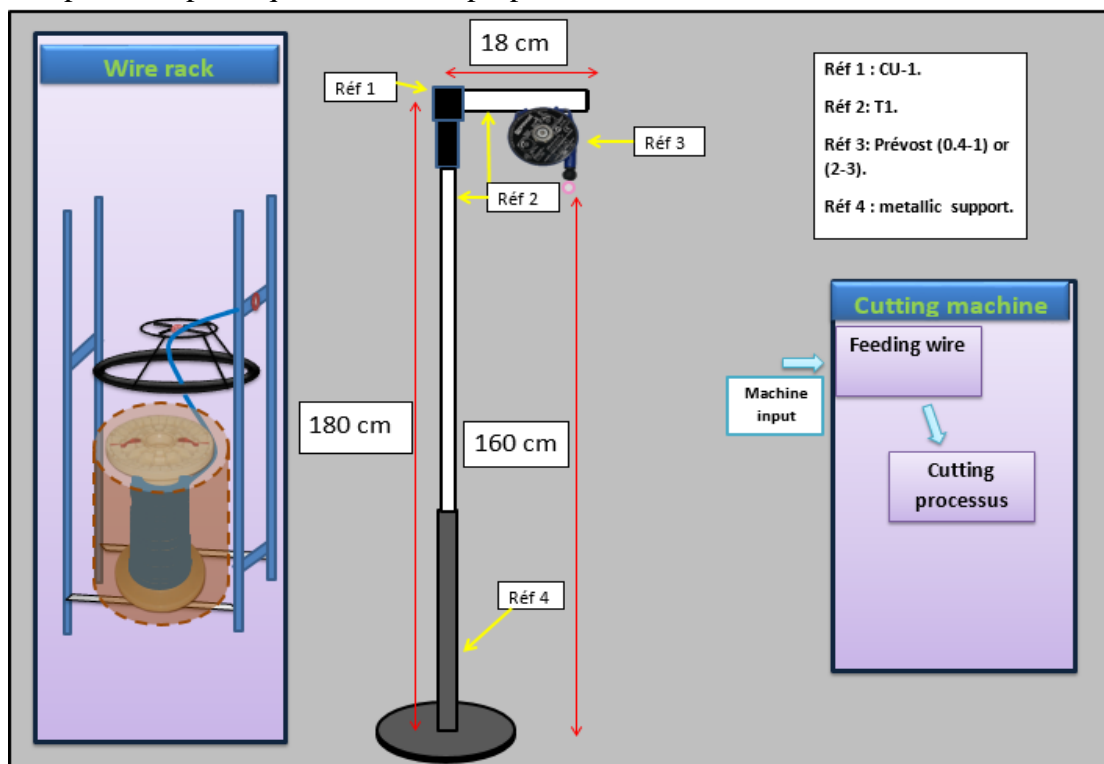


Figure 40 : feeding système 1

Lors de fonctionnement de cette pièce nous avons remarqué l'existence de quelques anomalies pour cela nous étions obligés de modifier la structure de la pièce et nous obtenons le résultat suivant :

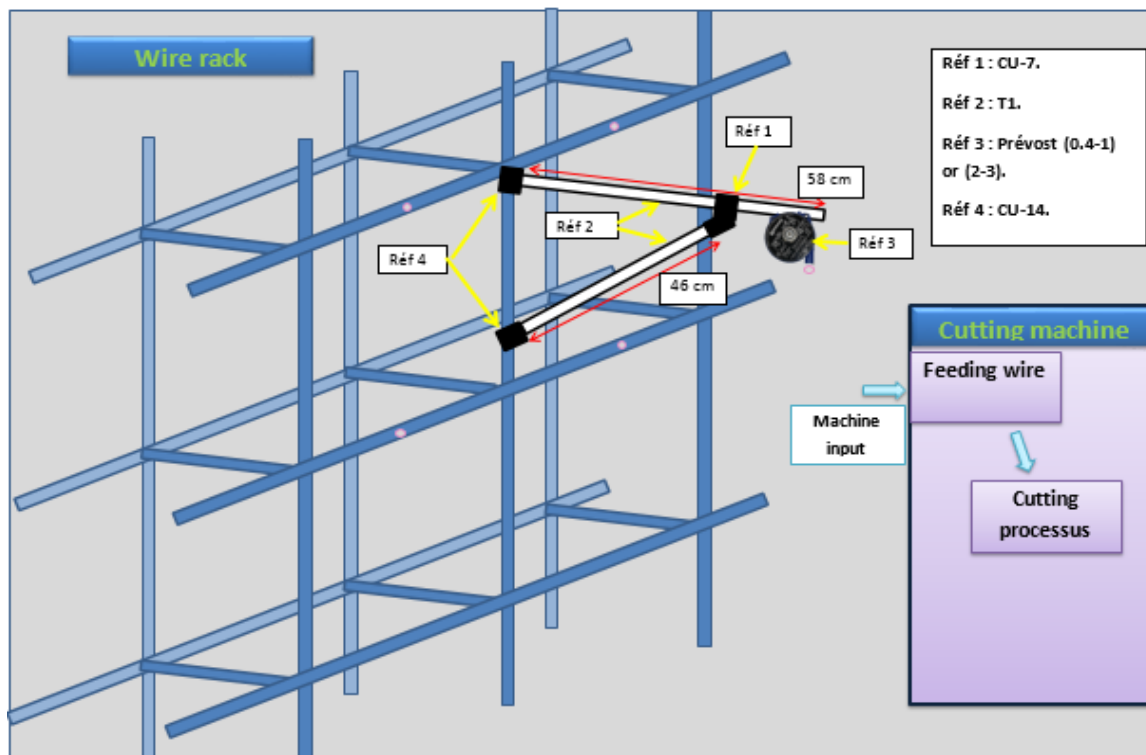


Figure 41 : feeding système 2

### 5) Diamètre des brins :

Dans toute les machines de coupe existe une courbe de tolérance de CFA afin de contrôler les points ou les fils qui dépassent les limites tolérables.

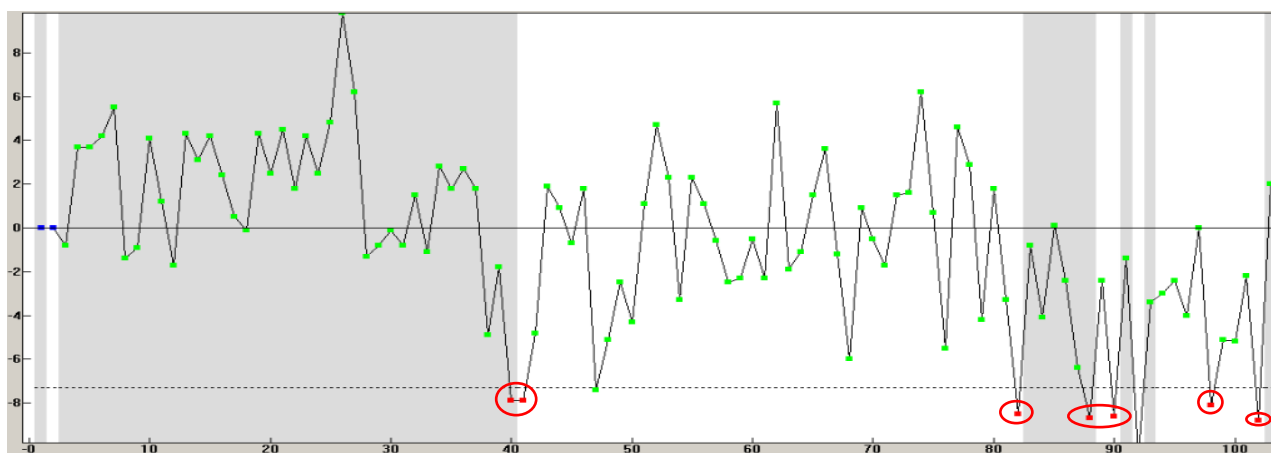
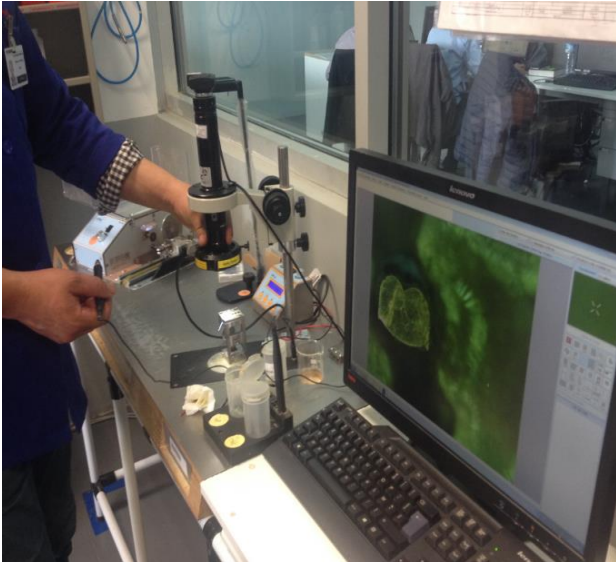


Figure 42 : courbe de CFA

Comme nous remarquons les points en rouge dépassent la limite tolérable et ce sont des CFA fantômes pour connaître leurs causes racines nous avons fait un test micro-cut :



D'après les résultats obtenus nous remarquons qu'il y a un manque de brins, afin de s'assurer de l'exactitude de cette information nous avons décidé de faire un suivi de matière première.

Nous détectons par la suite qu'il y a une différence entre ce qui est fournis par le fournisseur et ce qui est obtenus d'après les résultats de suivi.

Pour améliorer ce problème nous avons exigé au fournisseur d'élaborer une norme significative sur laquelle on peut compter lors d'apprentissage d'applicateur.

*Figure 43 : test de micro-cut*

## 6) Conclusion

Par l'application de ces améliorations nous avons pu :

- Réduire le taux de SCRAP de **6%**
- Minimisation du temps d'arrêt des machines de coupe à cause de CFA **8%**
- Améliorer la disponibilité de la machine (éliminer toute sorte de gaspillage de temps)

En terme financier :

- Pour la préventive des applicateurs on pourra gagner jusqu'à **332 euro** par 10jrs
- Pour l'effet mémoire on gagne **80 euro** par mois

## II. Amélioration du Bad Wire :

Dans le but de réduire la criticité du Bad Wire et afin d'améliorer la qualité du produit, nous avons proposés la conception de deux pièces, la première permet d'améliorer la qualité du produit et la deuxième tend à réduire la criticité du problème.

### 1) côté qualité du produit finis :

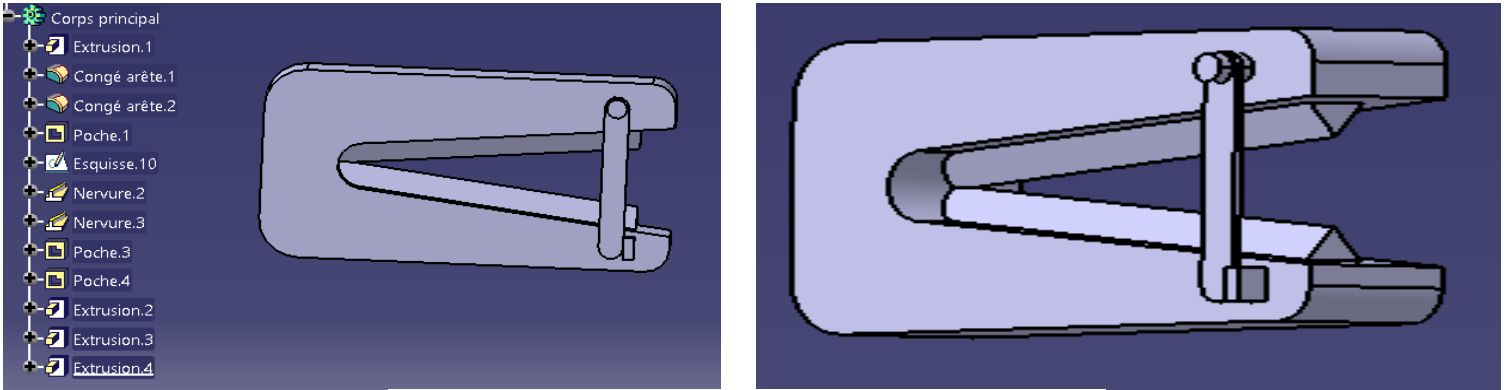


Figure 44 : lames de coupe des fils défectueux

Nous avons réalisé cette pièce dans le but de filtrer les fils défectueux qui influencent la qualité du produit finis

### 2) côté minimisation de la criticité du problème :

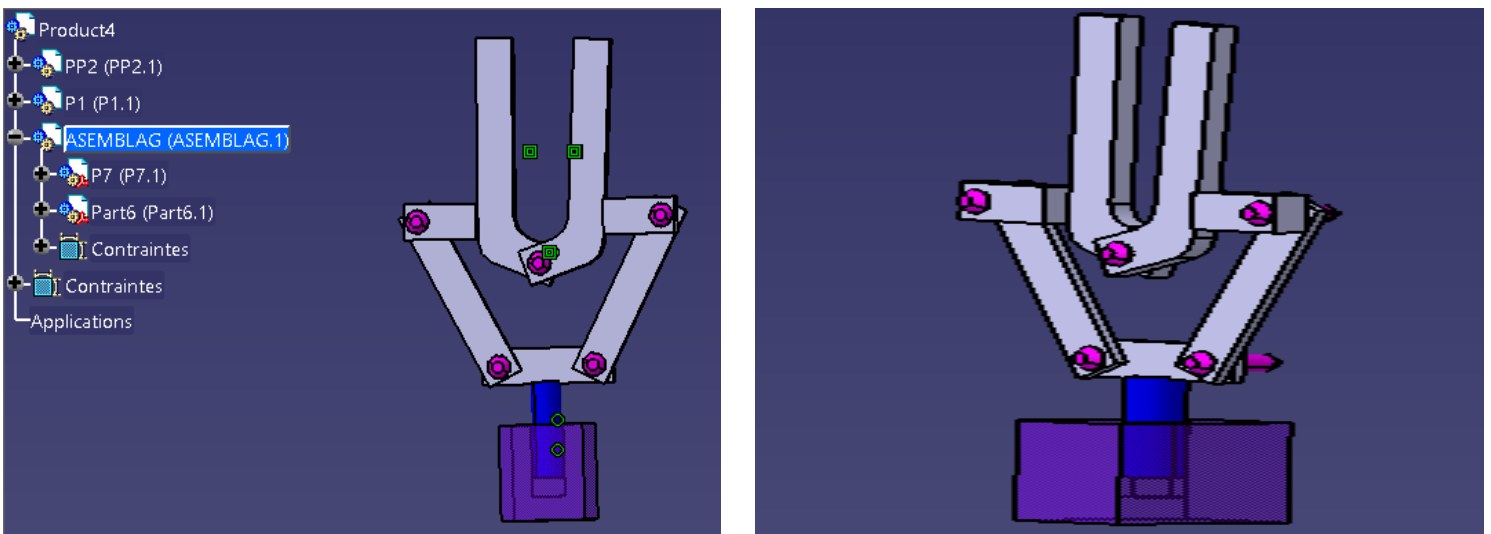


Figure 45 : la remplaçante du vé de centrage

Dans cette partie notre objectif s'intitule sur la diminution de la criticité du problème posée et spécifiquement la criticité du calibrage du Vé de centrage. Le rôle du Vé de centrage est de pousser le fil en haut et vers le centre pour que le bras puisse le maintenir, or parfois il n'arrive pas à accomplir sa mission, c'est dans cette optique que nous avons proposé la conception de notre pièce qui va faire un travail similaire que celui du Vé de centrage mais d'une manière plus précise (annexe 4)

## *Conclusion*

Lors de ce stage effectué au sein de YAZAKI Meknès, nous avons eu l'opportunité d'avoir une vue d'ensemble sur les sociétés multinationale de travailler en équipe, de faire face à des situations nouvelles et intéressantes ainsi que développer notre esprit d'initiative, d'innovation et de recherche.

Notre projet a porté sur la détection des problèmes critiques et proposition des améliorations au sein de la zone de coupe, ce dernier rentre dans le cadre du progrès continu dans lequel s'implique plusieurs services en particulier le service technique, le service qualité et le service production .Notre mission était de proposer des solutions pour remédier aux différentes causes des problèmes détectés comme étant critiques. Ces aboutissements ont fait l'objet d'un diagnostic et une estimation des gains. Les résultats se manifestent par la réduction du scrap de 6% ainsi qu'une diminution du temps d'arrêt de 8%et bien évidemment une augmentation au niveau de la qualité du produit.

En perspective, et dans le but de diminuer d'avantage le scrap des chaînes de production, notre travail pourra être extrapolé aux autres lignes de production.

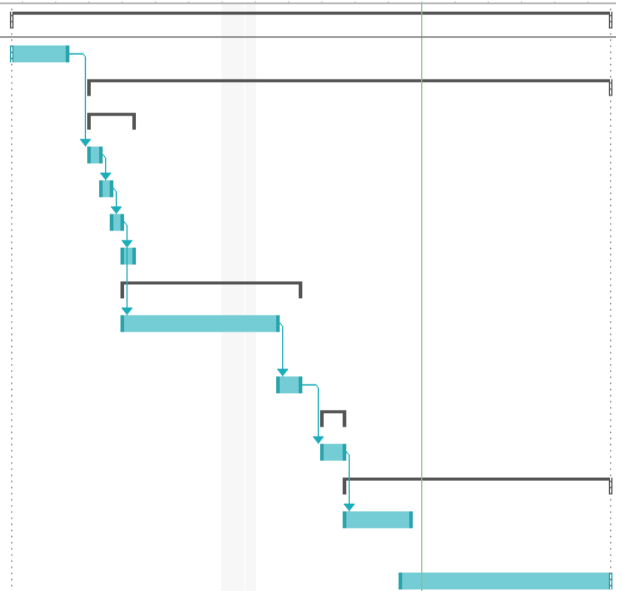
Nous pourrions dire que cette expérience de stage nous a été en tout point bénéfique car elle nous a permis de mettre en application et consolider un certain capital théorique acquis tout au long des années passées ,et le fait de travailler sur le terrain nous a permis d'avoir une vision détaillée sur le processus de fabrication et d'avoir une vision réelle sur des contraintes en entreprise.

## **Bibliographie**

- L'utilisation des notes internes de la société.
- Quelque site d'internet afin de déterminer la définition de l'ensemble des outils utilisés.

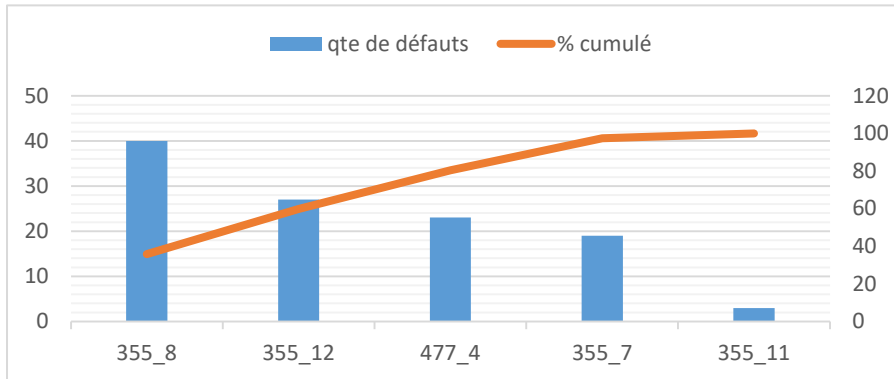
## Annexe 1 : diagramme du Gantt

|   |                 |                     |                     |
|---|-----------------|---------------------|---------------------|
| ▣ <b>Projet fin d'étude</b>                     | <b>39 jours</b> | <b>Lun 10/04/17</b> | <b>Ven 02/06/17</b> |
| Formation Générale                              | 5 jours         | Lun 10/04/17        | Ven 14/04/17        |
| ▣ <b>PDCA</b>                                   | <b>34 jours</b> | <b>Lun 17/04/17</b> | <b>Ven 02/06/17</b> |
| ▣ <b>Planifier</b>                              | <b>4 jours</b>  | <b>Lun 17/04/17</b> | <b>Jeu 20/04/17</b> |
| Définition du problème                          | 1 jour          | Lun 17/04/17        | Lun 17/04/17        |
| Définition de l'objectif                        | 1 jour          | Mar 18/04/17        | Mar 18/04/17        |
| Méthode QQOQCP                                  | 1 jour          | Mer 19/04/17        | Mer 19/04/17        |
| préparation de cahier de charge                 | 1 jour          | Jeu 20/04/17        | Jeu 20/04/17        |
| ▣ <b>Do ( Analyse)</b>                          | <b>11 jours</b> | <b>Jeu 20/04/17</b> | <b>Ven 05/05/17</b> |
| Analyse des données et Détection des Problèmes  | 9 jours         | Jeu 20/04/17        | Mer 03/05/17        |
| plan d'action                                   | 2 jours         | Jeu 04/05/17        | Ven 05/05/17        |
| ▣ <b>Check</b>                                  | <b>2 jours</b>  | <b>Lun 08/05/17</b> | <b>Mar 09/05/17</b> |
| Vérification de la fiabilité des informations   | 2 jours         | Lun 08/05/17        | Mar 09/05/17        |
| ▣ <b>Act</b>                                    | <b>18 jours</b> | <b>Mer 10/05/17</b> | <b>Ven 02/06/17</b> |
| Recherche des idées et Elaboration des solution | 4 jours         | Mer 10/05/17        | Lun 15/05/17        |
| Suivi des améliorations                         | 15 jours        | Lun 15/05/17        | Ven 02/06/17        |

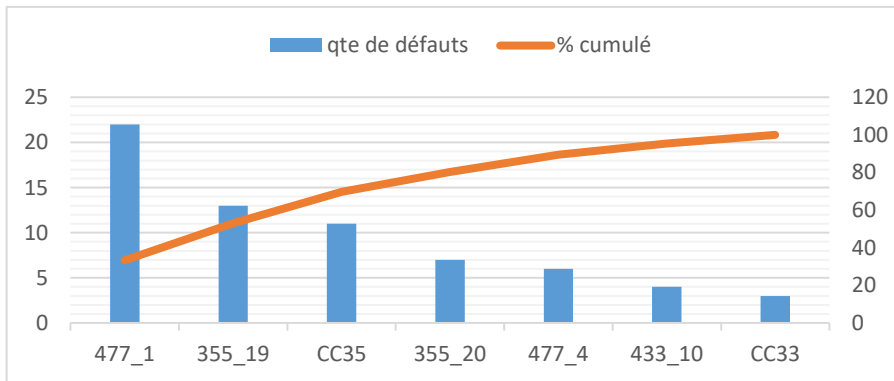


**Annexe 2 : les figures des applicateurs et des sections critiques en fonction des machines**

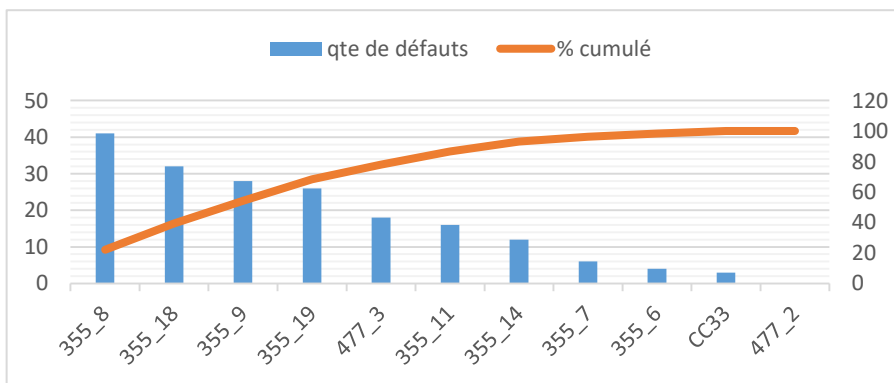
**❖ Les applicateurs :**



**Figure 1 : la quantité de défauts de l'applicateur 71164815 en fonction de l'ensemble des machines**



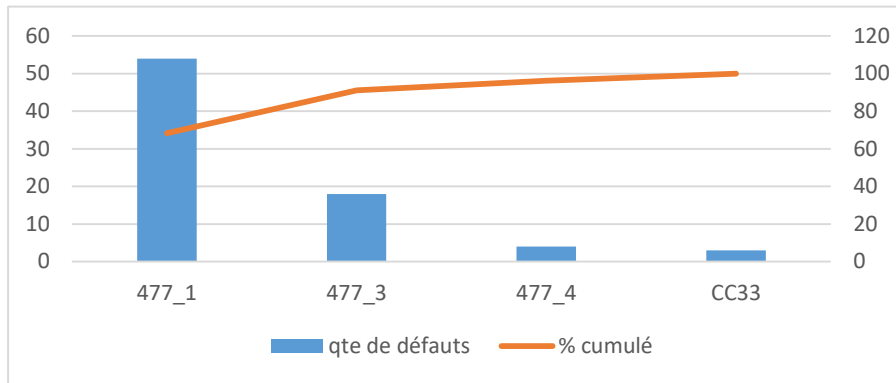
**Figure 2 : la quantité de défauts de l'applicateur 71166955 en fonction de l'ensemble des machines**



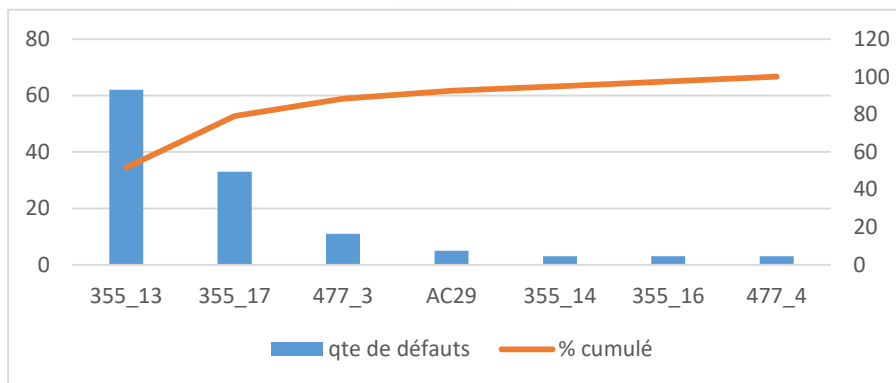
**Figure 3 : la quantité de défauts de l'applicateur 71144387 en fonction de l'ensemble des machines**



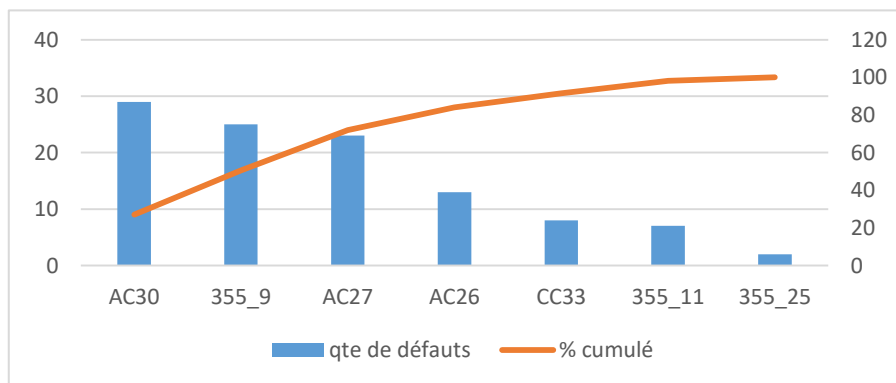
❖ **Pour les sections :**



**Figure 4 : somme de quantité de défaut de la section la plus critique 0.35\*2 en fonction des machines**



**Figure 5 : somme de quantité de défaut de la section la plus critique 1.5 en fonction des machines**

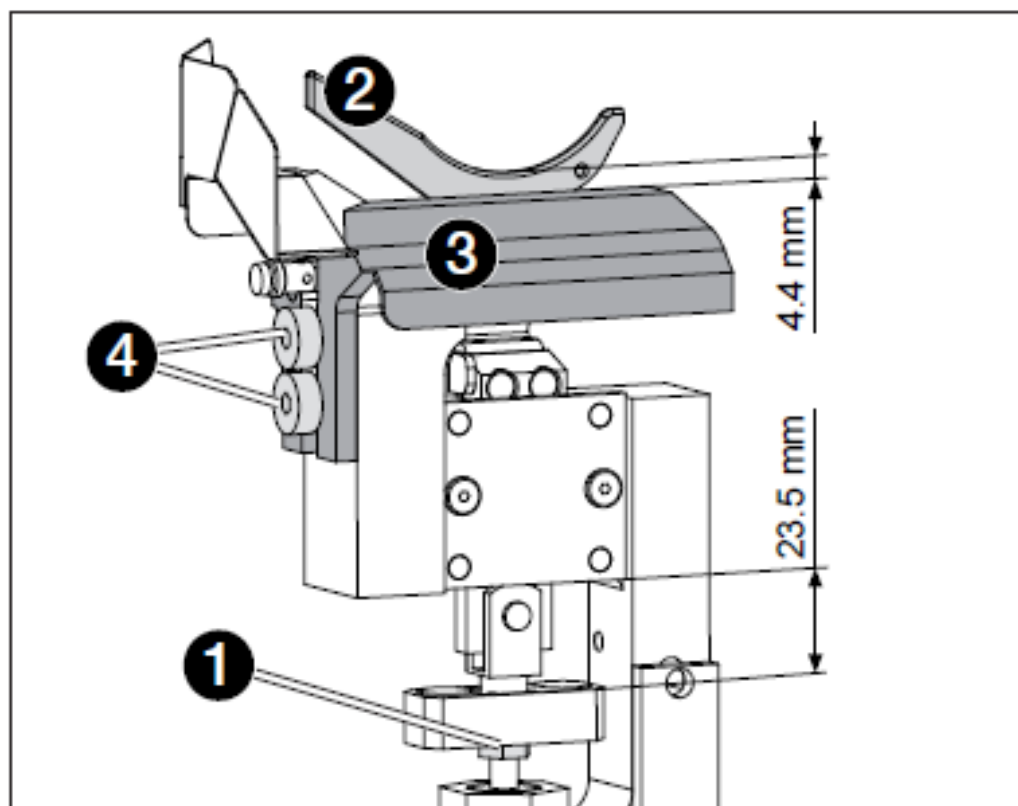


**Figure 6 : somme de quantité de défaut de la section la plus critique 0.75 en fonction des machines**

### Annexe 3 : la cotation AMDEC

| <b>Valeur de G</b> | <b>Critères</b>   |
|--------------------|---|
| 1                  | Défaillance mineure (arrêt de production inférieur à 1h)                                  |
| 2                  | Défaillance moyenne (arrêt de production de 1 à 8h)                                       |
| 3                  | Défaillance critique (arrêt de production de 8 à 48h)                                     |
| 4                  | Défaillance très critique (arrêt de production de 2 à 7 jours)                            |
| 5                  | Défaillance catastrophique (arrêt de production supérieure à 7jours)                      |
| <b>Valeur de F</b> | <b>Probabilité d'apparition du problème</b>   |
| 1                  | Défaillance inexistance (1 arrêt max chaque 2 ans)  |
| 2                  | Défaillance occasionnelle déjà apparue sur ce type de matériel (1 arrêt max chaque ans)   |
| 3                  | Défaillance occasionnelle posant plus souvent problème (1 arrêt max chaque 6 mois)        |
| 4                  | Défaillance certaine sur ce type de matériel (1 arrêt chaque mois)                        |
| 5                  | Défaillance systématique (1 arrêt max chaque semaine)                                     |
| <b>Valeur de D</b> | <b>Critères</b>   |
| 1                  | L'opérateur pourra éliminer le signe avec une alerte automatique ou une action préventive |
| 2                  | Il existe un signe mais avec un risque qu'il soit inaperçue par l'opérateur               |
| 3                  | Le signe avant-coureur de la défaillance n'est pas décelable                              |
| 4                  | Il n'existe aucun signe avant-coureur de la défaillance                                   |

Annexe 4 : description du vé de centrage



**1 : écrou**

**2 : la tôle de guidage**

**3 : rampe du câble**

**4 : les vis**

Figure 7 : le vé de centrage