

Dédicaces

Au Dieu Tout Puissant,

Qui m'a accordé santé, force et courage pendant ces années d'études.

À mes très chers parents

Dont les sacrifices quotidiens ont fait de moi ce que je suis.

Ils m'ont soutenu et encouragé tout au long de mon parcours, ils ont supporté mes états d'âme, mes doutes et mes absences. Pour leur amour constant, je leur suis et leur resterai pour toujours obéissant.

J'espère être à la hauteur de l'image qu'ils se sont fait de moi.

Qu'ils sachent que je les associe entièrement à la réalisation de ce travail.

À mes frères et sœurs,

Pour leur affection et leur encouragement qui ont toujours été pour nous les plus précieux.

À mes très chers amis

Avec qui j'ai partagé de bons moments, qui m'ont offert l'occasion de sentir la valeur de la véritable amitié.

À mes chers professeurs

Pour leurs compréhensions, leurs conseils qui nous ont dirigés vers le chemin de succès et qui nous ont aidés tout au long de notre cursus universitaire et professionnel.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à sa réussite, qui m'ont aidé à surmonter toutes les difficultés rencontrées pendant la période de mon stage.

Mes sincères remerciements à **Mr. DOUKHRI Abdellah**, Manager du département préparation de production & nouveaux projets au sein de YMM, pour sa confiance, sa générosité et pour m'avoir donné l'occasion de réaliser ce stage dans son département.

Je tiens à adresser mes vifs remerciements à mon encadrant et mon professeur **Mr. RJEB Mohammed** pour le temps qu'il m'a accordé et pour son aide et son soutien tout au long du projet.

Je présente mes sincères remerciements aussi à mon encadrant professionnel **Mr. ABETTACHE Abderrahim**, Chef de projet, pour son encadrement, sa disponibilité, ses directives, ses orientations et ses conseils précieux étaient décisifs pour la réussite de ce projet.

Je voudrais aussi témoigner ma reconnaissance à tout le personnel de YAZAKI MOROCCO MEKNES en général et aux membres des Départements PP&NP et IE&NYS en particulier, surtout **Mr. HADDAD Charafeddine** et **Mr. DIOURI Sofiane** qui m'ont fait bénéficier de leur collaboration et toutes les explications concernant le fonctionnement de leurs services.

Avant d'entamer ce travail, je tiens à remercier les membres du jury, qui ont accepté d'évaluer mon travail, et pour le soin qu'ils vont apporter à l'enrichissement de ce document.

Liste des figures

Figure 1: Type des produits de YAZAKI	2
Figure 2: Répartition de YAZAKI dans le monde	3
Figure 3: Les principaux clients de YAZAKI	3
Figure 4: L'usine de YAZAKI MOROCCO MEKNES (YMM)	4
Figure 5: Organigramme de YMM	6
Figure 6: Familles d'un faisceau d'automobile.....	8
Figure 7: Différents composants d'un câble automobile.....	8
Figure 8: Zone de la coupe P1.....	10
Figure 9: Chaîne d'assemblage	11
Figure 10: Schéma décrivant les opérations de la chaîne	11
Figure 11: Zone d'expédition.....	12
Figure 12: Diagramme bête à corne.....	14
Figure 13: La demande client des projets JFA / BFB.....	21
Figure 14: Concept de ligne de la ligne arrière JFA.....	24
Figure 15: Structure SPS	25
Figure 16: Outil SIPOC	27
Figure 17: Diagramme Pareto sur La demande client des références	31
Figure 18: YAMAZUMI CHART de la référence 241630736R	33
Figure 19: Balancing file (affectation de toutes les opérations à l'opérateur 33)	42
Figure 20: Répartition de la charge au poste SPS5.....	43
Figure 21: Résultat après équilibrage des postes d'insertion et montage	44
Figure 22: Vue de face de la nouvelle structure	46
Figure 23: Conception de la chaîne d'assemblage	47

Liste des tableaux

Tableau 1: Fiche signalétique de YMM	5
Tableau 2: Equipe du projet.....	15
Tableau 3: La demande client des projets JFA / BFB	21
Tableau 4: Tableau qui montre le MH le plus demandé de chaque projet.....	22
Tableau 5: Grille d'évaluation pour le choix de la ligne pilote	23
Tableau 6 : Fonction de chaque poste dans la chaine JFA	26
Tableau 7: Méthode QQQOCP.....	28
Tableau 8: Classification des références des câbles de la famille JFA.....	30
Tableau 9: Les MH des références des câbles représentant 79,95% de la demande client	32
Tableau 10: Volume contracté du projet JFC phase2	34
Tableau 11: Capacité de production des deux projets.....	35
Tableau 12: Résultat de calcul obtenu pour l'année 2019.....	35
Tableau 13: Les tubes vides pour chaque structure.....	36
Tableau 14: Le nombre de connecteurs des deux phases du projet JFC.....	37
Tableau 15: Nombre de connecteurs par poste	38
Tableau 16: Nombre de fils par poste.....	39
Tableau 17: Le MH par métier du PN 241630833R.....	41

Liste des matières

Dédicaces

Remerciements

Liste des figures

Liste des Tableaux

Liste des matières

Liste des abréviations

Glossaire

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Présentation de l'entreprise d'accueil

1. Introduction	2
2. Présentation du groupe YAZAKI.....	2
2.1. Généralités :	2
2.2. Clients de YAZAKI	3
3. Présentation de YAZAKI MOROCCO (YMO).....	4
3.1. Historique de YAZAKI MOROCCO	4
3.2. Présentation de YAZAKI Meknès	4
3.3. Fiche signalétique de YAZAKI Meknès.....	5
3.4. Organigramme de YAZAKI Meknès.....	5
3.5. Présentation des différents départements.....	6
4. L'activité principale de YAZAKI Meknès.....	7
4.1. Le câblage automobile :	7
4.2. Composants d'un câble électrique	8
5. Processus de production	9
5.1. Planification	9
5.2. Réception	9
5.3. La production	9
5.4. L'expédition des produits finis	11
6. Conclusion.....	12

Chapitre II : Contexte générale du projet et Méthodes utilisées

1. Introduction	13
2. Présentation du projet.....	13
2.1. Contexte générale.....	13

2.2. Périmètres du projet	13
2.3. Démarche du projet.....	15
2.4. Revue de littérature	16
3. Conclusion.....	18

Chapitre III : Analyse et diagnostique de l'existant

1. Introduction	19
2. Choix de la ligne d'intégration.....	19
2.1. Présentation globale des lignes	19
2.2. Elaboration des critères d'évaluation des lignes.....	20
3. Description de la ligne JFA.....	23
3.1. Concept de ligne de la ligne JFA	23
3.2. Description des postes de la ligne JFA	24
4. Description de processus de la ligne JFA (SIPOC).....	26
5. Formulation du problème	27
6. Etude de la performance actuelle de la ligne JFA	29
6.1. Choix de composant à étudier.....	29
6.2. Elaboration de la méthode YAMAZUMI Chart	32
6.3. Elaboration Du diagramme YAMAZUMI pour la référence « 241630736R ».....	33
7. Simulation des projets JFA et JFC phase 2	34
8. Etudes des moyens de stockage des fils :.....	36
8.1. Etude des tubes.	36
9. Affectation de la charge aux différents postes d'insertion + montage.....	37
9.1. Affectation des connecteurs.....	37
9.2. Affectation des fils.....	38
10. Conclusion.....	40

Chapitre IV : Distribution des tâches et améliorations

1. Introduction	41
2. Distribution des taches et équilibrage des postes	41
3. Les opérations d'assemblage (insertion + montage + enrubannage) :	42
3.1. Postes d'insertion et montage	42
3.2. Poste d'enrubannage	44
4. Traitement du problème des structures.	45
5. Gain en termes d'espace et structure	47

6. Conclusion.....	48
Conclusion générale	51
Bibliographies	
Annexes	

Liste des abréviations

BFB :	Projet voiture Renault Mégane
DMAIC :	Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler.
EDI :	Echange de Données Informatisés
IE :	Industriel Engineering
JFA :	Projet voiture Renault Scénic
JFC :	Projet voiture Renault Espace
MN:	Man Hour
MRP:	Material Requirement Planning
NYS:	New Yazaki System
PN:	Part Number
PP & NP :	Préparation de Production et Nouveau Projet
P1 :	Zone de coupe
P2 :	Zone de pré-assemblage
P3:	Zone d'assemblage
SAP:	Systems, applications, and products for data processing
SPS:	Standard Packaging Size
TT:	Take Time
YMM:	Yazaki Morocco Meknès
YMO:	Yazaki Morocco

Glossaire

Balancing file : C'est un fichier Excel qui rassemble tous les tâches qui doit s'effectuer pour faire le montage d'un câble. Il permet la répartition de ces tâches sur les opérateurs et les postes de la chaîne selon un temps de cycle défini par l'objectif voulu.

EDI : Fichier Excel préparé par le département production regroupe les demandes du client par référence de câble et par projet dans une semaine.

Jig-Board (JIG) : Planche en bois comprenant le schéma du faisceau, elle sert à assembler les câbles.

Lay-out : Schéma en dimensions réelle du faisceau mettant en évidence ces différents constituants.

Man-hour : Homme-heure, temps nécessaire à un seul opérateur pour effectuer une certaine tâche.

Poste goulot : représenté par le poste le plus chargé dont le temps de cycle dépasse le temps de Takt.

Shift : Equipe de travail de 7,67 h.

Takt Time : Le «Takt» est la traduction allemande de la cadence déterminée par la baguette du chef d'orchestre, qui lui permet entre autres de donner le rythme. Le «Takt Time» est la vitesse à laquelle les pièces doivent être produites pour satisfaire la demande client.

Line Concept : Le concept de ligne, c'est un schéma qui présente la distribution des postes sur la surface allouée à une chaîne et précise la répartition des opérateurs sur ces postes.

Cycle time : le temps réel que passe chaque opérateur pendant l'exécution de ses tâches, il est obtenu par chronométrage.

Introduction générale

L'industrie automobile est un secteur porteur au Maroc, qui bénéficie depuis toujours d'une attention particulière des sphères économiques. Aujourd'hui, et plus que jamais, les entreprises opérantes dans ce domaine se trouvent dans l'obligation d'améliorer leurs performances industrielles. Le service préparation de production et nouveau projet est ainsi la pierre angulaire de l'entreprise. Le succès de cette dernière est directement relié à sa conception du système de production ainsi qu'à sa gestion.

Face à cette situation, l'entreprise espère donc identifier des pistes d'amélioration pour l'ensemble de ses processus de production et de ses coûts. C'est le cas notamment de YAZAKI MOROCCO MEKNES, leader dans le domaine du câblage automobile qui s'est lancée dans l'industrialisation d'un nouveau projet dans une chaîne de production qui est déjà existante afin de réduire le coût et optimiser l'espace pour maintenir des améliorations rentables pour l'entreprise.

C'est dans ce cadre que ce présent projet nous a été confié par le département préparation de production et nouveau projet et qui s'intitule «industrialisation de la phase 2 du projet JFC (Renault Espace) de la famille arrière». Afin d'atteindre l'objectif prédéfini, nous avons subdivisé le travail en 4 chapitres qui révèlent la démarche suivie. Dans un premier temps nous avons présenté YAZAKI MOROCCO MEKNES au sein duquel nous avons effectué notre stage. Dans le même chapitre, nous avons détaillé le processus de fabrication des câbles dans le même site.

Dans le deuxième chapitre nous avons présenté le cadre générale du projet et la démarche de travail, il comportera aussi une recherche bibliographique où nous allons présenter les différents outils de travail utilisés tout au long de cette étude.

Dans le troisième chapitre, nous avons réalisé une étude détaillée de la chaîne de production actuelle afin de cibler l'objectif et de relever les opportunités d'amélioration.

Dans le dernier chapitre, nous avons analysé chaque paramètre mesuré et le comparer à la charge nécessaire du nouveau projet pour mettre en œuvre les problèmes rencontrés au cours du processus de production des deux projets, et présenter les solutions possibles et réalistes pour atteindre l'objectif d'intégration du projet avec le moindre coût ainsi qu'une simulation des deux projet dans la phase de leur production dans la même chaîne.

Chapitre I :
Présentation de l'entreprise
d'accueil

1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter le groupe YAZAKI sur le niveau mondial et citer ses principales activités, par la suite nous allons donner une description sur YAZAKI MOROCCO MEKNES et son processus de production.

2. Présentation du groupe YAZAKI

2.1. Généralités :

Le groupe YAZAKI est une multinationale japonaise qui a été créé en 1941 par le père SADAMI YAZAKI. Elle compte parmi les plus grands concepteurs et fabricants mondiaux des systèmes de câblages pour automobile.

YAZAKI a d'autres activités à savoir :

- ✓ La fabrication de fils et composants électriques.
- ✓ La fabrication de produits de gaz.
- ✓ La climatisation.

Le graphique suivant représente la part de chaque activité dans le chiffre d'affaires global de la société :

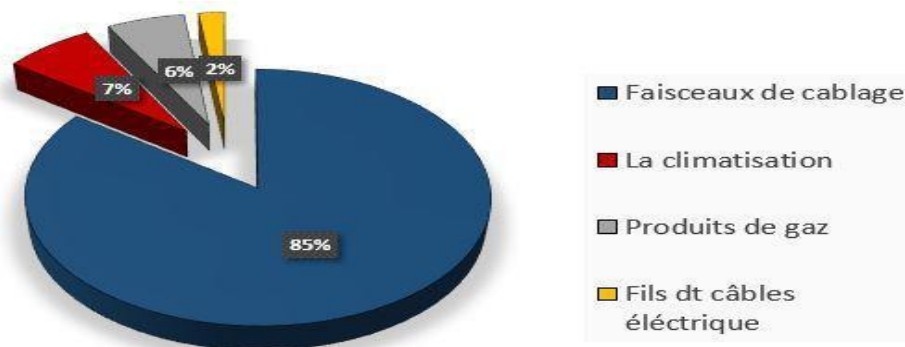


Figure 1: Type des produits de YAZAKI

YAZAKI Corporation est devenue une firme mondiale depuis qu'elle est présente sur les 5 continents, La figure 2 montre l'implantation mondiale de YAZAKI. Elle a choisi une structure d'organisation géographique, de ce fait elle a trois unités fédératrices qui siègent :

- ✓ Une pour l'Europe et l'Afrique du Nord.
- ✓ Une pour l'Amérique.
- ✓ Une pour l'Asie et l'Océan Indien.

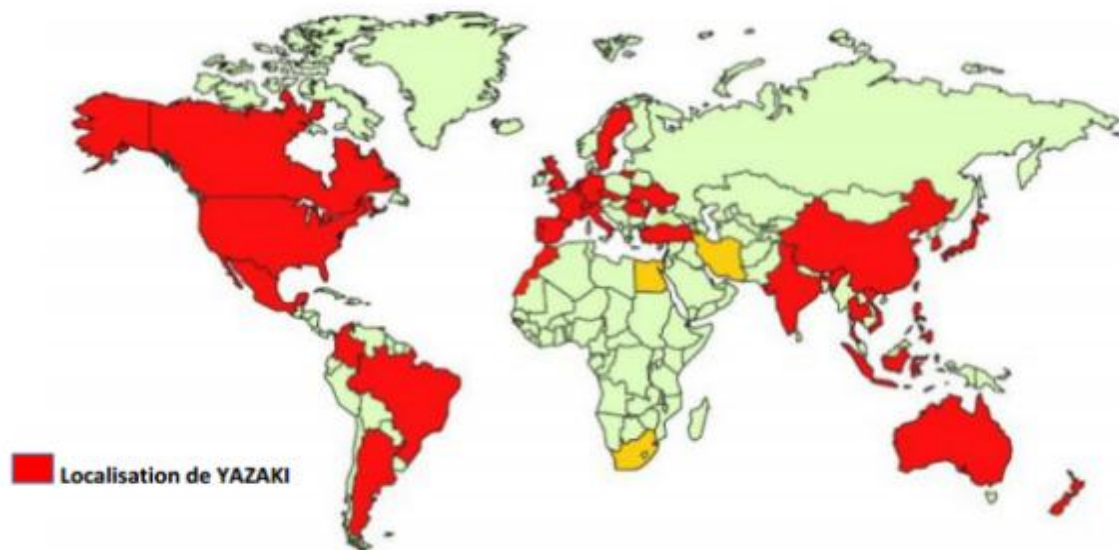


Figure 2: Répartition de YAZAKI dans le monde

2.2. Clients de YAZAKI

Sur le marché du câblage automobile, 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 comme on peut le voir sur la figure 3, telles que :

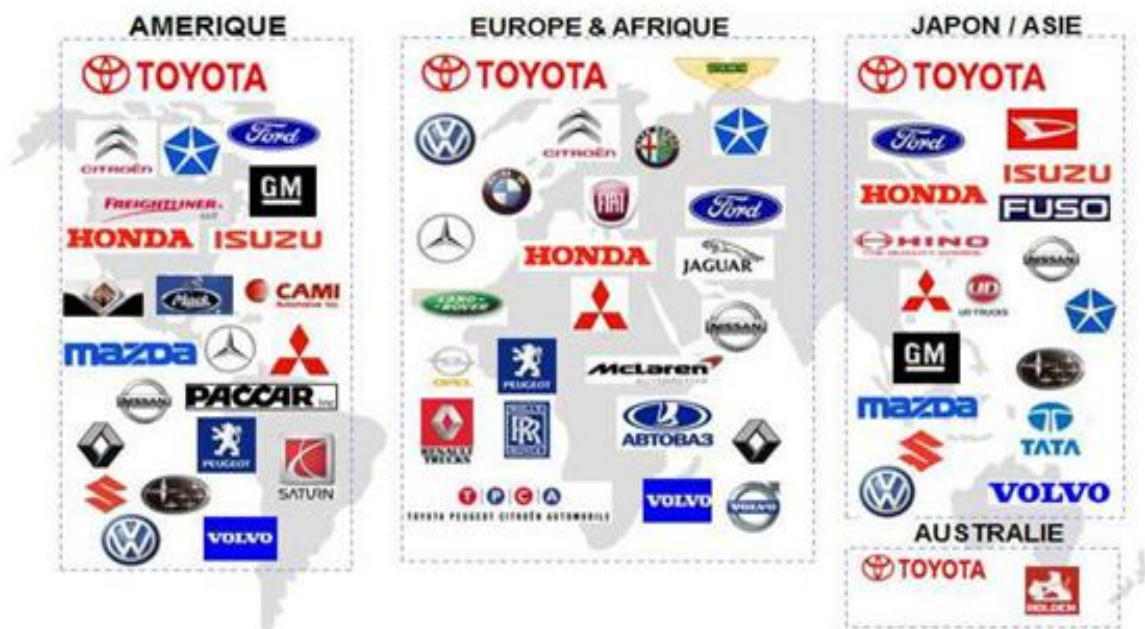


Figure 3: Les principaux clients de YAZAKI

3. Présentation de YAZAKI MOROCCO (YMO)

3.1. Historique de YAZAKI MOROCCO

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 sa majesté le Roi MOHAMMED VI.

Vu la performance de son personnel, 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** ».

Avec deux importantes unités de production à Tanger et à Kenitra, YAZAKI Morocco a réalisé un chiffre d'affaires de 150 millions d'euros en 2010 pour un total d'emplois supérieur à 4500 postes.

En 2013, YAZAKI Morocco a renforcé son existence au Maroc par un nouveau site de production à Meknès.

La devise de YAZAKI est: **“One for all, All for one”**.

3.2. Présentation de YAZAKI Meknès



Figure 4: L'usine de YAZAKI MOROCCO MEKNES (YMM)

YAZAKI a lancé la première usine pilote YAZAKI Meknès Maroc YMM1 à Ilot UL2 Zone Agropolis BP S72 Meknès, l'objectif était de préparer le noyau dur afin de tester sa capacité et sa performance de production des nouveaux projets qui sont la raison de sa création.

L'objectif du lancement de l'usine pilote est de préparer le noyau dur sur place qui va assurer le lancement de la grande usine. La majorité de la population actuelle a été transférée du site de Tanger (Usine mère). Le seul client de YMM est Renault.

Actuellement dans cette usine, on travaille sur cinq projets :

- JFC : Renault Espace.
- XFA : Renault Scénic.
- XFB : Nouveau Renault Mégane.
- X4S : Renault Smart 4 portes.
- S2S : Renault Smart.

3.3. Fiche signalétique de YAZAKI Meknès

Le tableau ci-dessous représente la fiche signalétique de l'entreprise :

Raison sociale	YAZAKI MOROCCO Meknès SA
Forme juridique :	Société Anonyme
Activité :	Câblage automobile
Date de création :	Mars 2013
Siège social :	ILOT UL2 Zone Agropolis BP S72 CD 50000, Meknès.
Capital social :	50 000 000 MAD
Investissement :	260 000 000 MAD
Effectif :	2700
Registre commercial :	N° 20521
Identification fiscale :	N° 04906347
Tél :	N° +212(0)535514817

Tableau 1: Fiche signalétique de YMM

3.4. 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 présentés sur la figure 5 :

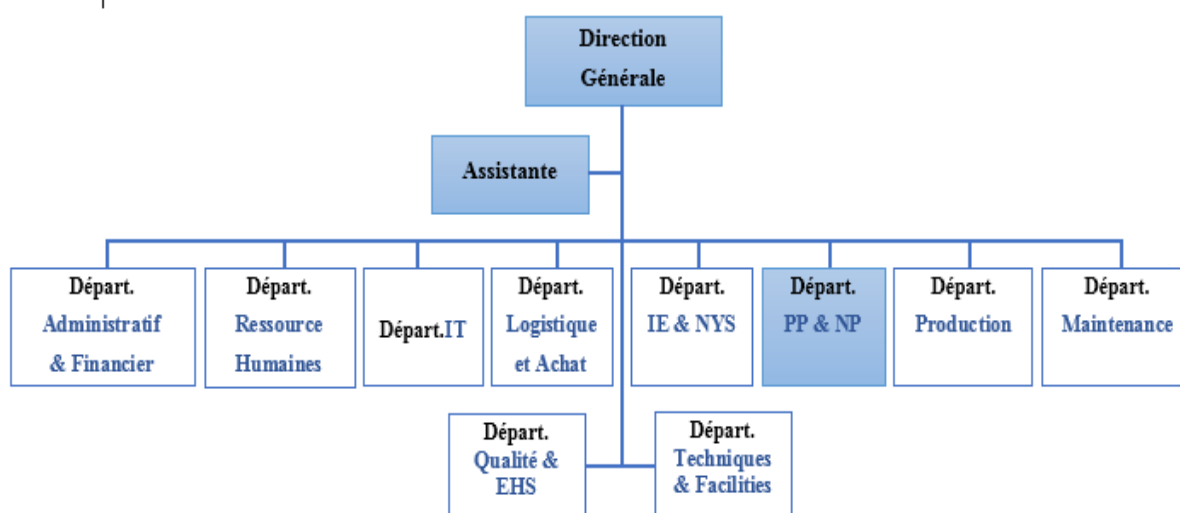


Figure 5: Organigramme de YMM

3.5. Présentation des différents départements.

Le groupe YAZAKI a une structure, une organisation et un règlement intérieur propre à lui. YMM est organisée suivant plusieurs départements. Chacun d'eux a des tâches spécifiques à accomplir.

Département administratif et financier : son rôle est d'assurer les fonctions financières et comptables et d'assumer la gestion de la société, afin de garantir sa santé financière tout en veillant à la préservation de son patrimoine.

Département Ressources Humaines : son rôle est d'assurer une bonne gestion individuelle et collective des ressources humaines, en veillant sur le respect des finalités sociales et en appliquant une méthode de gestion cohérente. Ces tâches sont assurées par quatre services : Service Recrutement, Service Formation, Service Paie et Service Sécurité et Hygiène.

Département Informatique et Technologique : ce département se charge d'analyser, de concevoir, de mettre en œuvre, d'exploiter et d'administrer les systèmes informatiques et technologiques de la société. Ainsi, il procède au suivi journalier du réseau de la société pour éviter tout arrêt du système et développe également toute application capable de faciliter les tâches d'un département ou d'un service.

Département Logistique : la fonction logistique a pour mission de gérer l'approvisionnement, la réception, l'expédition et le stockage de la matière première. Il doit assurer aussi la livraison du produit fini avec le minimum de charges possibles. Ce département s'occupe aussi de la planification du besoin via le système SAP.

Département Ingénierie industrielle et NYS : il 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 PP&NP : préparation de la production et nouveaux projets, ce département est chargé du suivi des projets actuels et aussi la réception des nouveaux projets pour faire l'étude nécessaire et bien préparer la production, il fait aussi le traitement des différents composants du câble. C'est le département responsable de partager les informations aux autres départements.

Département Production : ce département 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 pour augmenter la capacité de production.

Département maintenance : assurer l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale d'équipement de YAZAKI MAROC Meknès.

Département Qualité : qualifié comme observateur et détecteur des anomalies de qualité, ce département qui se décompose de quatre services, assure l'amélioration continue de la société dans le cadre de la qualité totale.

Département Technique & Facilities : la fonction technique a pour mission de réaliser le process et la maintenance de tout ce qui est production, par contre la fonction facilities s'occupe de la réalisation du process et la maintenance de tout ce qui est non production comme la climatisation l'éclairage au niveau du site YMM.

4. L'activité principale de YAZAKI Meknès

4.1. Le câblage automobile :

Le câblage de l'automobile se subdivise en plusieurs parties comme on peut le voir sur la figure 6 qui sont liées entre eux, ce qui permet de faciliter le montage du faisceau dans la voiture et sa réparation en cas de panne. Les types de câblage sont répartis comme suit :

- Câblage principale (Main)
- Câblage moteur (Engine)
- Câblage sol (Body)
- Câblage porte (Door)
- Câblage toit (Roof)
- Câblage planche de bord (PDB)
- Autre ;

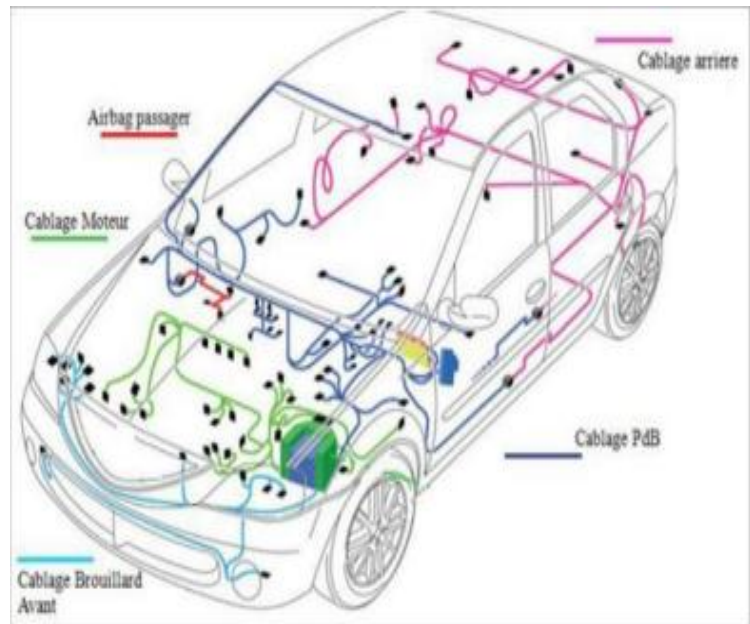


Figure 6: Familles d'un faisceau d'automobile

4.2. Composants d'un câble électrique

Un câble est constitué d'un ensemble de conducteurs électriques, terminaux, connecteurs et matériels de protection comme présenté sur la figure 7 :

Fil conducteur	Terminaux	Connecteurs
		
Rubans d'habillage	Boîtes fusibles	Clips et agrafes
		

Figure 7: Différents composants d'un câble automobile

- **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.
- **Connecteur** : 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.
- **Accessoires** : ce sont des composants qui assurent la protection et l'isolation du câblage : les rubans d'habillage (PVC...), les tubes, les protecteurs...
- **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 des frottements.

5. Processus de production

Dans cette partie, nous avons présenté le flux de la production depuis la planification jusqu'à l'expédition du produit fini.

5.1. Planification

La planification de la production se fait suivant la commande du client, le département logistique exploite ces commandes à l'aide du logiciel SAP pour déterminer les quantités des matières premières nécessaires suivant la méthode MRP.

5.2. Réception

La matière première passe par l'inspection qui consiste à contrôler un échantillon de la matière première à l'aide des essais mécaniques et du contrôle visuel. La détermination de la fréquence du contrôle et l'échantillonnage se fait par le département qualité.

5.3. La production

La production se divise en trois étapes : la coupe (P1), le pré-assemblage (P2) et l'assemblage (P3).

5.3.1. La coupe

La coupe, appelée aussi zone P1 (voir figure 8), 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.



Figure 8: Zone de la coupe P1

Ces machines permettent aussi de réaliser :

- **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.

5.3.2. Le 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.

5.3.3. 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 en même temps en fonction du nombre de circuits que contient le câble et en fonction de sa complexité. La figure 9 présente une chaîne d'assemblage.



Figure 9: Chaîne d'assemblage

Les câbles passent généralement par trois étapes principales lors du montage : l'insertion, l'enrubannage, et l'inspection (figure 10). Chacune de ces étapes comporte des opérations qui varient en fonction de la nature du câble, Chacune de ces étapes comportent des opérations qui varient en fonction de la nature du câble.

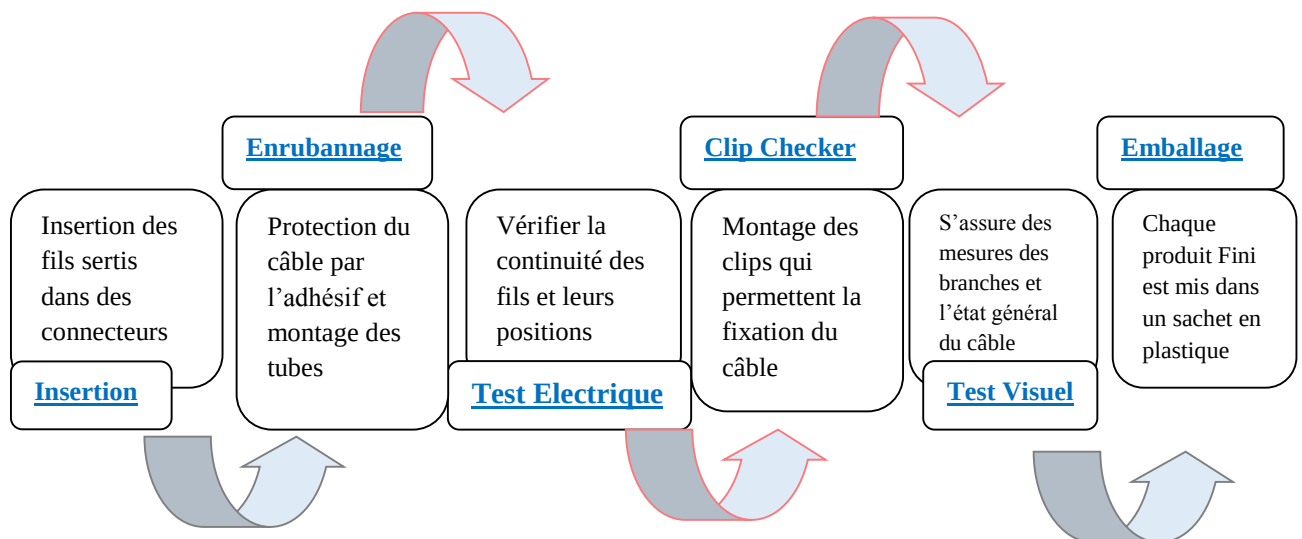


Figure 10: Schéma décrivant les opérations de la chaîne

5.4. L'expédition des produits finis

Une fois les articles d'une commande sont finis, les agents d'expédition (Zone d'expédition sur la figure 11) les chargent dans des palettes pour les exporter aux clients. En effet, le service export se charge de la gestion des transports (transport routier, maritime ou aérien) et la réservation à l'avance des camions dans les dates d'expéditions prévues. Les sorties des produits finis sont traitées et enregistrées sur système SAP.



Figure 11: Zone d'expédition

6. Conclusion

Au cours de cette section, on a parlé de l'organisation au sein de YAZAKI MEKNES, des missions de ses départements ainsi on a donné une description détaillée de son processus de production.

Chapitre II : Contexte générale du projet et Méthodes utilisées



1. Introduction

Pour atteindre les objectifs, il faut les fixer correctement, pour ce faire, le chapitre présent constitue le cadre général de notre projet au sein de la zone d'assemblage de la famille arrière. La problématique et les objectifs visés seront clarifiés sous forme d'un cahier des charges. Ceci se fera d'abord en choisissant les outils ainsi la démarche adéquate pour bien cerner le problème.

2. Présentation du projet

2.1. Contexte générale

Avec les exigences croissantes des consommateurs et la forte concurrence. L'innovation et la création des nouveaux produits est donc obligatoire surtout dans le domaine automobile.

Une grande innovation pour l'avenir du marché viendra bientôt par le constructeur automobile Française Renault. Le nouveau modèle du projet JFC (Renault Espace) comportera un grand changement. La nouvelle découverte va être beaucoup plus distinctive que le modèle passé.

Une grande multinationale comme **YMM** vise toujours à l'amélioration continue de son processus de production en adaptant des stratégies adéquates dans le but d'augmenter la production journalière et répondre aux besoins de clients. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce projet de fin d'études qui porte sur « l'industrialisation d'une nouvelle phase de la famille arrière du projet JFC » tout en respectant la qualité, le temps et coûts optimaux.

2.2. Périmètres du projet

2.2.1. Contexte pédagogique

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet de fin d'étude qui permet de compléter et de mettre en œuvre les enseignements acquis durant les cinq années de formation du Master en sciences et techniques à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

2.2.2. Maître d'œuvre

La Faculté des Sciences et Techniques de Fès, filière Génie industriel, présentée par KADDOURI Hamza en tant qu'étudiant de la 2ème année Master Option Génie Industriel.

2.2.3. Maître d'ouvrage

Département préparation de production & nouveaux projets de l'entreprise YAZAKI Meknès représenté par Mr. ABETTACHE Abderrahim.

2.2.4. Acteurs relais :

Le projet a été réalisé sous le suivi et l'encadrement de :

✚ Mr. ABETTACHE Abderrahim: le parrain de stage.

✚ Pr. RJEB Mohammed : Encadrant pédagogique.

2.2.5. Limite du projet de fin d'étude

✚ Lieu : La zone d'assemblage.

✚ Durée : De 19 février au 31 Mai 2018.

2.2.6. Besoin et objectifs du projet

Le besoin exprimé par le département PP & NP est montré sur le diagramme tête à corne (voir figure 12).

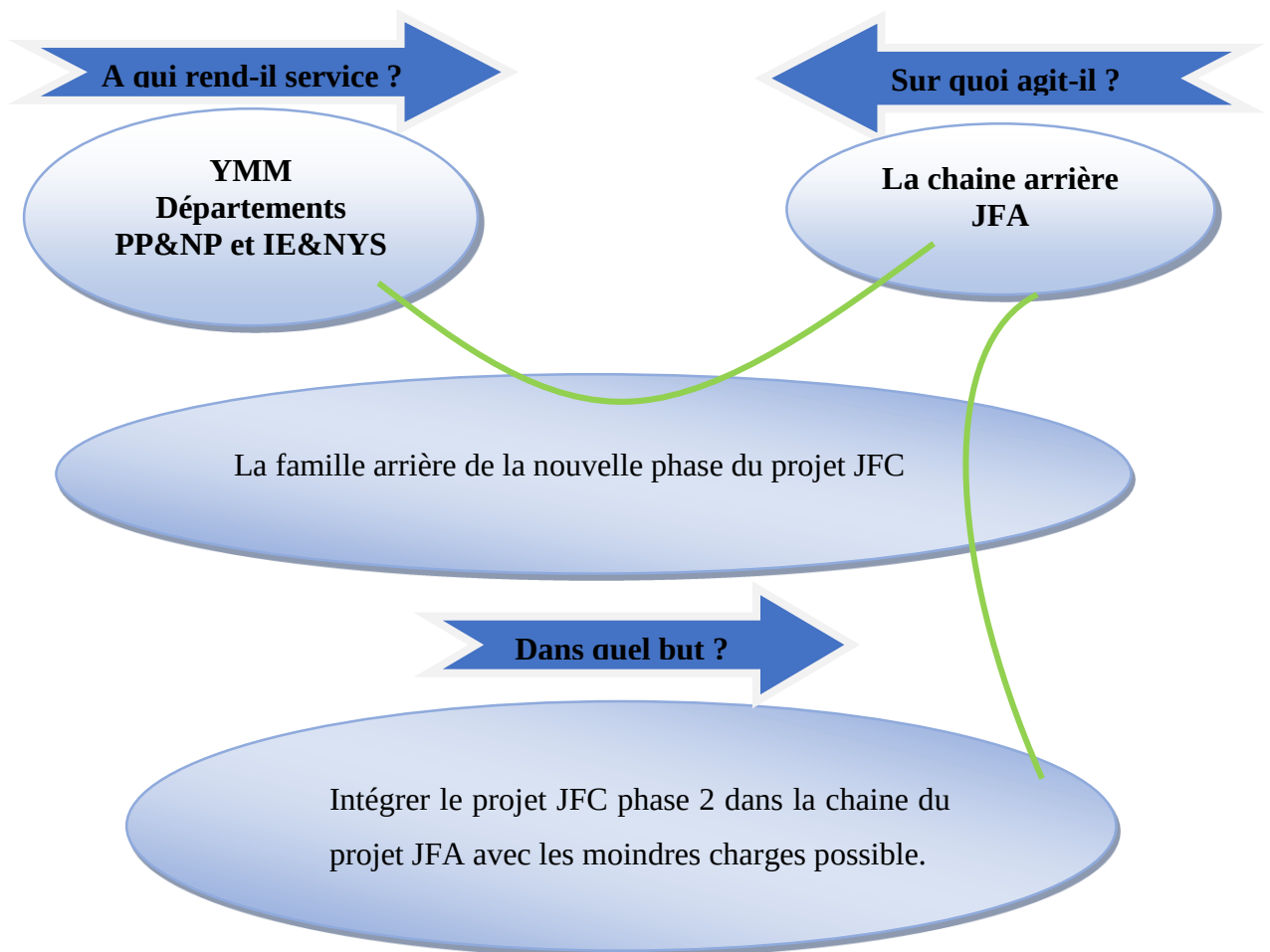


Figure 12: Diagramme tête à corne

Les tâches qui nous ont été affectées sont les suivantes :

- Définition des objectifs et les contraintes du projet.
- Choix de la ligne d'intégration du projet JFC phase2 et étude de l'état actuel de la ligne.
- Distribuer les tâches aux différents opérateurs.
- Identifier les problèmes au niveau des structures et proposer des solutions.

Ces différentes tâches constituant le corps de notre projet, ont été jalonnées les uns par rapport aux autres en se basant sur la démarche DMAIC proposée.

2.2.7. Equipe du projet

La réalisation de ce projet nécessite premièrement la constitution d'une équipe projet (tableau 2). Cette action constitue une étape primordiale pour bien mener notre projet, car elle permettra de faire une estimation des moyens financiers et matériels, ainsi que la collaboration en termes de savoir et des expériences entre les membres d'équipe projet, ce qui permettra d'atteindre les objectifs visés d'une manière efficiente.

Membre	Profession	Fonction
Mr. KADDOURI Hamza	stagiaire du département PP&NP	Pilote de projet
Mr. RJEB Mohammed	Professeur à FST Fès	Parrain académique
Mr. ABETTACHE Abderrahim	chef de projet	Parrain industriel
Mr. HADDAD Charafeddine	Responsable méthode	Parrain industriel
Mr. BATALI Achraf	Coordinateur IE & NYS	superviseur du projet
Mr. DOUKHRI Abdellah	Manager PP & NP	superviseur du projet

Tableau 2: Equipe du projet

2.3. Démarche du projet

Le bon déroulement du projet dépend en grande partie de la méthode employée pour le construire et le préparer. C'est dans cette perspective que nous allons expliquer tout d'abord le principe adopté et ensuite l'approche suivie dans notre projet.

L'approche DMAIC

DMAIC est une méthode de résolution de problèmes structurée et largement utilisée dans les problèmes d'amélioration. Elle fournit une base de réflexion qui structure le travail d'une équipe

de projet d'amélioration continue. Cet outil simple permet d'obtenir rapidement des résultats probants, et repose sur 5 étapes : Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler.

Define (définir) :

Définition du problème, du périmètre étudié et des objectifs associés (en termes de performance, attente utilisateurs...).

Cela inclura :

- La définition de la problématique et l'objectif du projet.
- La compréhension du processus et du principe de fonctionnement.

Measur (mesurer) :

L'étape mesurer est incontournable pour élaborer un diagnostic de l'état actuel des lieux. Elle consiste à collecter les données, et à comprendre le fonctionnement de processus pour mesurer les pertes détectées par l'identification et le contrôle des indicateurs les plus influents.

Analyse (analyser) :

La troisième étape consiste à évaluer les données obtenues en identifiant les sources et les causes de variabilités de processus. En effet une recherche rigoureuse de tous les facteurs qui limitent la performance de l'atelier permet de localiser les chantiers d'amélioration.

Improve (améliorer) :

L'étape Innover consiste à faire une conception des solutions envisagées en se basant sur les études qui ont été déjà faites. Son objectif est de répondre à la problématique et éradiquer tous les causes trouvées dans l'étape d'analyse.

Control (contrôler) :

L'étape 'contrôler' vise à évaluer et suivre les résultats des solutions mises en œuvre en standardisant et en formalisant le mode opératoire. Le but est d'éliminer toutes les variabilités de l'exécution des tâches.

2.4. Revue de littérature

La présente partie, définit les différents outils que nous avons utilisé durant ce projet, à savoir le QQQQCP, Diagramme SIPOC.

2.4.1. Le QQQQCP :

QQQQCP est un acronyme, chacune des lettres correspondant respectivement aux questions : Qui ? Quand ? Où ? Quoi ? Comment ? Pourquoi ?

Cette méthode QQQQCP apporte les informations qui permettent de mieux connaître, cerner, clarifier, structurer, cadrer une situation car elle explore toutes les dimensions sous différents angles. La réponse à ces questions permet d'identifier les aspects essentiels d'un problème.

- QUI : Qui est concerné, par le problème, quelles sont les personnes impliquées ?
- QUOI : Quel est le problème ?
- OÙ : En quel lieu le problème se pose-t-il ?
- QUAND : À quel moment le problème apparaît-il ?
- COMMENT : Sous quelle forme le problème apparaît-il ?
- POURQUOI : Quelles sont les raisons qui incitent à résoudre ce problème ?

2.4.2. Diagramme SIPOC

Un diagramme SIPOC est un outil très simple d'utilisation mais qui a le mérite de poser les bonnes questions concernant le périmètre et les acteurs d'un processus, il permet de cadrer un projet ou une action d'optimisation futur entre les différentes parties prenantes, c'est un acronyme pour Supplier – Input – Process – Output – Customer.

- Supplier :

Les fournisseurs sont hors du périmètre du processus et peuvent être externes ou internes à l'organisation (poste amont). Le client peut notamment faire partie des fournisseurs, car il fournit la demande.

- Input :

Il s'agit des entrées qui sont transformées par le processus, ou qui ont un impact fort et sur lesquelles on n'a pas d'influence.

- Process :

Le processus est globalement décrit dans ses principales activités.

- Output :

Les sorties sont les produits, informations ou services principaux du processus, à destination du processus aval ou du client externe.

- Customer :

Les clients peuvent également être externes ou internes à l'organisation.

3. Conclusion

Après avoir présenté la société YAZAKI MOROCCO Meknès, le processus de production et la nature des produits, et expliqué le contexte général du projet et le cahier de charges, nous allons procéder à l'analyse de l'existant de notre projet qui est : « Industrialisation de la phase 2 du projet JFC de la famille arrière ».

Chapitre III :

Analyse et diagnostique de l'existant



1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons réaliser une étude détaillée de la chaîne d'intégration actuelle, et analyser les paramètres mesurés.

2. Choix de la ligne d'intégration

Avant le lancement de n'importe quel projet, YMM suit un ensemble d'étapes qui commencent par l'évaluation et la préparation, l'étude et la conception, le test pilote et finalement le lancement du projet.

La phase d'évaluation et de préparation est une étape indispensable pour que l'entreprise soit prête à entreprendre un développement de produit et organiser sa capacité, c'est à dire voir si l'entreprise dispose de :

- L'espace : L'endroit où le projet se réalisera c'est à dire là où les chaînes de production s'installeront.

Pour que le projet JFC phase 2 voit le jour, il est primordial de lui libérer un espace suffisant pour son implantation et ceci en prenant en considération toutes les contraintes possibles.

2.1. Présentation globale des lignes

L'implantation d'un nouveau projet au sein de l'usine nécessite une étude de différentes dimensions, en effet le département PP & NP prend en charge cette étude par conséquent sa mission consiste en premier lieu d'effectuer une étude d'espace afin de pouvoir industrialiser ce nouveau projet avec les moindres charges possibles. En se basant sur ce principe nous avons décidé d'intégrer le projet dans une chaîne existante au lieu de lui consacrer un espace spécifique ceci nous permettra une optimisation au niveau de :

- Espace,
- Coûts d'investissement,
- Structures.

Il existe quatre familles qui se produisent sur les différentes zones de montage :

- Zone Arrière pour la production des câbles de la famille arrière.
- Zone PDB pour la production des câbles de la famille planche de bord.
- Zones Smalls pour la production des câbles de la famille Smalls.
- Avant moteur pour la production des câbles de la famille avant moteur.

Le projet JFC phase 2 va s'intégrer dans la zone d'assemblage P3 et puisqu'il appartient à la famille des arrières donc nous allons nous focaliser sur les quatre chaînes d'arrière existantes et opter pour la plus adéquate.

- Arrière BFB/KFB
- Arrière BFB
- Arrière JFC/RFA
- Arrière JFA

2.2. Elaboration des critères d'évaluation des lignes

Dans cette partie, nous allons analyser les différents critères qui nous ont aidé à choisir la ligne pilote qui fera l'objet de notre étude d'intégration du nouveau projet. La prise de décision se base sur les critères suivants :

- Critère de taux d'utilisation.
- Critère de faisabilité.

2.2.1. Critères de taux d'utilisation

a. Capacité :

Les chaînes KFB/BFB et JFC/RFA disposent déjà de deux projets pour chacune et travaillent trois shift par jours, donc il est impossible de leur ajouter un troisième projet. Par conséquent, les critères suivants porteront sur les chaînes JFA et BFB.

b. Taux d'utilisation actuelle

L'output de la chaîne JFA est en moyenne de 4800 câbles par mois, tandis que la chaîne BFB produit, en moyenne, 7400 câbles par mois. On conclut que le taux d'utilisation de la chaîne BFB est plus élevé que celui de la chaîne JFA.

c. Taux d'utilisation prévisionnel

La demande client des deux projets est présentée dans le tableau suivant :

Année	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Volume de JFA	57600	25000	20000	17000	14000	14000
Volume de BFB	58800	30000	28000	28000	25000	20000

Tableau 3: La demande client des projets JFA / BFB

L'évaluation de cette demande est donnée par la figure 13 :

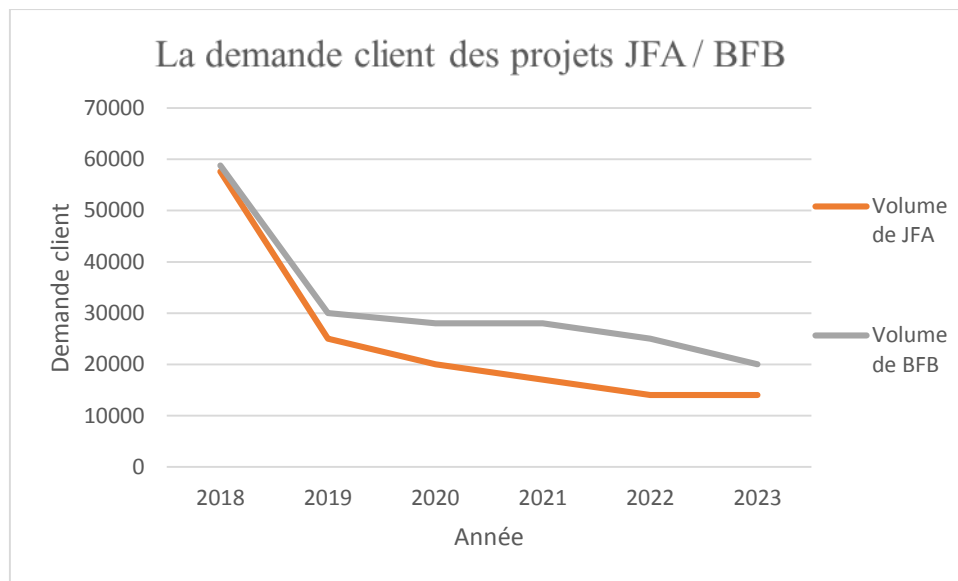


Figure 13: La demande client des projets JFA / BFB

Le taux d'utilisation prévisionnel d'une chaîne dépend de la demande du client. La figure ci-dessus compare les volumes de production prévisionnels des chaînes JFA et BFB. En effet le taux d'utilisation prévisionnel de BFB est bien supérieur de celui de JFA.

Nous remarquons que la demande client est en train de diminuer, cela est dû à l'émergence des nouveaux modèles des voitures plus récentes. Donc c'est évident que les deux projets sont en phase de décliner.

2.2.2. Critères de faisabilité

a. Architecture

En principe, les dimensions des JIG Board (4m de longueur) sont identiques dans les chaînes JFA et BFB. En outre, l'architecture du Lay-out JFC phase 2 est plus proche au Lay-out JFA qu'au Lay-out BFB.

Cette ressemblance a une grande importance. Elle facilite l'affectation des tâches semblables, au même opérateur dans les deux projets.

b. Man-hour

C'est une unité d'œuvre correspondant au temps nécessaire à un seul opérateur pour produire un seul produit ou juste accomplir sa tâche quand il y a plusieurs opérateurs qui contribuent au processus de production d'un seul produit.

Le Man-hour de chaque produit est fixé par le client, le MH des higher runner (Pat Number le plus demandé) de chaque projet est donné dans le tableau suivant :

Projet	PN	MH(min)	MH(h)
JFC phase2	241630833R	134,11	2,23
JFA	241637379R	144,38	2,41
BFB	240185258R	93,61	1,56

Tableau 4: Tableau qui montre le MH le plus demandé de chaque projet

Nous remarquons que le projet JFC phase 2 et JFA sont relativement proches en termes de MH. En effet, l'importance de ceci apparaît lors du changement de la production d'un projet à un autre le « Set Up ».

Le « Set Up » c'est l'action de changer la vitesse du convoyeur de la chaîne de montage pour passer de la production d'une référence de câble à une autre.

2.2.3. Grille d'évaluation

Le résultat de cette analyse qu'on a mené, sera résumé en procédant par une grille d'évaluation, qui a été discutée lors d'une réunion avec le chef du projet.

Cette grille dispose d'une note de 1 à 5, attribuée à chaque critère relatif à chaque chaîne de production.

Critères	Chaîne de production			
	BFB/KFB	BFB	JFC/RFA	JFA
Capacité	1	5	1	5
Taux d'utilisation actuel	1	4	1	5
Taux d'utilisation prévisionnel	3	3	3	4
Man-hour	2	2	4	4
Dimension des JIG Board	5	5	5	5
Architecture des lay-out	2	3	4	4
Total	14	22	18	27

Tableau 5: Grille d'évaluation pour le choix de la ligne pilote

Les résultats de la grille d'évaluation nous ont permis de déduire que la ligne JFA est celle qui répond le plus aux critères cités précédemment, ce qui lui permet d'être considérée comme la plus optimale. En outre les jigs, dans cette chaîne ne sont pas rotatif ce qui va nous permettre d'utiliser l'arrière des jigs pour faire le schéma du câble « Lay-out » du nouveau projet JFC phase2.

3. Description de la ligne JFA

3.1. Concept de ligne de la ligne JFA

La ligne arrière JFA est une chaîne d'assemblage qui est composée de 38 postes qui sont répartis comme suit :

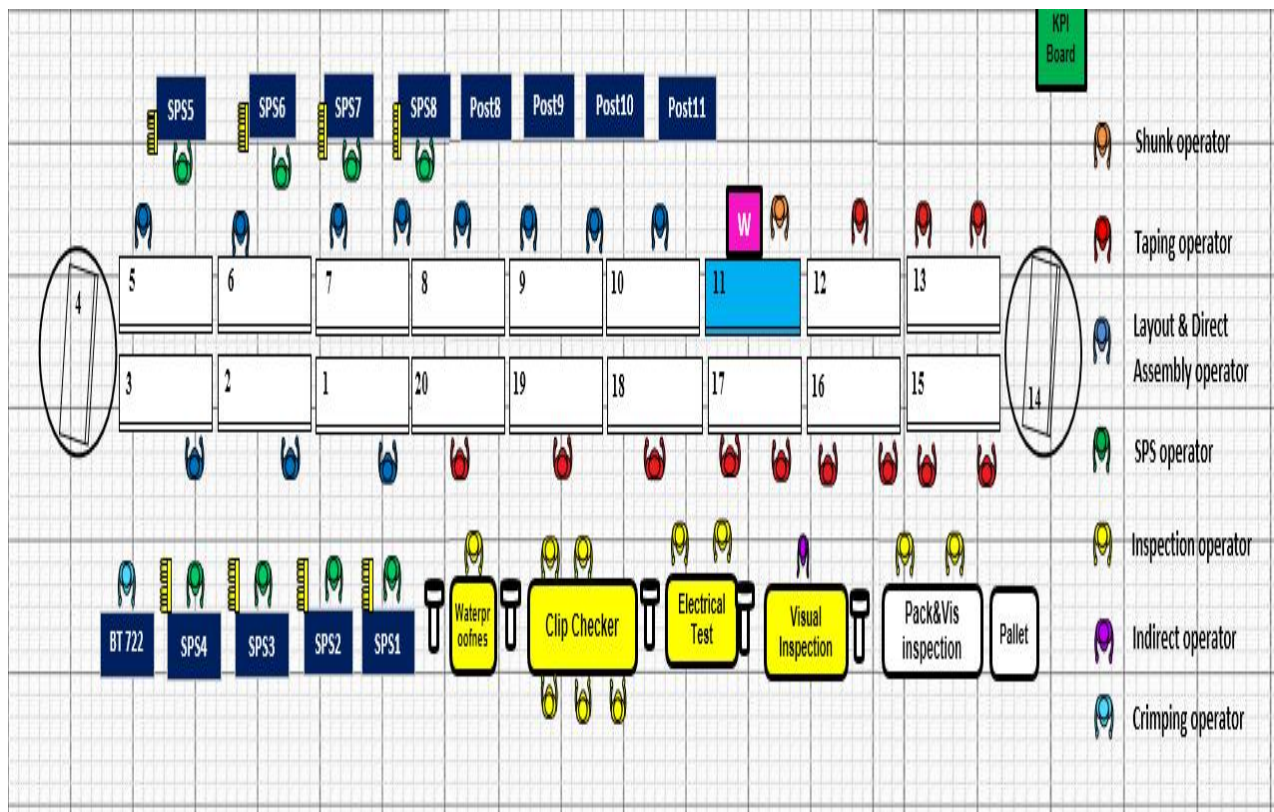


Figure 14: Concept de ligne de la ligne arrière JFA

La chaîne fonctionne huit shift par semaine et contient 47 opérateurs au total, dont 43 sont des opérateurs directs leur fonction consiste à exécuter les opérations sur les postes de travail, et trois opérateurs indirects qui sont le chef de ligne et deux polyvalents pour supporter dans les cas d'anomalie, et un seul opérateur ajouter par YAZAKI pour assurer une bonne qualité du câble.

3.2. Description des postes de la ligne JFA

3.2.1. Description des SPS

Les opérateurs dans ces postes s'occupent de la préparation de la réserve des fils pour les postes à partir de l'insertion des fils dans les différents connecteurs. Et n'ont aucun contact avec le JIG, c'est un poste fixe. En outre, l'alimentation des fils et des connecteurs se fait au niveau des structures SPS.

Derrière chaque SPS se situe des pagodes. Cette dernière se constitue des emplacements qu'on appelle des crochets. Chaque emplacement est consacré à une référence de fils (SN) venant de la zone du pré assemblage. La figure 15 représente une structure SPS :



Figure 15: Structure SPS

3.2.2. Description des postes

Le rôle des opérateurs dans ces postes est d'assurer le montage des fils sur les tableaux JIGs, les insertions des fils détachés dans les connecteurs et l'enrubannage.

Le tableau suivant détaille la fonction de chaque poste et le nombre d'opérateurs existants dans la chaîne :

Poste	Fonction	Nombre d'opérateurs
SPS1,...,SPS8	-insertion des fils dans les connecteurs -préparation des réserves pour les postes	8
P1,...,P11	-insertion des fils detaches -montage des fils sur les JIGs	12
Poste shunk	-soudage et junction	1
P 13,...,P24	-enrubannage	11
Test d'étanchieté	-vérification de l'état des grommets et voir s'ils assurent leurs fonctions.	1
Clip chicker	-insérer les clips dans le câble	5
Test électrique	-vérifier et assurer la connectivité du câble	2
Test vision	-vérification de la longueur des branches, le respect de l'architecture finale exigée et la présence de l'enrubannage et des accessoires.	1
Packaging	-emballer le cable	2

Tableau 6 : Fonction de chaque poste dans la chaine JFA

4. Description de processus de la ligne JFA (SIPOC)

Pour mieux visualiser le flux de la zone d'assemblage et connaître ses entrées, ses sorties, son périmètre, ses clients et ses fournisseurs.

L'élaboration de ce diagramme nécessite 5 étapes qui sont :

1. Identifier les fournisseurs (S) des entrées ;
2. Identifier les entrées (I) requises par le processus ;
3. Identifier le processus (P) dans lequel le problème a été identifié ;
4. Définir les sorties du processus (O) ;
5. Identifier les clients (C) qui reçoivent les sorties.

Le diagramme SIPOC est représenté sur la figure 16 :

Fournisseurs	Les entrées	Processus	Les sorties	Clients
-La zone de coupe -La zone de pré-assemblage	-Ressources humaines - Machines -Fils serti -Fils dénudé -Fils torsadé -Joints -Connecteurs -Accessoires	-Insertion des fils dans les connecteurs -Enrubannage -Soudage -Insertion des clips -Vérification de connectivité et la qualité du câble	-Fils insérer dans les connecteurs - Câble enrubanné -Câble emballé - Câble fini	-Chaine main (jig) - Test électrique -Test inspection -Clip-checker -Packaging -Zone d'expédition

Figure 16: Outil SIPOC

5. Formulation du problème

La nouvelle phase du projet JFC a connu un grand changement par rapport à sa première phase. Ce changement va impacter toutes les familles du projet. En effet, nous allons intégrer la famille arrière du projet JFC avec la famille arrière du projet JFA dans une même chaîne d'assemblage, cette intégration présente pour l'entreprise un vrai défi puisque cela comprend plusieurs contraintes.

Pour aborder cette problématique, nous allons tout d'abord commencer par une analyse de l'existant, ensuite on analysera le nouveau cahier de charge de la nouvelle phase du projet JFC.

Dans le but de décrire d'une manière structurée notre problématique, nous avons utilisées l'outil QQQQCP présenté dans le tableau ci-dessous. Et ce, dans l'objectif de se poser toutes les questions relatives à notre problème, afin d'avoir une vision complète sur les objectifs à atteindre.

Qui ? Qui est concerné par le problème ?	Les départements d'YMM : PP & NP, IE & NYS.
Quoi ? C'est quoi le problème ?	Intégration du projet JFC phase2 dans la chaine du projet JFA : • Coûts élevés pour implémenter une nouvelle chaine (moyens, mains d'œuvre...). • Problème d'espace, structure insuffisante pour intégrer les nouveaux moyens.
Où ? Où apparaît le problème ?	La zone d'assemblage de la famille arrière du projet JFA.
Quand ? Quand est-ce qu'apparaît le problème ?	Lors de démarrage de la nouvelle phase du projet JFC.
Comment ? Comment mesurer le problème et ses solutions ?	• Etude capacitaire en terme d'espace, structures, main d'œuvre. • Mesure des emplacements libres dans la chaine et optimisation des espaces occupées. • Création d'une nouvelle structure pour supporter la charge du nouveau projet (JFC phase2). • Distribution des opérations en respectant le Take time.
Pourquoi ? Pourquoi il faut résoudre ce problème ?	• Répondre au besoin du client • Gain en moyen et main d'oeuvre • Optimisation des couts d'implantation du nouveau projet

Tableau 7: Méthode QQOQCP

Fixation de l'objectif :

La chaine JFC phase2 a un métier commun au niveau des différentes étapes de processus :
 Insertion ➔ montage ➔ Enrubannage ➔ Insertion des clips ➔ Test électrique ➔ Test vision ➔ Inspection visuelle + packaging.

Objectif : l'intégration du nouveau projet JFC de la famille arrière dans la chaine du projet JFA à partir d'un JIG rotatif, en maximisant le maximum des charges (espace, structure, main d'œuvre...).

6. Etude de la performance actuelle de la ligne JFA

Avant de commencer l'étude, nous devons choisir quel est l'objet de notre étude vue qu'il existe plusieurs références de faisceaux qui se montent sur la chaîne étudiée.

Le cahier de charges du projet prédéfini avec notre parrain industriel, nous a dirigé à travailler sur la chaîne JFA qui doit être capable de supporter la charge du nouveau projet.

6.1. Choix de composant à étudier

Le projet JFA contient 24 références de faisceau de câble, alors devant cette variété de références il était nécessaire de choisir une référence à étudier.

- **Le taux de la demande client**, nous pouvons l'exprimer aussi par le « Take-rate », ce taux nous permet de classer les références des faisceaux de câble selon 3 catégories :
 - High Runner : sont les références de faisceaux de câbles qui sont les plus commandées et produites dans la chaîne de montage
 - Medium Runner : sont les références de faisceaux de câbles commandées et produites avec une fréquence moyenne.
 - Low Runner : sont les références de faisceaux de câbles commandées et produites rarement dans les chaînes de montage.
- **Le man-hour** est la donnée qui permet de déterminer la référence la plus chargée.

Afin de réaliser l'analyse Pareto, nous avons mené l'étude sur l'EDI représentant la demande client sur l'ensemble des références de la famille arrière du projet JFA durant la phase actuelle du projet.

Après la collecte des informations nécessaires à l'étude, nous avons suivi ces étapes :

- Sommer la quantité commandée pour chaque référence
- Classer les références par quantité commandée de façon décroissante et calculer le cumul
- Calculer la fréquence du cumul pour chaque référence

Le tableau suivant représente l'ensemble des références produites dans la famille arrière JFA, avec leurs quantités commandées, ainsi que les classes ABC qui vont constituer le diagramme de Pareto.

Référence	Quantité comandée	Cumule de la Commande	Fréquence (Take Rate) (%)	Cumule de la fréquence (%)	Classe
241637379R	6162	6162	12,67%	12,67%	A
241637475R	5542	11704	11,40%	24,07%	
241630736R	3577	36923	11,36%	35,43%	
241630975R	5299	17003	10,90%	46,33%	
241639465R	4462	21465	9,18%	55,51%	
241638821R	4062	25527	8,36%	63,87%	
241636882R	3935	29462	8,09%	71,96%	
241633448R	3884	33346	7,99%	79,95%	
241632660R	3219	40142	3,62%	83,57%	B
241636066R	1760	41902	3,62%	87,19%	
241636114R	1619	43521	3,33%	90,52%	
241631170R	1399	44920	2,88%	93,40%	
241635194R	1128	46048	2,32%	95,72%	
241638614R	981	47029	2,02%	97,74%	C
241634937R	688	47717	1,42%	99,16%	
241638621R	587	48304	0,21%	99,37%	
241639459R	123	48427	0,25%	99,62%	
241632798R	104	48531	0,21%	99,83%	
241638739R	86	48617	0,18%	100,01%	
241639961R	0	48617	0,00%	100,01%	
241631004R	0	48617	0,00%	100,01%	
241634988R	0	48617	0,00%	100,01%	
241636033R	0	48617	0,00%	100,01%	
241637210R	0	48617	0,00%	100,01%	

Tableau 8: Classification des références des câbles de la famille JFA

A partir des résultats figurant dans le tableau ci-dessous on obtient le diagramme de Pareto suivant :

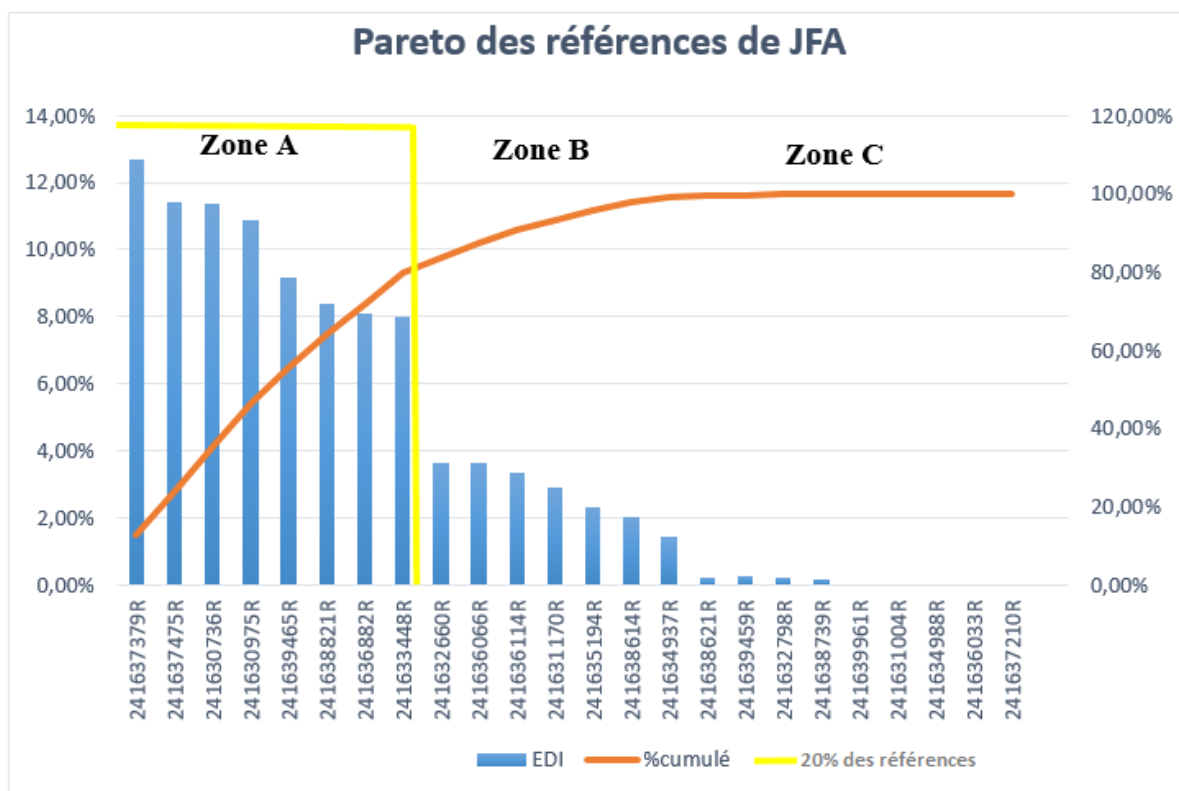


Figure 17: Diagramme Pareto sur La demande client des références

D'après l'analyse de Pareto, nous remarquons qu'un nombre limité de références représentent 79,95% de la demande du client. Ces références sont-elles qui se montent le plus sur la chaîne d'assemblage JFA et par conséquent ils ont un impact direct sur la productivité de la chaîne.

Dans cette vision les actions de mesure et de l'analyse que nous avons par la suite effectuées vont porter sur les références qui existent dans la zone A du diagramme de Pareto. Sur cette zone il existe 8 références, dont on doit sélectionner une seule, vu qu'il sera pénible et redondant de mener l'étude sur l'ensemble des références.

Pour ce faire on a recours au deuxième critère qui est le Man-hour pour définir parmi ces références laquelle est la plus chargée entre les 8 références qui existent dans la zone A du diagramme Pareto.

Le tableau suivant représente les huit références les plus critiques avec leurs Man-hour appropriés :

Références critiques	Man-hour (min)	Man-hour (h)
241637379R	144,38	2,41
241637475R	136,49	2,27
241630736R	148,01	2,47
241630975R	127,76	2,13
241639465R	136,46	2,27
241638821R	143,41	2,39
241636882R	140,35	2,34
241633448R	131,03	2,18

Tableau 9: Les MH des références des câbles représentant 79,95% de la demande client

A partir du tableau 9 nous remarquons que la référence la plus chargé est 241630736R vu qu'elle représente le plus grand Man-hour, alors notre étude va porter sur cette référence de câble.

6.2. Elaboration de la méthode YAMAZUMI Chart

Le diagramme YAMAZUMI est une méthode visuelle standardisée qui consiste à visualiser les tâches par opérateur, pour chaque poste de travail compris dans une chaîne de production donnée. Ce diagramme compare les tâches par rapport au Takt-time et met en œuvre les surcharges et les sous-charges. Il permet d'équilibrer la charge de travail de plusieurs opérateurs. Ce qui rend enfin la ligne plus efficace.

On a utilisé la méthode de chronométrage pour définir les temps de production pour chaque processus. C'est l'action de chronométrer les durées des opérations qui devraient effectuer par un opérateur sur chaque poste afin de définir son temps de cycle et le comparer avec le Takt time qu'on va définir par la suite.

Le temps de cycle (cycle time) d'un câble : est le temps nécessaire pour compléter un cycle de montage du câble du début à la fin, c'est-à-dire jusqu'à obtention du produit fini.

$$Takt\ time = \frac{temps\ de\ production}{demande\ client} [1]$$

Afin de satisfaire la demande client, tous les temps de cycle des différents processus de la production doivent être inférieurs ou égales au Takt Time. Sachant que le temps de production pour chaque shift est : 460min ce qui est identique à 460* 60 = 7,67h et que la demande du client est de 149 faisceaux par shift par jour.

On calcule le TT d'une ligne d'assemblage : Takt time = 460 / 149 = 3,09min = 185,4s.

Remarque :

Le retard d'un opérateur n'influence pas que sur son poste et le poste qui le suit mais sur toute la chaîne puisqu'on travaille en succession. Cela veut dire que tous les opérateurs du projet doivent avoir des tâches qui ne dépassent pas le Takt time, chacun devrait être sensé terminer ces tâches avant 185,4 secondes. Le poste qui a un cycle time qui dépasse le Takt time on l'appelle poste goulot.

Poste goulot : c'est le poste qui présente la capacité minimal (qui prend plus du temps par rapport au Takt time afin de réaliser le travail demandé.

Le tableau qui représente les prélèvements pour l'ensemble des postes de la chaîne étudiée est présenté en [annexe 1](#).

6.3. Elaboration Du diagramme YAMAZUMI pour la référence « 241630736R »

Après avoir réalisé le chronométrage des postes, nous avons passé à l'insertion des chronométrages sur une feuille Excel réservé à l'élaboration du diagramme YAMAZUMI pour la référence 241630736R, le résultat obtenu est représenté dans la figure 18 :

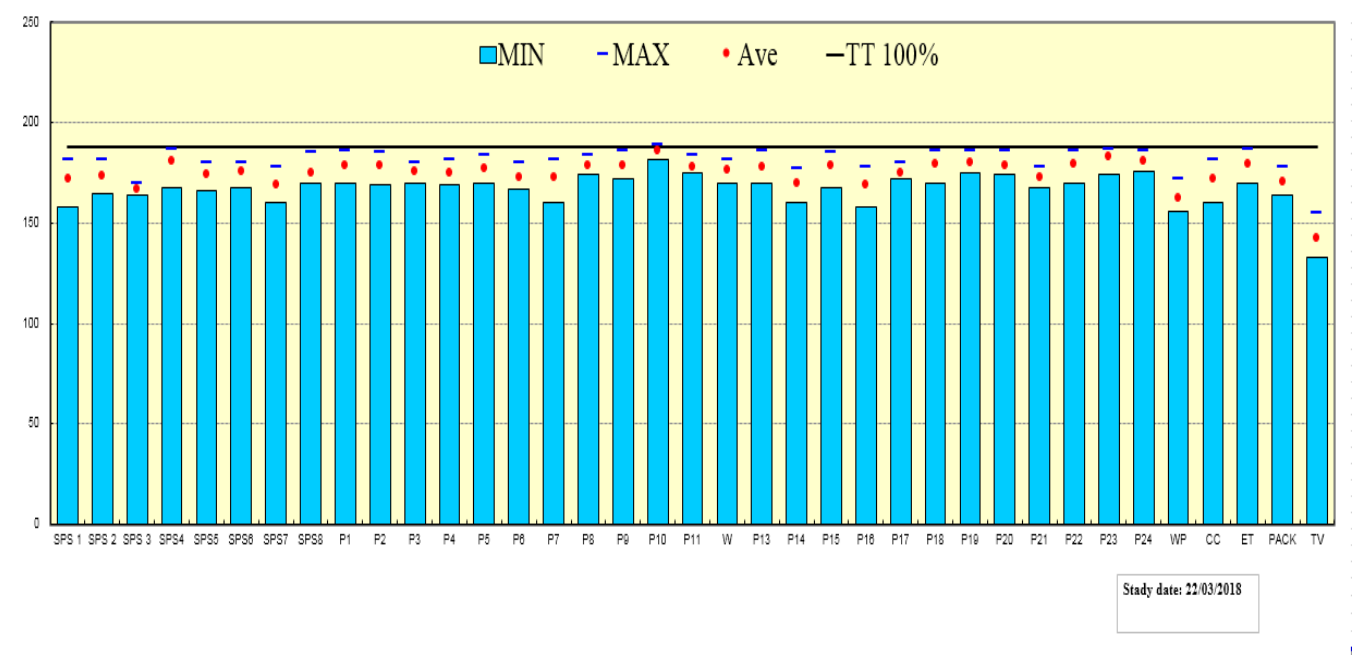


Figure 18: YAMAZUMI CHART de la référence 241630736R

Nous remarquons que tous les postes respectent le takt time ce qui implique que la main d'œuvre est performante. En effet la chaîne est capable de supporter la charge du nouveau projet. Donc avec les données existant sur la chaîne nous avons conclu qu'on est capable de satisfaire le besoin client.

7. Simulation des projets JFA et JFC phase 2

Cette partie sert à faire une simulation des deux projets ceci veut dire que je vais répartir le temps de production de la chaîne disponible sur les deux projets tout en respectant le besoin de client demandé.

Remarque : Nous rappelons que la chaîne JFA travaille huit shifts par semaine.

Les volumes annuels exigés par le client pour la nouvelle phase du projet JFC sont données dans le tableau suivant :

JFC phase 2	Année	2019		2020		2021		2022		2023	
	Période	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
	Volume	7700	7700	9500	9500	8500	8500	7000	7000	7000	7000
	Productivité	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tableau 10: Volume contracté du projet JFC phase2

Les volumes annuels exigés par le client pour le projet JFA sont déjà présenté dans le chapitre 3 (voir le tableau 3).

En effet pour savoir la quantité qu'on est capable à produire pour un seul shift, je vais utiliser la relation de la productivité avec le MH pondéré. (Voir les tableaux des PN des deux projets avec leurs takes rate en [annexe 2](#)).

Formule :

- Pour le calcul de productivité : $Productivité = \frac{\text{manhour} * \text{quantité produite}}{\text{nombre d'opérateurs} * \text{heures de production}}$
- Pour le calcul de MH pondéré : $MH_{\text{Pondéré}} = \sum \%Take Rate * MH_{PN}$

Cas du projet JFC phase 2 :

- Les opérateurs travaillent pour un shift 7.67h = 460 min.
- Le MH pondérée est : 3,067h.
- Pour un effectif de 43 la quantité à produire est :

$$Q = 7.67 * 43 * 1 / 3,067 = 107 \text{ câbles / shift.}$$

Cas du projet JFA :

- Le MH pondérée est : 2,29h.

- Pour une productivité de 100% et 43 effectifs, nous allons calculer la capacité de production qui est : $Q = 7,67 * 43 / 2,29 = 144 \text{ câbles / shift}$.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :

Projet	capacité de production/shift
JFA	144
JFC phase2	107

Tableau 11: Capacité de production des deux projets.

Exemple de calcul pour l'année 2019 :

Pour le projet JFA la production annuelle en 2019 est 25000 câbles / ans qui est identique à $25000 / 270 = 93 \text{ câbles/jour}$, ce qui donne $93 * 6 = 558 \text{ câbles / semaine}$.

- Le nombre de shift pour produire la quantité de la semaine est $558 / 144 = 3,87 \text{ shifts}$.

Pour le projet JFC phase 2 la production annuelle en 2019 est 15400 câbles / ans qui est identique à $15400 / 270 = 57 \text{ câbles / jour}$, ce qui donne $57 * 6 = 342 \text{ câbles / semaine}$.

- Le nombre de shift pour produire la quantité de la semaine est $342 / 107 = 3,20 \text{ shifts}$.

Le total est $3,87 + 3,20 = 7,07 \text{ shifts}$.

Le résultat de calcul du nombre de shift pour l'année 2019 est présenté dans le tableau suivant :

Projet	Demande annuelle	Demande/ jour	Demande/ semaine	MH pondéré	Capacité de production	Nombre de shifts pour produire la quantité de la semaine
JFA	15000	93	558	2,29	144	3,87
JFC phase2	15400	57	342	3,06	107	3,2
Total de shift par semaine						7,07

Tableau 12: Résultat de calcul obtenu pour l'année 2019

Les résultats des calculs du nombre de shift pour les années 2020, 2021, 2022 et 2023 sont présentés dans les tableaux en [annexe 3](#) :

Dans la partie suivante nous avons réalisé les différentes mesures pour le comptage de nombre de composants occupant les structures, afin d'avoir une idée sur la capacité de la chaîne actuelle JFA et décider si elle est capable de supporter en plus la charge du nouveau projet JFC phase 2.

8. Etudes des moyens de stockage des fils :

Nous allons maintenant étudier les moyens de stockages de la matière première qui vient de P1& P2, pour les optimiser afin de les utiliser pour le nouveau projet.

8.1. Etude des tubes.

Les tubes (tobos) sont utilisés dans les structures SPS ou bien les structures postes pour fabriquer les réserves qui seront montés par la suite dans les JIGS. Chaque structure SPS contient 70 tubes où chacun d'eux est réservé pour un fil (SN). Avec l'intégration de ce nouveau projet, nous aurons besoin de plus de tube dans chaque structures pour supporter la charge des fils du projet JFC phase 2, en effet notre objectif est de savoir pour chaque structure le nombre de tube occupé et le nombre de tube vide.

Le tableau 13 présente le résultat qu'on a obtenu d'après cette étude :

Structures	Nombre de tubes	Nombre de tube vides
SPS 1	75	7
SPS 2	75	8
SPS 3	75	7
SPS 4	75	10
SPS 5	75	13
SPS 6	75	14
SPS 7	75	9
SPS 8	75	20
Poste 8	50	19
Poste 9	50	16
Poste 10	50	30
Poste 11	50	5

Tableau 13: Les tubes vides pour chaque structure

Nous remarquons que le nombre d'emplacement vides dans chaque structure n'est pas suffisant pour le nouveau projet (JFC phase 2) vu que la fabrication de câble de ce dernier nécessite 358 fils (SN).

9. Affectation de la charge aux différents postes d'insertion + montage.

9.1. Affectation des connecteurs.

Dans cette partie nous allons affecter les composants nécessaires à l'assemblage du câble JFC phase2 aux divers postes d'insertion avec montage de la chaîne. Ce qui nous a permis de savoir leurs charges.

Donc pour connaître les différents composants utilisés dans le nouveau projet nous avons extrait tous les connecteurs existant en se basant sur le Lay-out des deux phases de la famille arrière du projet JFC, afin d'arriver de faire une comparaison et de chercher les connecteurs en commun et les connecteurs spécifiques.

Le tableau 14 présente le résultat de cette extraction :

Projet	Connecteurs equivalents	Connecteurs spécifique	Total
JFC phase 1	59	28	87
JFC phase 2	59	18	77

Tableau 14: Le nombre de connecteurs des deux phases du projet JFC

Remarque : les tableaux d'extraction des connecteurs sont présentés en [annexe 4](#).

Après la qualification des connecteurs commun et spécifique on va essayer de les affecter au différents poste de la chaîne JFC phase2, ceci en se basant sur les circuits de chaque connecteur et le trajet parcouru par celui-ci et on commençant par les petits connecteurs (peu de cavité) vers les grands. En effet nous allons essayer de garder les connecteurs identiques dans les mêmes postes afin de pouvoir faciliter la tâche pour l'opérateur.

Lors de l'affectation des connecteurs il faut prendre en considération :

- De ne pas affecter l'insertion de la 1ère extrémité d'un fil à un SPS et la 2ème extrémité à un autre SPS différent.
- Eviter de dupliquer un connecteur dans plusieurs postes.

Le nombre de connecteurs affectés à chaque poste est présenté dans le tableau suivant :

Poste	Nombre de connecteur affecter
SPS1	7
SPS2	5
SPS3	6
SPS4	4
SPS5	6
SPS6	14
SPS7	5
POSTE 8	4
POSTE 9	5
POSTE10	4
POSTE11	5
POSTE12	5
POSTE12-2	7

Tableau 15: Nombre de connecteurs par poste

9.2.Affectation des fils.

Il y'a quatre types de fils :

- Un fil simple
- Un fil twist
- Un fil double
- Les joints

Un fil simple a deux terminaux et il se branche entre deux connecteurs. Nous avons affecté les fils simple en se basant sur les connecteurs. En effet, on l'affecte au SPS qui a l'un des connecteurs et c'est lui qui va commencer son insertion. Voir l'exemple suivant :



Dans l'exemple ci-dessus l'opérateur du SPS 1 va insérer le fil dans le connecteur A afin que l'opérateur de poste 1 prend le réserve et inséré l'autre extrémité de fil dans le connecteur B. En effet le fil va se monter dans le SPS1.

Remarque : l'affectation de trois autres types de fil se fera de la même manière.

Un fil twist a quatre terminaux adjacents deux à deux et il se branche entre deux connecteurs. Nous avons affecté les fils twist en se basant sur les connecteurs. En effet, on l'affecte au SPS qui a l'un des connecteurs et c'est lui qui va commencer son insertion.

Un fil double a trois terminaux : un au sommet qui unit les deux fils, un à l'extrémité du 1er fil et un à l'extrémité du 2eme fil. En effet, il se branche dans 3 connecteurs. Nous avons affecté le fil double au SPS qui a le plus de connecteurs et c'est lui qui va commencer son insertion.

Les joints sont un groupe de fil soudé, chaque fil de ces joints est insérer à un connecteur précis et rangé avant le poste de shunk « poste de soudage », qui effectue le soudage.

Les résultats de cette affectation sont fournis dans le tableau 16 :

Poste	nombre de fils affecté
SPS1	39
SPS2	53
SPS3	40
SPS4	26
SPS5	22
SPS6	42
SPS7	28
Poste 8	14
Poste 9	16
Poste 10	20
Poste 11	19
Poste 12	29
Poste 12-2	17

Tableau 16: Nombre de fils par poste

D'après cette analyse on peut constater qu'on aura plus de fils pour le nouveau projet, ce qui nécessite des structures de stockage de plus. En outre le nombre de tubes vides existant dans les structures de la chaîne actuelle est insuffisant pour ajouter les nouveaux SN. Donc nous devons penser à une nouvelle conception qui va supporter la charge du nouveau projet.

10. Conclusion

Durant ce chapitre, nous avons réalisé une étude détaillée de la chaîne d'intégration actuelle, et analysé chaque paramètre mesuré et le comparer à la charge nécessaire du nouveau projet pour mettre en œuvre les problèmes rencontrés.

Chapitre IV :

Distribution des tâches et améliorations



1. Introduction

Après la phase de définition du processus qui suit la fabrication des câblages de la famille JFA / JFC et les différentes mesures effectués pour avoir une idée sur la capacité de la chaîne actuelle à supporter le processus de fabrication des deux projets, il est temps de passer à la partie de la distribution des tâches ;

2. Distribution des tâches et équilibrage des postes

Après l'affectation des différents composants du câble au différents postes de l'assemblage, nous allons effectuer une étude capacitaire par métier pour la comparer avec la charge donnée afin d'équilibrer les charges entre les différents postes.

L'assemblage du câble nécessite plusieurs opérations dont chacune à un temps précis :

- ✓ Insertion du terminal : branchement des fils dans le connecteur, effectué par les SPS ou les postes dans les JIGs.
- ✓ Monter le connecteur dans le JIG : le SPS donne la branche préparée au poste concerné et ce dernier monte les connecteurs dans le JIG.
- ✓ Wire lay-out : après le montage des connecteurs l'opératrice suit le trajet des fils suivant le lay-out.
- ✓ L'enrubannage : monter les accessoires sur le câble effectué par les postes.

Dans cette partie nous allons calculer le temps de ces différentes opérations en se basant sur la charge qu'on a déjà affecté à chaque poste et la comparer avec le tact time demandé, ceci est à partir d'un document « Balancing file » qui contient les informations suivantes :

- Référence de chaque câble avec la pénétration de la matière première (fils + connecteurs).
- Ensemble d'opération d'assemblage du câble avec le temps livré à chacune.

Pour illustrer ce travail nous allons traiter l'exemple du PN ci-dessous :

PN	MH(h)	MH(min)	Assemblage	Test électrique	Clip checker	Packaging & test vision
241630833R	2,88537	173,122	134,1095	5,3402	25,6153	8,0572

Tableau 17: Le MH par métier du PN 241630833R

Vu qu'on a 33 opérateurs dans ces postes d'assemblage, donc chaque opérateur ne doit pas dépasser $134,1095 / 33 = 4,06$ min

3. Les opérations d'assemblage (insertion + montage + enrubannage) :

3.1. Postes d'insertion et montage

D'abord nous avons affecté toute la charge au dernier opérateur 33 (voir figure 19) et au fur et à mesure qu'un poste prend sa charge déjà défini, le temps de cet opérateur augmente et celui du dernier (opérateur 33 qui travaille dans le poste 26) diminue avec la même durée (voir figure 20).

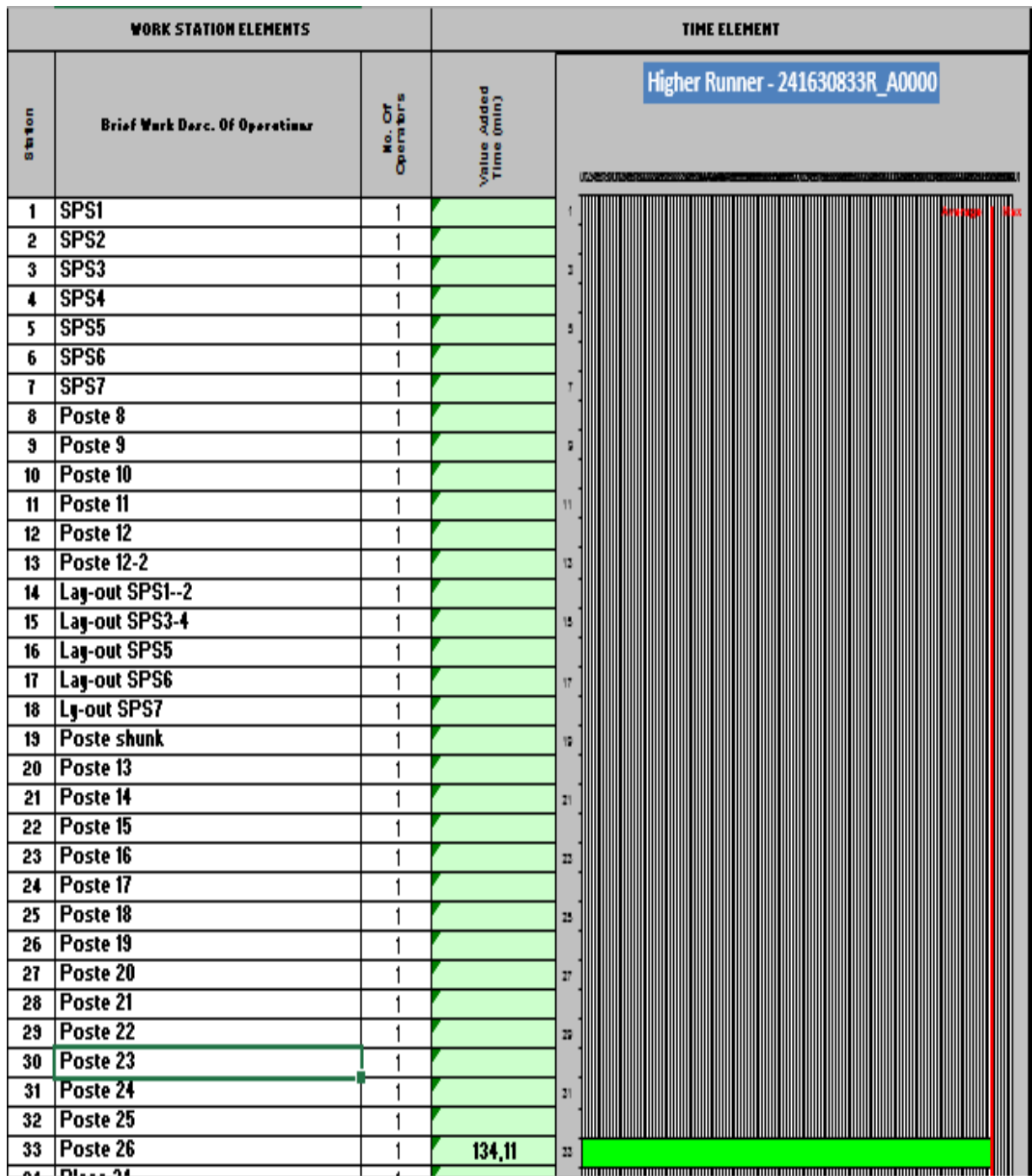


Figure 19: Balancing file (affectation de toutes les opérations à l'opérateur 33)

Nous prenons l'exemple des connecteurs qui sont au SPS5 (opérateur5), nous allons affecter les opérations de ces connecteur à cet opérateur, et cela va générer une charge à ce poste, ceci est illustré dans la figure 20 :

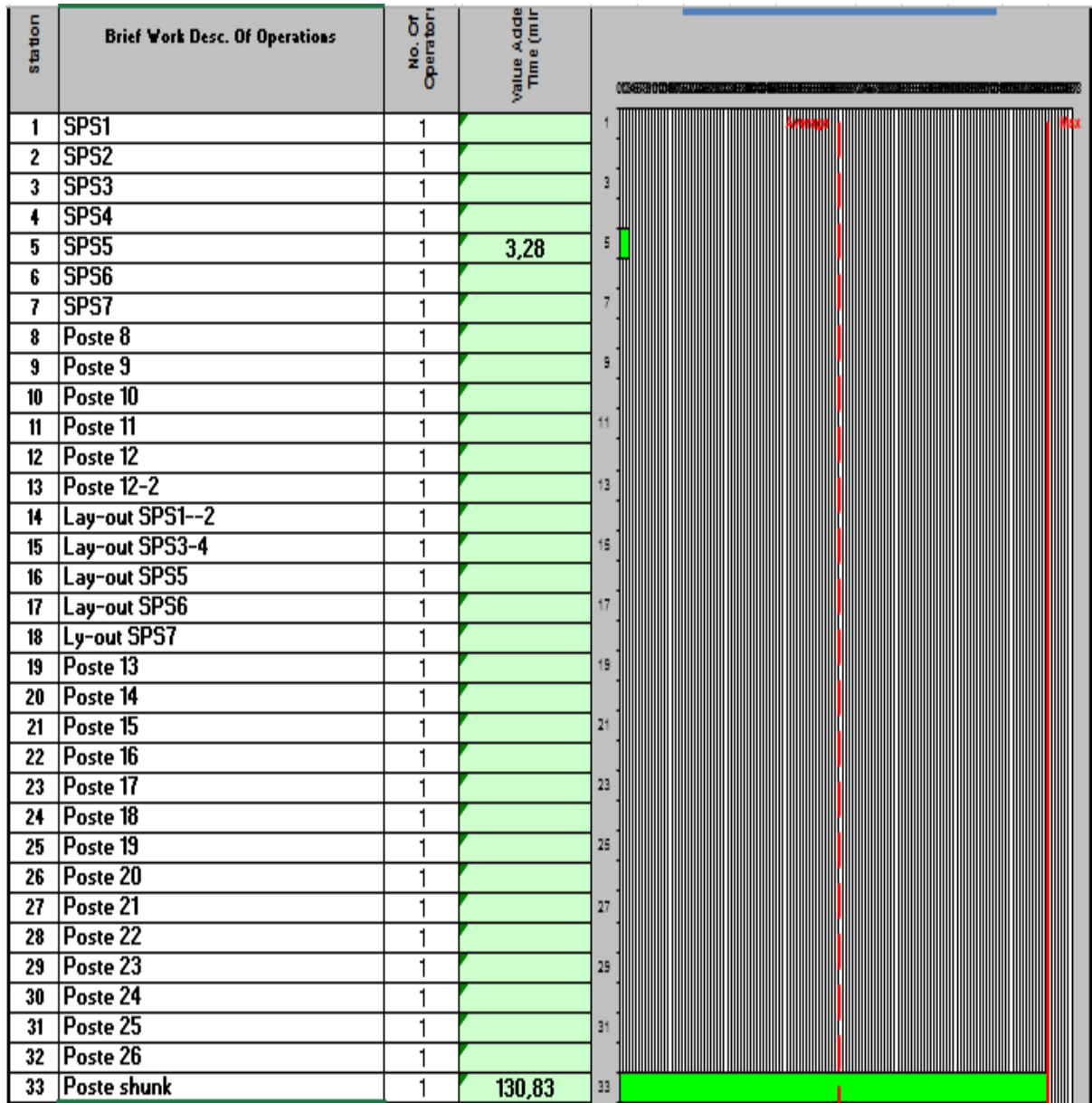


Figure 20: Répartition de la charge au poste SPS5

Remarque : le détail de la répartition des différentes opérations au poste SPS 5 est présenté en [annexe 5](#).

Après l'affectation de toutes les opérations aux différents opérateurs et une fois chaque poste d'insertion et montage a eu sa charge, nous allons essayer d'équilibrer les postes goulots (poste qui dépassent le takt time demandé) pour ne pas impacter la production de la chaîne. Le résultat obtenu est présenté dans la figure 21 :

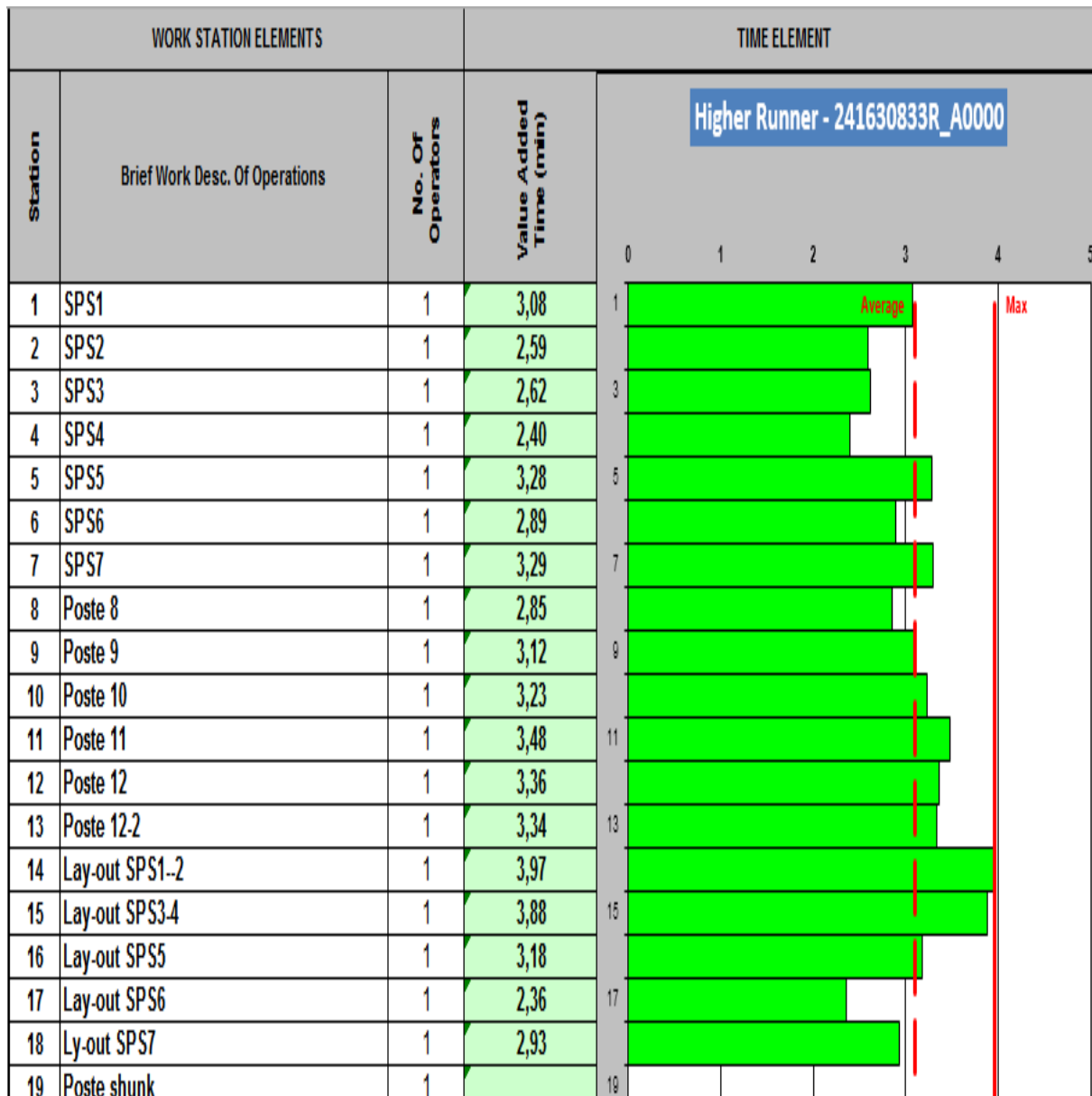


Figure 21: Résultat après équilibrage des postes d'insertion et montage

Nous remarquons qu'après l'équilibrage, que la majorité des postes respectent le takt time. Cette affectation va être légèrement modifiée par la suite car après le démarrage du projet, un chronométrage sera fait afin de savoir les durées des tâches pratiques sur le terrain et faire l'équilibrage.

3.2. Poste d'enrubannage

En se basant sur les schémas d'enrubannage de la première phase du projet JFC, nous allons essayer d'affecter les différentes opérations aux 14 opérateurs qui travaillent dans ces postes.

4. Traitement du problème des structures.

Dans cette partie, nous avons présenté la conception de la nouvelle structure SPS. Cette conception a été réalisée sur le logiciel Catia V5 R21.

L'idée de la nouvelle conception consiste à faire une structure double qui se compose de 75 tubes dans chaque face. La face existante ne va subir aucune modification alors que l'autre face sera consacrée au projet JFC phase 2.

Ceci nécessite la suppression des pagodes. En effet, nous allons les transporter en bas de la structure et dans les côtés comme l'illustre la figure 24. Pour l'emplacement des boxes des connecteurs, nous avons pensé à réduire la table des contre pièces à 10cm puisque elle est suffisante et placer les boxes dans la partie restante (20cm), ainsi dans un côté de structure.

Nous signalons que cette structure a permis d'avoir supporté la charge des composant et fils lors de l'intégration des deux projets JFA et JFC phase 2.

Cette proposition a été partagée avec le département technique. Ce dernier a apprécié la nouvelle conception.

La conception a été approuvée et la commande des équipements a été faite. YMM attend l'arrivage des équipements afin de mettre en place cette structure.

La conception de la vue de face de la nouvelle structure est présentée dans la figure 22.

Remarque : Le détaille de dimensionnement est présenté en [annexe 6](#) :

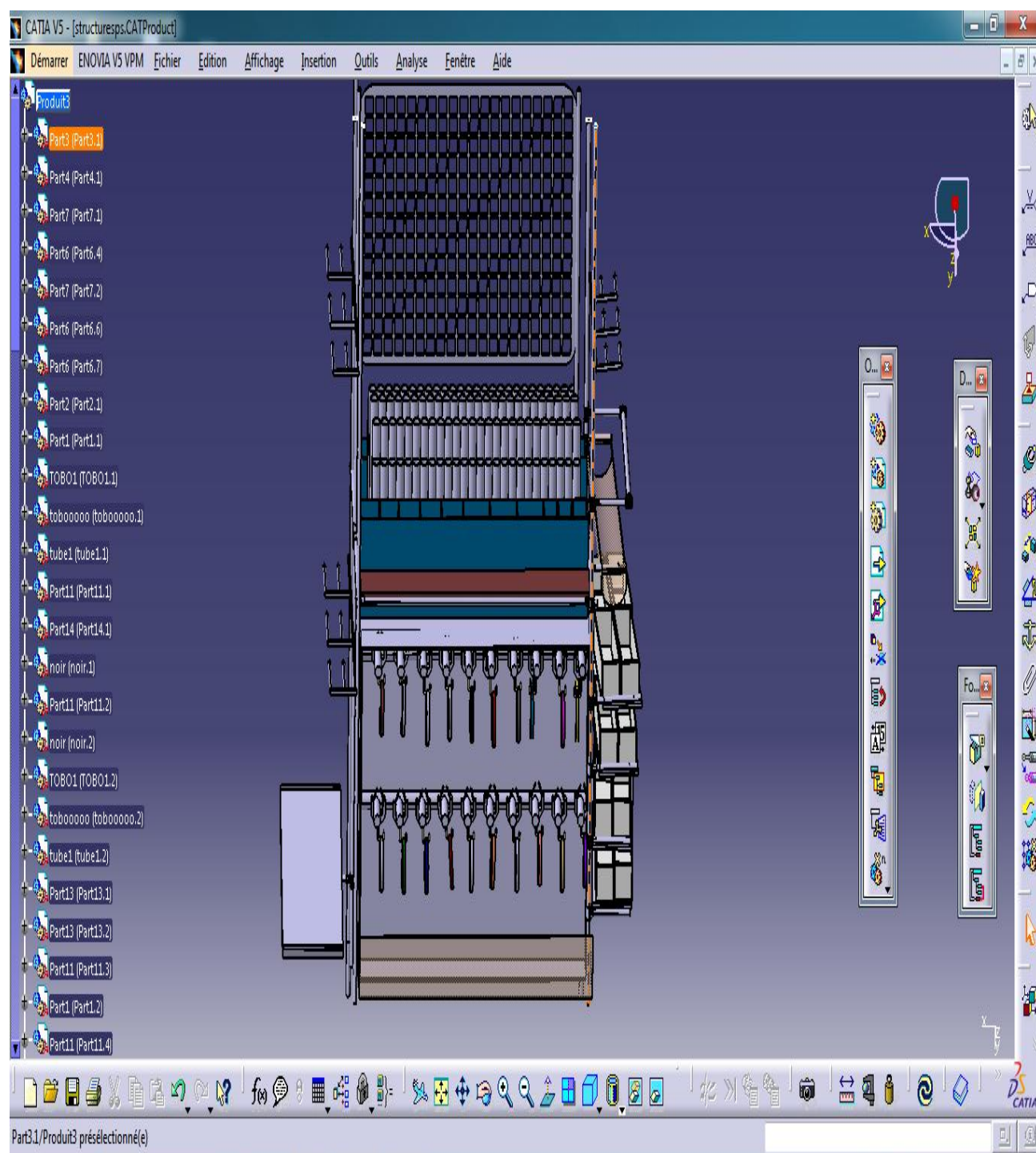


Figure 22: Vue de face de la nouvelle structure

La conception de la chaîne d'assemblage sur le logiciel Catia V5 R21 est illustrée dans la figure 23 :

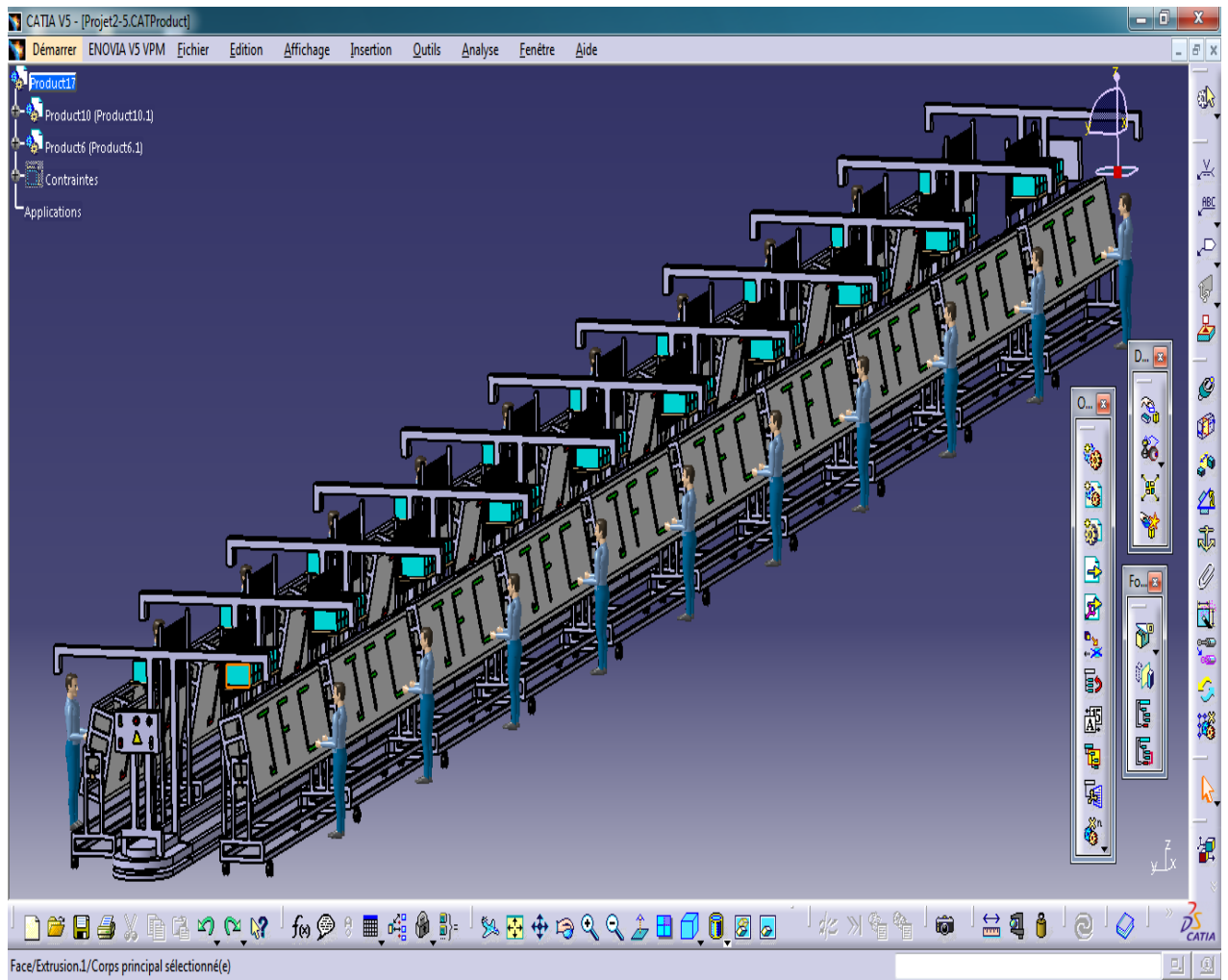


Figure 23: Conception de la chaîne d'assemblage

5. Gain en termes d'espace et structure

L'intégration du projet JFC phase 2 dans la chaîne JFA a engendré également des gains d'espace. En effet l'espace optimiser suit à cette intégration est limité en 488 m².

YMM paye pour chaque m² : 6€ par mois.

Ce qui fait un gain de $488 * 6€ = 2928€/mois$, ce qui fait donne : **35136€/ans**

Charge générés :

Les structures actuelles serrant utiliser dans une autre zone, donc les charges générées sont le prix de la nouvelle conception moins le prix de la structure existante qui vaut (1915 euros-1500euros = 415euros).

6. Conclusion.

Cette phase nous a permis de faire des améliorations pour le bon déroulement des 2 projets ainsi le contrôle de quelques actions faites afin de concrétiser notre travail et étudier les risques qui ont surgit sur terrain.

Conclusion générale

Nous avons effectué notre stage de fin d'étude de master en génie industriel au sein du département PP & NP de l'entreprise YMM. Ce stage a été une expérience professionnelle très enrichissante pour l'approfondissement de nos connaissances théoriques ainsi que par la découverte de nouvelles techniques d'analyse comme la méthode DMAIC.

En premier lieu, et dans l'objectif d'industrialisation de la nouvelle phase du projet JFC de la famille arrière, en l'adaptant à une chaîne déjà existante nous avons effectué un diagnostic de l'existant de la chaîne en commençant tout d'abord par la justification du choix de la ligne d'intégration, définition et la description de son processus de production. Puis nous avons mesuré la charge du nouveau projet.

Par la suite nous avons affecté les différentes opérations du projet aux différents postes de la chaîne existante ce qui a donné la charge par rapport à chaque poste. Cette dernière a été comparée avec la capacité (takt time). En effet, nous avons effectué une étude charge-capacité pour équilibrer les différents postes afin qu'ils respectent le takt time exigé. Cette étude a généré la charge qui va être dédiée à chaque poste. Puis on a comparé cette dernière avec l'existant. En effet, nous avons trouvé que la chaîne existante n'est pas capable (en termes de structures) de supporter la charge du nouveau projet.

Par ailleurs, nous avons proposé une solution à ce problème. Finalement nous avons réussi à intégrer le nouveau projet avec le moindre coût et en assurant les solutions des problèmes qui vont surgir dans la phase d'intersection des deux projets en changeant les structures existantes avec une nouvelle conception plus adéquate. En effet, cette dernière a été validée par plusieurs départements puisqu'elle va supporter l'ancienne et la nouvelle charge et génère peu de contraintes.

En outre nous avons évalué les gains que va apporter notre projet, ce dernier a généré **35136 euro/an**. A cet effet, nous recommandons à YMM d'appliquer ces améliorations pour bénéficier des gains évalués.

Bibliographies

[1] : Documentation interne de YAZAKI MOROCCO MEKNES

[2]: YAZAKI STANDARD ROOTING REPORT

Webographies

[3]: <http://flconsultants.fr/lean-manufacturing/sipoc/>

[4]: <https://leansixsigmafrance.com>

[5]: <http://www.les-grandes-techniques-de-vente.fr/methode-qgoqcp-exemple-definition/>

Annexes

Annexe 1 : Le tableau qui représente les prélèvements pour l'ensemble des postes

	Prise N 1	Prise N 2	Prise N 3	Prise N 4	Prise N 5	Moyenne	Max	Min
SPS 1	172	158	178	182	170	172	182	158
SPS 2	170	165	177	182	172	173	182	165
SPS 3	165	169	165	170	164	167	170	164
SPS 4	180	186	187	188	182	185	188	180
SPS 5	180	179	170	166	176	174	180	166
SPS 6	177	180	168	180	175	176	180	168
SPS 7	178	160	177	160	170	169	178	160
SPS 8	171	170	185	180	170	175	185	170
POSTE 1	180	170	185	180	177	178	185	170
POSTE 2	185	180	178	169	180	178	185	169
POSTE 3	180	175	179	170	175	176	180	170
POSTE 4	169	178	182	172	176	175	182	169
POSTE 5	170	170	182	184	180	177	184	170
POSTE 6	173	167	180	174	170	173	180	167
POSTE 7	167	180	160	182	175	173	182	160
POSTE 8	184	174	174	180	180	178	184	174
POSTE 9	180	186	172	180	175	179	186	172
POSTE 10	186	182	189	187	186	186	189	182
POSTE 11	180	177	175	174	175	176	180	174
SHUNK	170	170	180	182	180	176	182	170
POSTE 13	170	182	186	170	182	178	186	170
POSTE 14	160	173	177	170	170	170	177	160
POSTE 15	185	182	168	181	177	179	185	168
POSTE 16	158	172	169	178	170	169	178	158
POSTE 17	180	172	177	172	175	175	180	172
POSTE 18	170	186	186	180	174	179	186	170
POSTE 19	186	175	179	186	176	180	186	175
POSTE 20	174	186	180	174	180	179	186	174
POSTE 21	175	168	170	178	174	173	178	168
POSTE 22	186	177	170	184	181	180	186	170
POSTE 23	187	174	187	185	182	183	187	174
POSTE 24	179	180	176	186	184	181	186	176
test d'étanchéité	172	160	160	156	165	163	172	156
Clip checker	168	160	177	182	172	172	182	160
Test électrique	170	180	186	187	175	180	187	170
Packaging	164	170	172	178	169	171	178	164
Test vision	133	140	145	138	155	142	155	133

Annexe 2 : Les tableaux des Part Number des deux projets JFC phase 2 / JFA

Tableau des Part Number du projet JFC phase2 et le calcul de MH pondéré :

PN	take rate	Mh(min)	Mh(h)
241635090R	2,42%	199,6529	3,327548
241636527R	2,64%	197,9446	3,299077
241637786R	5,66%	192,423	3,20705
241634535R	3,42%	191,9451	3,199085
241637451R	1,18%	190,7146	3,178577
241637392R	1,28%	190,2794	3,171323
241636671R	4,18%	190,2368	3,170613
241637385R	8,16%	186,1253	3,102088
241633456R	2,54%	185,9058	3,09843
241636568R	9,69%	184,417	3,073617
241631694R	19,31%	184,1974	3,069957
241631036R	5,91%	183,7622	3,062703
241631359R	4,98%	179,6394	2,99399
241634537R	1,31%	179,1615	2,986025
241632445R	22,25%	177,9311	2,965518
241637310R	1,18%	177,4532	2,957553
241630833R	3,07%	173,1222	2,88537
241631299R	0,81%	171,4139	2,856898
MH pondéré			3,067327

Tableau des Part Number du projet JFA et le calcul de MH pondéré :

PN	take rate	Mh(min)	Mh(h)
241630736R	11,36%	148,0147	2,466911
241637379R	12,67%	144,3799	2,406332
241638821R	8,36%	143,4103	2,390172
241638614R	2,02%	142,2406	2,370677
241636114R	3,33%	141,3521	2,355869
241636882R	8,09%	140,352	2,3392
241638739R	0,18%	140,352	2,3392
241639961R	0%	139,7381	2,328969
241634937R	1,42%	139,3824	2,32304
241637475R	11,40%	136,4984	2,274973
241639465R	9,18%	136,4565	2,274275
241638621R	0,21%	136,0322	2,267204
241632660R	3,62%	135,9226	2,265376
241634988R	0%	134,3278	2,238796
241631004R	0%	132,1885	2,203141
241633448R	7,99%	131,027	2,183783
241635194R	2,32%	129,8983	2,164972
241630975R	10,90%	127,759	2,129317
241636066R	3,62%	126,8705	2,114508
241631170R	2,88%	117,8373	1,963955
241636033R	0%	112,9846	1,883077
241632798R	0,21%	108,5552	1,809253
241637210R	0%	108,3507	1,805844
241639459R	0,25%	103,9212	1,73202
MH pondéré			2,290656

Annexe 3 : Les résultats des calculs du nombre de shift pour les années 2020, 2021, 2022 et 2023 :

Résultat de calcul du nombre de shift obtenu pour l'année 2020 :

Projet	Demande annuelle	Demande/ jour	Demande/ semaine	MH pondéré	Capacité de production	Nombre de shifts pour produire la quantité de la semaine
JFA	20000	74	444	2,29	144	3,08
JFC phase2	19000	70	420	3,06	107	3,92
Total de shift par semaine						7

Résultat de calcul du nombre de shift obtenu pour l'année 2021 :

Projet	Demande annuelle	Demande/ jour	Demande/ semaine	MH pondéré	Capacité de production	Nombre de shifts pour produire la quantité de la semaine
JFA	17000	63	378	2,29	144	2,62
JFC phase2	17000	63	378	3,06	107	3,53
Total de shift par semaine						6,15

Résultat de calcul du nombre de shift obtenu pour l'année 2022 :

Projet	Demande annuelle	Demande/ jour	Demande/ semaine	MH pondéré	Capacité de production	Nombre de shifts pour produire la quantité de la semaine
JFA	14000	52	312	2,29	144	2,17
JFC phase2	14000	52	312	3,06	107	2,92
Total de shift par semaine						5,09

Résultat de calcul du nombre de shift obtenu pour l'année 2023 :

Projet	Demande annuelle	Demande/ jour	Demande/ semaine	MH pondéré	Capacité de production	Nombre de shifts pour produire la quantité de la semaine
JFA	14000	52	312	2,29	144	2,17
JFC phase2	14000	52	312	3,06	107	2,92
Total de shift par semaine						5,09

Annexe 4 : Les tableaux d'extraction des connecteurs

Tableau de connecteurs équivalents :

Références	Code YAZAKI phase1	Code YAZAKI phase2
7187105630	240	240
7183666730	275	275
7283597180	234	234
7282885630	246	246
7282885030	245	245
7283592810	227	227
72878351	261	261
7283885030	220	220
7287666830	603	603
7283592810	225	225
72871892	241	241
7283885330	602	602
7283592810	226	226
7283592810	224	224
72868679	283	283
7287044830	600	600
7009165102	278	278
7009550102	313	313
7283885030	218	218
7183787080	280	280
7282885630	267	267
7283885130	281	281
7187105630	217	217
7283597180	235	235
728345840	293	293
7187105630	239	239
72868675	271	271
7283885230	250	250
7287666990	259	259
7287666830	258	258
7286743230	262	262
7283885130	209	209
7283885230	260	260
7119153830	207	207
7119153830	605	605
7283067330	219	219

7286743230	263	263
7283885130	208	208
7219192930	255	290
7287047630	257	257
7283939310	222	222
7187105630	237	237
7219192930	291	291
7219192930	253	255
72830198	321	265
72830198	264	264
7287243330	229	229
7283885130	243	243
7219192930	290	253
7187105630	238	238
7287243330	292	292
7287557940	256	256
7182258940	233	233
7283258940	251	251
7283939240	221	221
KS73358915	212	211
KS74352768	305	307
72830198	266	266
72888940	270	270

Tableau de connecteurs spécifiques du projet JFC phase 2

Références	Code YAZAKI
7289657930	273
7287836680	268
7283464030	607
7287131340	269
KS74359303	308
72896579	272
KS74356825	305
KS74359303	306
KS73358003	212
7287570330	608
70095687	276
KS74357840	311
72868666	248
72878645	606

KSX1PO7AY4	312
7287570330	609
7183274130	203
7119136130	202

Tableau de connecteurs spécifiques du projet JFC phase 2

Références	Code YAZAKI
72830198	265
7009551402	601
7283368530	206
7187105630	300
7286133030	242
7187105630	301
72830198	332
72830502	202
72898052	203
KS74356454	312
KS74356455	311
KS74359211	311
7009502002	276
7287817450	249
7287317030	201
KS74356619	306
7219180380	604
7219180260	274
7219180260	273
7219180380	272
7287109160	269
KS73358914	211
7283939310	307
KS73358006	308
7009550102	279
7004126902	277
7286133030	205
7287836740	268

Annexe 5 : La répartition des différentes opérations au poste SPS 5

Operator	Sequence	Modules	Actual Time with allowance (min)	Quantity	Work Description	Circ ID		POSTE SN	Circ S	Circ E	Conn S		New Poste	Cav S
5			0,0495		Terminal insertion	268	S003692318 TWIST SIMPLE	SPS-5	281002	256B11	[281]-7283 8851 30	281002	SPS-5	2
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	268	S003692318 TWIST SIMPLE	SPS-5	281002	256B11	[281]-7283 8851 30	281002	SPS-5	2
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	268	S003692318 TWIST SIMPLE	SPS-5	281002	256B11	[256]-7287 5579 40	256B11	SPS-5	B11
5			0,0495		Terminal insertion	269	S003692319 TWIST SIMPLE	SPS-5	281001	256B10	[281]-7283 8851 30	281001	SPS-5	1
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	269	S003692319 TWIST SIMPLE	SPS-5	281001	256B10	[281]-7283 8851 30	281001	SPS-5	1
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	269	S003692319 TWIST SIMPLE	SPS-5	281001	256B10	[256]-7287 5579 40	256B10	SPS-5	B10
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	3	S003483493 FIL SIMPLE	SPS-5	246001	202022	[246]-7282 8856 30	246001	SPS-5	1
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	3	S003483493 FIL SIMPLE	SPS-5	246001	202022	[246]-7282 8856 30	246001	SPS-5	1
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	3	S003483493 FIL SIMPLE	SPS-5	246001	202022	[202]-7119 1361 30	202022	SPS-5	22
5			0,0868		Wire layout(Grom)	3	S003483493 FIL SIMPLE	SPS-5	246001	202022	[202]-7119 1361 30	20200	SPS-5	
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	4	S003483494 FIL SIMPLE	SPS-5	246005	202009	[246]-7282 8856 30	246005	SPS-5	5
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	4	S003483494 FIL SIMPLE	SPS-5	246005	202009	[246]-7282 8856 30	246005	SPS-5	5
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	4	S003483494 FIL SIMPLE	SPS-5	246005	202009	[202]-7119 1361 30	202009	SPS-5	9
5			0,0868		Wire layout(Grom)	4	S003483494 FIL SIMPLE	SPS-5	246005	202009	[202]-7119 1361 30	20200	SPS-5	
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	54	S003483500 FIL SIMPLE	SPS-5	245001	203004	[245]-7282 8850 30	245001	SPS-5	1
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	54	S003483500 FIL SIMPLE	SPS-5	245001	203004	[245]-7282 8850 30	245001	SPS-5	1
5			0,0863		Wire layout(Grom)	54	S003483500 FIL SIMPLE	SPS-5	245001	203004	[203]-7183 2741 30	20300	SPS-5	
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	72	S003483510 FIL SIMPLE	SPS-5	246002	202004	[246]-7282 8856 30	246002	SPS-5	2
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	72	S003483510 FIL SIMPLE	SPS-5	246002	202004	[246]-7282 8856 30	246002	SPS-5	2
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	72	S003483510 FIL SIMPLE	SPS-5	246002	202004	[202]-7119 1361 30	202004	SPS-5	4
5			0,0865		Wire layout(Grom)	72	S003483510 FIL SIMPLE	SPS-5	246002	202004	[202]-7119 1361 30	20200	SPS-5	
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	73	S003483511 FIL SIMPLE	SPS-5	246003	202005	[246]-7282 8856 30	246003	SPS-5	3
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	73	S003483511 FIL SIMPLE	SPS-5	246003	202005	[246]-7282 8856 30	246003	SPS-5	3
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	73	S003483511 FIL SIMPLE	SPS-5	246003	202005	[202]-7119 1361 30	202005	SPS-5	5
5			0,0866		Wire layout(Grom)	73	S003483511 FIL SIMPLE	SPS-5	246003	202005	[202]-7119 1361 30	20200	SPS-5	
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	74	S003483512 FIL SIMPLE	SPS-5	246004	202006	[246]-7282 8856 30	246004	SPS-5	4
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	143	S003692251 JOINT SIMPLE	SPS-5	220003		[220]-7283 8850 30	220003	SPS-5	3
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	143	S003692251 JOINT SIMPLE	SPS-5	220003		[220]-7283 8850 30	220003	SPS-5	3
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	145	S003692252 JOINT SIMPLE	SPS-5	606004		[606]-7287 8645	606004	SPS-5	4
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	74	S003483512 FIL SIMPLE	SPS-5	246004	202006	[246]-7282 8856 30	246004	SPS-5	4
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	74	S003483512 FIL SIMPLE	SPS-5	246004	202006	[202]-7119 1361 30	202006	SPS-5	6
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	32	S003692226 JOINT SIMPLE	SPS-5	233030		[233]-7182 2589 40	233030	SPS-5	30
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	103	S003692227 JOINT SIMPLE	SPS-5		245004	[245]-7282 8850 30	245004	SPS-5	4
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	103	S003692227 JOINT SIMPLE	SPS-5		245004	[245]-7282 8850 30	245004	SPS-5	4
5			0,0866		Wire layout(Grom)	74	S003483512 FIL SIMPLE	SPS-5	246004	202006	[202]-7119 1361 30	20200	SPS-5	
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	76	S003483513 FIL SIMPLE	SPS-5	246006	202007	[246]-7282 8856 30	246006	SPS-5	6
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	76	S003483513 FIL SIMPLE	SPS-5	246006	202007	[246]-7282 8856 30	246006	SPS-5	6
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	76	S003483513 FIL SIMPLE	SPS-5	246006	202007	[202]-7119 1361 30	202007	SPS-5	7
5			0,0867		Wire layout(Grom)	76	S003483513 FIL SIMPLE	SPS-5	246006	202007	[202]-7119 1361 30	20200	SPS-5	
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	18	S003692332 FIL SIMPLE	SPS-5	245003	269010	[245]-7282 8850 30	245003	SPS-5	3
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	18	S003692332 FIL SIMPLE	SPS-5	245003	269010	[245]-7282 8850 30	245003	SPS-5	3
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	31	S003692225 JOINT SIMPLE	SPS-5	220002		[220]-7283 8850 30	220002	SPS-5	2
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	31	S003692225 JOINT SIMPLE	SPS-5	220002		[220]-7283 8850 30	220002	SPS-5	2
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	820	S003692290 DOUBLE	SPS-5	2560B9	202003	[202]-7119 1361 30	202003	SPS-5	3
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	178	S003692375 FIL SIMPLE	SPS-5	270020	220005	[220]-7283 8850 30	220005	SPS-5	5
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	178	S003692375 FIL SIMPLE	SPS-5	270020	220005	[220]-7283 8850 30	220005	SPS-5	5
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	168	S003692263 JOINT SIMPLE	SPS-5	202014		[202]-7119 1361 30	202014	SPS-5	14
5			0,0495		Terminal insertion	136	S003692236 JOINT DOUBLE	SPS-5	280001		[280]-7183 7870 80	280001	SPS-5	1
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	136	S003692236 JOINT DOUBLE	SPS-5	280001		[280]-7183 7870 80	280001	SPS-5	1
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	226	S001183709 JOINT DOUBLE	SPS-5	246009		[246]-7282 8856 30	246009	SPS-5	9
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	226	S001183709 JOINT DOUBLE	SPS-5	246009		[246]-7282 8856 30	246009	SPS-5	9
5			0,055		Terminal insertion (>5P)	242	S003692238 JOINT DOUBLE	SPS-5	220001		[220]-7283 8850 30	220001	SPS-5	1
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	242	S003692238 JOINT DOUBLE	SPS-5	220001		[220]-7283 8850 30	220001	SPS-5	1
5			0,0374		Close pre-installed connector lock						[281]-7283 8851 30	28100		
5			0,1166		Wire layout(Grom)	143	S003692251 JOINT SIMPLE	SPS-5	220003		[220]-7283 8850 30	22000	SPS-5	
5			0,1667		Wire layout(Grom)	31	S003692225 JOINT SIMPLE	SPS-5	220002		[220]-7283 8850 30	22000	SPS-5	
5			0,1157		Wire layout(Grom)	242	S003692238 JOINT DOUBLE	SPS-5	220001		[220]-7283 8850 30	22000	SPS-5	
5			0,0495		Terminal insertion	256	S003692394 FIL SIMPLE	SPS-5	270016	280002	[280]-7183 7870 80	280002	SPS-5	2
5			0,0055		Terminal with seal insertion penalty	256	S003692394 FIL SIMPLE	SPS-5	270016	280002	[280]-7183 7870 80	280002	SPS-5	2
5			0,1579		Wire layout(Grom)	103	S003692227 JOINT SIMPLE	SPS-5		245004	[245]-7282 8850 30	24500	SPS-5	
5			0,0828		Wire layout(Grom)	226	S001183709 JOINT DOUBLE	SPS-5	246009		[246]-7282 8856 30	24600	SPS-5	
5			0,0895		Wire layout(Grom)	136	S003692236 JOINT DOUBLE	SPS-5	280001		[280]-7183 7870 80	28000	SPS-5	
5			0,1798		Wire layout(Grom)				281002_256B11;281001		[281]-7283 8851 30	28100	SPS-5	

Annexe 6 : Le détail de dimensionnement de la structure SPS

