



## PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du :

**Diplôme d'Ingénieur d'Etat**  
Spécialité : **Conception Mécanique et Innovation**

### **AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE DU PROJET NISSAN PAR INTÉGRATION DE DEUX CHAINES DE PRODUCTION**

Effectué au sein du YAZAKI Tanger  
Service Ingénierie

Soutenu le 20 Juin 2016

Par :

**Mr. Hamza FADLOULLAH**

Jury:

Pr. Mr. A. ABOUTAJEDDINE (FSTF)  
Pr. Mr. A. EL HAKIMI (FSTF)  
Pr. Mr. M. EL MAJDOUBI (FSTF)

Encadré par :

- Pr Mr. A. ABOUTAJEDDINE (FSTF)
- Mr. N.AZEGRAR (YAZAKI)

Année Universitaire : 2015-2016

# Ayant-propos

**Nom et prénom de l'élève stagiaire de la FST :**

Hamza FADLOULLAH

**Intitulé du travail :**

Amélioration de la performance du projet NISSAN par intégration de deux chaînes de production.

**Etablissement d'accueil (Coordonnées) :**

Yazaki Tanger - 90000 Zone franche TFZ Tanger, lot 101

Tél : 00 212 539 399 000 / Fax : 00 212 539 393 448

Site : [www.yazaki-europe.com](http://www.yazaki-europe.com)

**Coordonnées de l'école :**

Faculté des Sciences et Techniques de Fès B.P. 2202 – Route d'Imouzzer, Fès, Maroc.

Site : [www.fst-usmba.ac.ma](http://www.fst-usmba.ac.ma)

**Nom et prénom de l'encadrant du projet dans l'établissement d'accueil :**

M. Nabil AZEGRAR

Mme. Naima CHNANI

**Nom et prénom du directeur du projet à l'FST et à l'ENSA de Tanger :**

M. Ahmed ABOUTAJEDDINE

**Date de début et de fin de stage :**

Du 08 Février 2016 au 03 juin 2016

# Dédicace

## **Au Dieu Tout Puissant**

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

## **A mes chers parents**

Aucun mot, aussi signifiant soit-il, ne saurait exprimer le degré d'amour, d'affection, de respect et de reconnaissance que j'éprouve pour vous. Votre présence à mes côtés m'a toujours apporté confiance et réconfort.

Puisse ce travail être le fruit de votre dévouement et de vos sacrifices et un témoignage de ma gratitude et patience.

Que Dieu vous procure longue vie, avec bonheur et santé, vous protège, afin que vous demeuriez le soleil qui illumine notre vie.

## **A mes chers frères**

Pour nos fous rires, pour les liens solides qui nous unissent, je ne saurais exprimer les sentiments d'attachement fraternel que j'ai pour vous. Je vous souhaite beaucoup de bonheur et de courage dans votre vie.

Que Dieu vous garde et vous préserve à nous.

## **A toute ma famille**

Ceux qui m'ont soutenu, encouragé, apprécié mes efforts et crée le milieu favorable, l'ambiance joyeuse et l'atmosphère joviale pour procurer ce travail.

## **A mes amis**

En souvenir des plus beaux instants qu'on a passés ensemble, des moments de joie et de peine, de l'amitié merveilleuse qui nous a réunies pendant des années.

Que ce travail si modeste soit pour vous le témoignage de ma grande considération, mon respect.

# Remerciement

*C'est avec un immense plaisir que je réserve ces lignes en gage de gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration et la réussite de ce travail.*

*A l'issue de cinq agréables années passées au sein de la faculté des sciences et techniques de Fès (FSTF), j'adresse des remerciements particuliers à l'ensemble du corps professoral et administratif pour l'incalculable qualité de l'enseignement qui m'a été dispensé.*

*Mes vifs remerciements s'adressent à Mr. Nabil AZEGRAR responsable au département Ingénierie de m'avoir accordé l'opportunité d'effectuer mon projet de fin d'études au sein de YAZAKI Morocco, et d'intégrer leur équipe de travail et la chance de prouver mes connaissances acquises.*

*Je tiens à exprimer aussi mes sentiments de gratitude à mes tuteurs industriels : Mme. Naima CHNANI, Zineb LAABDI pour le partage généreux de leurs connaissances, et surtout pour la confiance qu'ils m'ont accordée. Leurs conseils avisés, leurs critiques pertinentes et leurs qualités humaines m'ont été d'une très grande utilité pour mener à terme ce travail.*

*Je remercie également mon parrain de projet Mr. Ahmed ABOUTAJEDDINE, Professeur en Génie mécanique pour son orientation avisée et que pour les précieux conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer et qui ont fort contribué à l'accomplissement de ce travail.*

*Le succès de mes missions n'aurait pas été possible sans l'aide de certaines personnes ; pour cela je remercie chaleureusement MR. Abdelhak BOUCHEMAMA et toute l'équipe de l'ingénierie industrielle pour leur soutien et leur sympathie qui m'ont permis de réaliser mon projet dans une ambiance de travail agréable.*

# Résumé

Ce rapport présente le travail que j'ai effectué dans le cadre de mon projet de fin d'études qui s'est effectué au sein de la multinationale Yazaki sur la période allant du 08 février 2016 au 03 juin de la même année.

Le travail réalisé s'inscrit dans le cadre de l'amélioration continue ayant pour objectif principal l'optimisation de l'espace occupé par les projets : X12C.1 et X12C.2 au sein de l'entreprise YMO.

Ainsi, pour la société YMO, à cause de la croissance de son activité, l'optimisation des surfaces occupées par ses lignes de production devient vitale afin de les exploiter au maximum. De plus, l'amélioration de la productivité et l'optimisation du nombre d'opérateurs dédiés deviennent essentielles afin de minimiser les coûts de gestion et d'améliorer le rendement de l'entreprise.

Le projet a été traité en respectant la démarche DMAIC. L'application de cette dernière a permis de résoudre les problèmes posés d'une façon rigoureuse. Pour ce faire, il fallait commencer par la définition de la problématique posée et les objectifs à atteindre. Avant de passer à la proposition des opportunités d'amélioration dans le contexte étudié, nous avons présenté d'une manière détaillée les données exploitées tout au long de l'étude ainsi que de la méthodologie de travail utilisée pour chacune de ces données. En fin, nous avons établi le bilan de gains des résultats des solutions proposées.

Mots clés : Intégration, espace, layout, DMAIC

# Abstract

The present report sums up the work I have performed as part of my graduation project, my final studies internship was carried out within YMO Company from the 08rd February to the 03rd June.

The work achieved belongs to the continuous improvement philosophy; the main objective is to optimize the space occupied by the projects: X12C.1 and X12C.2 in YMO.

In fact, for YMO Company, the optimization of the spaces occupied by its production lines becomes vital and crucial because of the continuous growth of its activities.

Besides, improving the productivity and decreasing the number of operators are becoming the main targets of YMO Company in order to minimize costs and improve performance.

The project was ran applying the DMAIC approach. The application of DMAIC has solved the problems in a rigorous way. To do this, we had to start by defining the problem and setting the main objectives. Before proposing the improvement opportunities, we have presented, the data used throughout the study and the work methodology used for each of these data. In the end, we converted the proposed solutions in earnings.

Key words: Integration, work place, layout, DMAIC

# Sommaire

Introduction .....	1
<b>CHAPITRE 1: Presentation de l'organisme d'accueil et conduite de projet</b>	
I. Présentation du groupe YAZAKI .....	2
1- Présentation de YAZAKI Maroc.....	3
a. Fiche signalétique de YAZAKI Maroc .....	3
b. Organigramme de YAZAKI Maroc .....	3
c. L'activité de YAZAKI Maroc .....	4
d. Les projets YAZAKI : .....	5
e. Les types des câbles.....	5
f. Les composants du câble : .....	6
II. Processus de fabrication et les différentes zones de production .....	8
1. Processus de production .....	8
2. Zones de production .....	8
a. Zone de coupe.....	8
b. Zone de pré-assemblage .....	9
c. Zone de montage : .....	10
Bilan.....	11
III. Synthèse du cahier des charges et Stratégie de conduite du projet .....	12
1. Contexte du projet .....	12
2. Acteurs du projet .....	13
3. Analyse fonctionnelle.....	13
a. Diagramme bête à corne .....	13
b. Valider le besoin :.....	14
c. Rechercher et exprimer les fonctions de services.....	15
d. Valider les fonctions .....	15
4. Méthodologie .....	17
5. Contraintes du projet .....	17
6. Stratégie de conduite du projet.....	18
a. Planning du projet.....	18
• Conclusion du chapitre 1 .....	19

## **CHAPITRE 2 : Application de la demarche DMAIC au projet Nissan : definir**

I.	Introduction.....	20
II.	Formulation du problème .....	20
1.	Mise en situation .....	20
2.	Problématique.....	20
a.	Quoi ? .....	20
b.	Qui ? .....	21
c.	Où ?.....	21
i.	Définition.....	22
ii.	Méthodologie.....	22
iii.	Schématisation du flux.....	22
i.	Lay-out de la chaine X12C.....	24
ii.	Analyse de déroulement .....	24
d.	Quand.....	30
e.	Comment .....	30
f.	Pourquoi.....	30
3.	Identification des caractéristiques clés.....	30
a.	Diagramme CTQ .....	31

## **CHAPITRE 3 : Application de la demarche DMAIC au projet Nissan : mesurer et analyser**

I.	Introduction.....	32
II.	Choix de la chaine à intégrer .....	32
1.	Production de la chaine X12C.....	32
-	La moyenne de la productive des semaines.....	32
III.	Analyse des deux chaines X12C.1 et X12C.2 : chronométrage.....	34
1.	Introduction .....	34
2.	Yamazumi Chart de la chaine X12C.2.....	35
3.	Yamazumi Chart de la chaine X12C.1 .....	40
a.	Analyse de la ligne X12C.1 .....	40
b.	Yamazumi Chart.....	41

## **CHAPITRE 4 : Améliorations et solutions proposées**

I.	Adaptation du processus de la chaine X12C.2 à celui de la chaine X12C.1 .....	47
1.	Définition « Yokoten activity ».....	47
2.	Application de la méthode Yokoten sur la chaine X12C.2.....	47
a-	Création du SPS.....	47
b-	Création du WASUREMBO .....	48



II.	Intégration des deux chaînes X12C.1 et X12C.2 .....	51
1.	Postes communs des deux chaînes .....	51
2.	Chaîne d'assemblage.....	52
3.	Poste d'insertion.....	52
4.	Clip Checker.....	56
5.	Test électrique .....	56
6.	Mur qualité .....	58
7.	Lay-out final de la chaîne X12C après l'intégration.....	61
8.	Conception de la nouvelle chaîne sur CATIA V5.....	62
III.	Estimation des différents gains .....	64
1.	Introduction .....	64
2.	Evaluation des gains.....	64
a.	Bilan du projet .....	64
b.	Espace.....	65
c.	Equipements .....	65
3.	Investissement .....	66
IV.	Conclusion du chapitre 4.....	66
	Bilan des gains :.....	66

# Liste des figures

Figure 1 : Le réseau mondial du groupe YAZAKI (les filiales de Yazaki).....	2
Figure 2: Organigramme général de YAZAKI Morocco-Tanger .....	3
Figure 3 : Câble électrique .....	5
Figure 4 : Les produits des clients chez YMO .....	5
Figure 5 : Les types de câbles .....	6
Figure 6 : Fil électrique .....	6
Figure 7: Composant du terminal .....	6
Figure 8: connecteurs .....	7
Figure 9: extrait du Lay-out d'YMO .....	8
Figure 10: machine mecal .....	9
Figure 11: machine ultra-sonic.....	9
Figure 12: machine twist .....	9
Figure 13: JIG.....	10
Figure 14: clip checker.....	10
Figure 15: test électrique .....	10
Figure 16: test visuel .....	11
Figure 17: emballage .....	11
Figure 18: diagramme bête à corne .....	13
Figure 19: Réponse validant le besoin .....	14
Figure 20: Diagramme pieuvre.....	15
Figure 21 : Diagramme de Gantt.....	18
Figure 22 : Emplacement du projet X12C au sein de YAZAKI satellite .....	21
Figure 23 : le flux de production .....	23
Figure 24: Chaîne de production X12C.1.....	27
Figure 25 : Chaîne de production X12C.2.....	29
Figure 26 : Diagramme CTQ du projet .....	31
Figure 27 : Productivité directe et indirecte des deux chaînes .....	33
Figure 28 : Yamazumi de la chaîne X12C.2 .....	36
Figure 29 : Représentation graphique du chronométrage des postes goulots de la famille X12C.2 .....	37
Figure 30 : les sept MUDAS .....	38
Figure 31: Yamazumi de la chaîne X12C.1 avant les projets SPS et WSB .....	42
Figure 32 : Yamazumi de la chaîne X21C.1 après les projets SPS et WSB.....	44
Figure 33 : Amélioration faite sur la chaîne X12C.1 .....	47
Figure 34 : Etagère des boxes.....	49
Figure 35 : WASUREMBO .....	50
Figure 36 : JIG rotatif.....	52
Figure 37 : Poste d'insertion des fils.....	53
Figure 38 : Le nouveau poste d'insertion.....	55
Figure 39 : Mur qualité.....	56
Figure 40 : Lay-out final du TE après intégration .....	57
Figure 41 : Lay-out du MQ après l'intégration.....	60
Figure 42 : Lay-out de la chaîne X12C après l'intégration.....	61
Figure 43 : conception de la chaîne X12C après l'intégration.....	63
Figure 44 : Mini Tobo du poste d'insertion .....	66



# Liste des tableaux

Tableau 1: fiche signalétique de YAZAKI Maroc .....	3
Tableau 2: Validation des fonctions .....	16
Tableau 3: Information et état d'avancement du projet X12C.....	20
Tableau 4 : les symboles du diagramme de procédé .....	24
Tableau 5 : Diagramme de procédés de la chaine X12C.1 .....	25
Tableau 6: Productivité des mois Janvier et Février 2016 .....	32
Tableau 7: Chronométrage de la chaine X12C.2.....	35
Tableau 8 : Détails du chronométrage des postes goulots de la famille X12C.2 .....	37
Tableau 9: les MUDAS de la chaines X12C.2 .....	40
Tableau 10 : chronométrage de la chaine X12C.avant les projets SPS et WSB .....	41
Tableau 11: Chronométrage de la chaine X12C.1 après les projets SPS et WSB.....	43
Tableau 12 : Processus du Wasurembo .....	51
Tableau 13 : dimensionnement des postes d'insertion.....	53
Tableau 14 : La capacité du nouveau poste d'insertion .....	55
Tableau 15 : les résultats achevés.....	64
Tableau 16 : tableau de gain des équipements .....	65
Tableau 17 : Investissement .....	66

# Terminologie

## I. Abréviations

<b>YMO</b>	: Yazaki Morocco
<b>CBU</b>	: Customer Business Unit
<b>AMDEC</b>	: Analyse de Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
<b>DMAIC</b>	: Définir Mesurer Analyser Innover Contrôler
<b>CTQ</b>	: Critical To Quality
<b>QOQCP</b>	: Qui, Quoi, Où, Quand, Comment et Pourquoi
<b>PN</b>	: Part Number
<b>CPN</b>	: Customer Part Number

## II. Glossaire

- **Lay-out** : Le lay-out est un schéma élaboré par le responsable Autocad qui représente l'apparence d'une chaîne de production ; il consiste à dessiner la vue de dessus de la chaîne en se basant sur des mesures prises par les techniciens d'ingénierie sur le terrain. Le terme lay-out peut également faire référence à la projection du drawing sur le tableau d'assemblage, ce lay-out est élaboré aussi par le responsable Autocad.
- **JIG** : tableau mobile pour insérer des fils dans les connecteurs, et enrubanner des câbles par des rubans et des tubes.
- **Cycle time** : le temps de travail d'un poste pour effectuer une opération.
- **Takt time** = temps de fonctionnement (460min) / demande client.
- **Line speed (vitesse)** = temps entre l'arrivée du premier JIG à un point et l'arrivée du deuxième JIG au même point.

# Introduction

Les entreprises industrielles sont confrontées à d'énormes challenges en relation avec de nouveaux produits et lignes de production, elles se trouvent donc obligées de revoir leurs produits et leurs processus actuels de manière plus efficace afin de rester compétitives.

Même si l'espace disponible est limité dans les usines existantes, les facteurs de coûts conduisent néanmoins à des tentatives d'intégration des nouvelles lignes de production dans les structures existantes. Ce sont là les challenges auxquels les entreprises se sont confrontées lors d'un projet pour un important fabricant de produits. La question qui se pose à ce stade est comment peuvent-elles organiser les lignes de production afin qu'elles soient plus rentable ? L'une des possibilités étant de fusionner les lignes de production existantes pour des produits similaires.

Toutefois, la fusion et l'intégration des lignes de production est une tâche complexe et nécessite une approche considérant tous les aspects du projet.

C'est dans ce cadre que s'inscrit mon projet de fin d'étude, qui consiste à mener une étude de faisabilité d'intégration des chaînes de production du projet NISSAN, plus exactement X12C.1 et X12C.2. Cette étude rentre dans l'objectif de l'amélioration continue des projets qui sont arrivés à la phase série.

En fait, un projet à YAZAKI passe par trois phases principales : la phase développement, la phase présérie et la phase série, dans cette dernière phase, nous agissons sur trois paramètres principaux qui sont : la **qualité** en minimisant le nombre de pièces défectueuses produites, le **volume** en augmentant la productivité et le **coût** en minimisant le nombre d'opérateurs affectés, du coup améliorer l'efficacité de la chaîne, et en optimisant l'espace occupé par le projet. Tout cela se fait dans le but de perfectionner le rendement de l'entreprise et pour une meilleure satisfaction de ses clients.

Le présent rapport résumera l'ensemble du travail réalisé tout au long du projet, il se compose de quatre chapitres : le premier chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise YAZAKI au niveau mondial ainsi qu'au niveau national, il résumera également la stratégie et la démarche suivies pour la bonne conduite du présent projet. Dans le second et le troisième chapitres nous développons les deux premières phases de la démarche DMAIC où nous posons clairement le problème et nous explicitons les différents types des données utilisées ainsi que les méthodes utilisées pour leur manipulation, par la suite nous analysons les résultats de la comparaison menée entre les familles étudiées ainsi que les opportunités d'amélioration proposées dans ce sens. Nous dédions également une partie du quatrième chapitre au bilan des gains saisis à partir des améliorations pour lesquelles nous avons opté.

Nous terminons le rapport par une conclusion générale et des perspectives.



# C HAPITRE 1

## **PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL ET CONDUITE DE PROJET**

Dans ce chapitre, nous allons présenter en premier lieu la société YAZAKI et ses différents départements, ensuite nous abordons les activités de la société et son processus de production. Enfin nous allons présenter notre sujet en déterminant ses objectifs et les étapes nécessaires pour sa réalisation.

## I. Présentation du groupe YAZAKI

L'histoire de YAZAKI commence en 1929 quand SADAMI YAZAKI vendait des faisceaux de câbles pour automobile. En 1935, YAZAKI a pu être élargie pour enfin créer YAZAKI ELECTRIC WIRE INDUSTRIAL Co. Ltd avec 70 employés. Aujourd'hui YAZAKI est une multinationale japonaise qui fabrique la quasi-totalité des composants intégrés aux systèmes de distribution électrique, notamment l'instrumentation, les interrupteurs, les blocs de raccordement, les connecteurs. YAZAKI a également d'autres activités à savoir :

- ✚ La fabrication de fils et câbles électriques ;
- ✚ La fabrication de produits de gaz ;
- ✚ La climatisation.

Le processus de délocalisation de la société a commencé en 1962 avec sa filiale THAI YAZAKI ELECTRIC WIRE CO. LTD. Au début de ce siècle, YAZAKI comptait sur les cinq continents (Figure 1) :

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

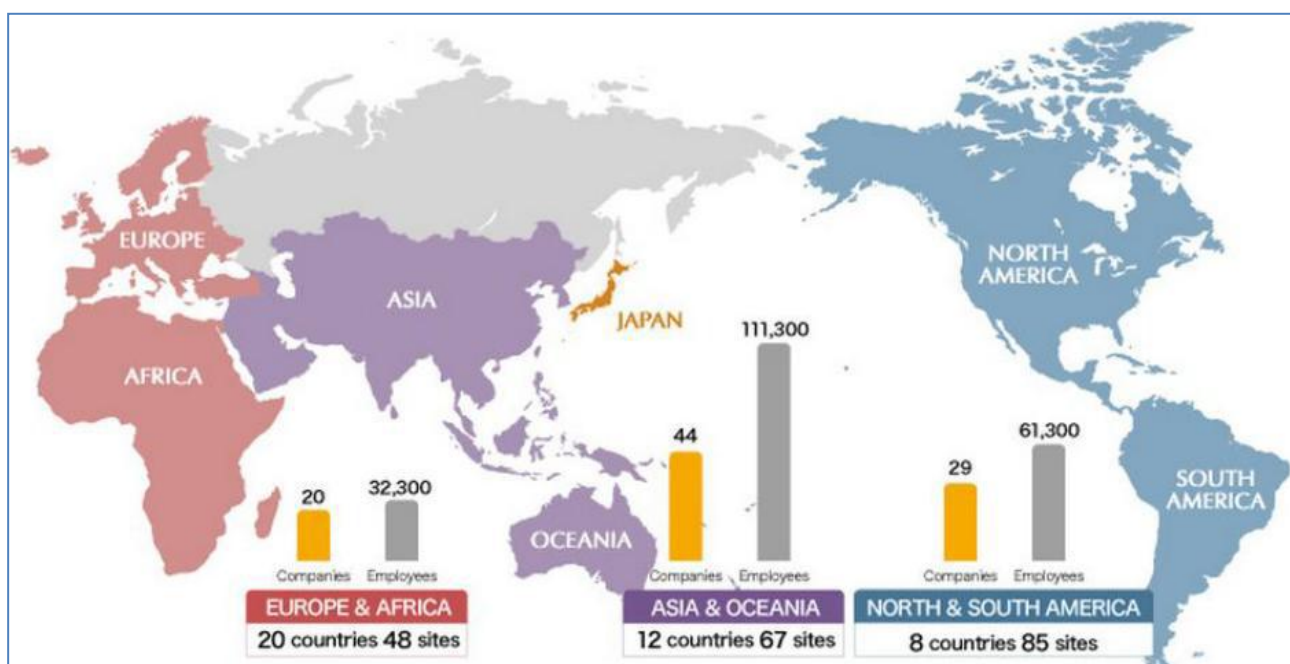


Figure 1 : Le réseau mondial du groupe YAZAKI (les filiales de Yazaki)



### 1- Présentation de YAZAKI 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 (YAZAKI MOROCCO) 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, 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.

Elle est fournisseur pour plusieurs marques mondiales comme FORD, NISSAN, PSA et RENAULT.

#### a. Fiche signalétique de YAZAKI Maroc

Raison social	YAZAKI Maroc Tanger
Forme juridique	Société anonyme
Date de création	Avril 2000
Activité	Câblage automobile
Capital	86.025.400 DHS
Contact	LOT 101, Zone Franche d'exportation Aéroport, Tanger 90000 Maroc Tél : 0539399000

Tableau 1: fiche signalétique de YAZAKI Maroc

#### b. Organigramme de YAZAKI Maroc

L'organigramme est une représentation schématique des liens fonctionnels, organisationnels et hiérarchiques de l'organisme. Il coiffe un ensemble d'invités diverses, l'information circule entre eux en assurant une certaine coordination qui minimise le pourcentage des défauts et de dysfonctionnement interne.

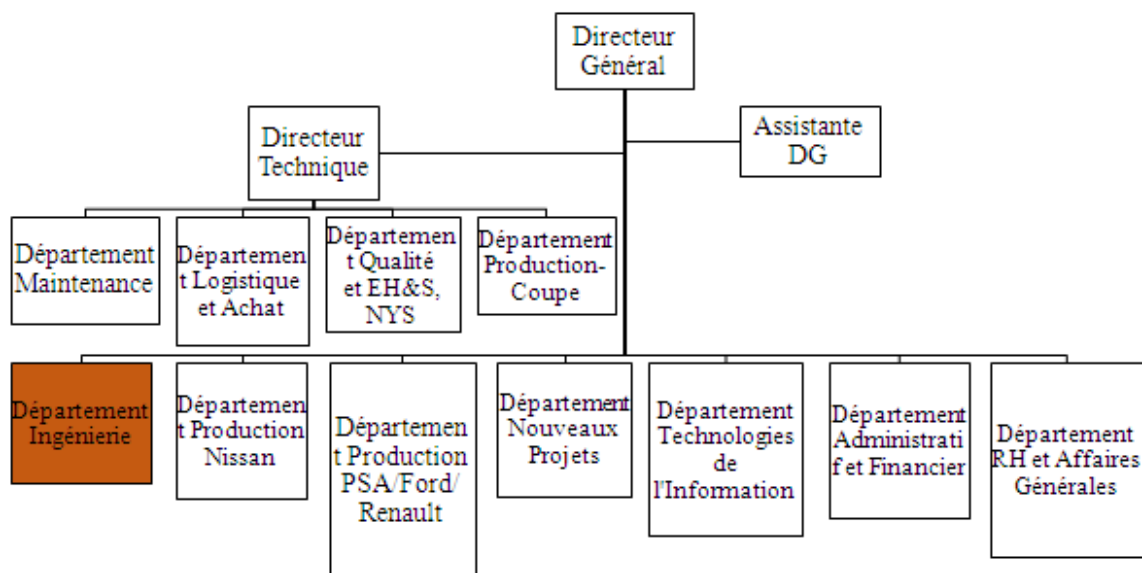


Figure 2: Organigramme général de YAZAKI Morocco-Tanger

➤ **Le département des ressources humaines**

Ce département a comme missions d'assurer les effectifs suffisants et en permanence, une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation, faciliter et accompagner en social afin d'atteindre des objectifs escomptés par le groupe en matière de ressources humaines.

➤ **Le département finance**

Ce département assure les fonctions financières et comptables de l'entreprise, développer et 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.

➤ **Le département logistique**

Le rôle de ce département 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.

➤ **Le département qualité**

C'est le département garant de la politique et du système qualité de l'entreprise à travers l'implantation d'un système qualité fiable qui répond aux exigences des clients afin d'atteindre le niveau de qualité escompté sur le plan du processus et des produits.

➤ **Le département engineering**

Le département d'ingénierie a comme mission d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par les directions engineering et qualité (plans de surveillance, control plan, ...) du groupe.

➤ **Le 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.

➤ **Le département maintenance**

Ce département assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale d'équipement de YAZAKI-Tanger, et c'est au sein de ce département que notre stage de fin d'études a eu lieu.

➤ **Le département Information & Technologie (IT)**

Il assure la gestion et la maintenance du parc informatique et la disponibilité du matériel informatique et les réseaux.

c. L'activité de YAZAKI Maroc

La Société YAZAKI Maroc produit des faisceaux électriques pour automobiles à partir des câbles électriques, de boîtiers et de connexions. La matière première (câbles, boîtiers, et connexions) provient de différents fournisseurs (Autriche, France, Allemagne, Italie), elle est réceptionnée, contrôlée et stockée dans le magasin situé dans l'usine de production.



Figure 3 : Câble électrique

d. Les projets YAZAKI :



Figure 4 : Les produits des clients chez YMO

e. Les types des câbles

- Câblage principale (Main)
- Câblage moteur (Engin)
- Câblage sol (Body)
- cablage porte (Door)
- cablage toit (Roof)

Cette division est très utile pour :

- Faciliter le montage du câble dans la voiture.

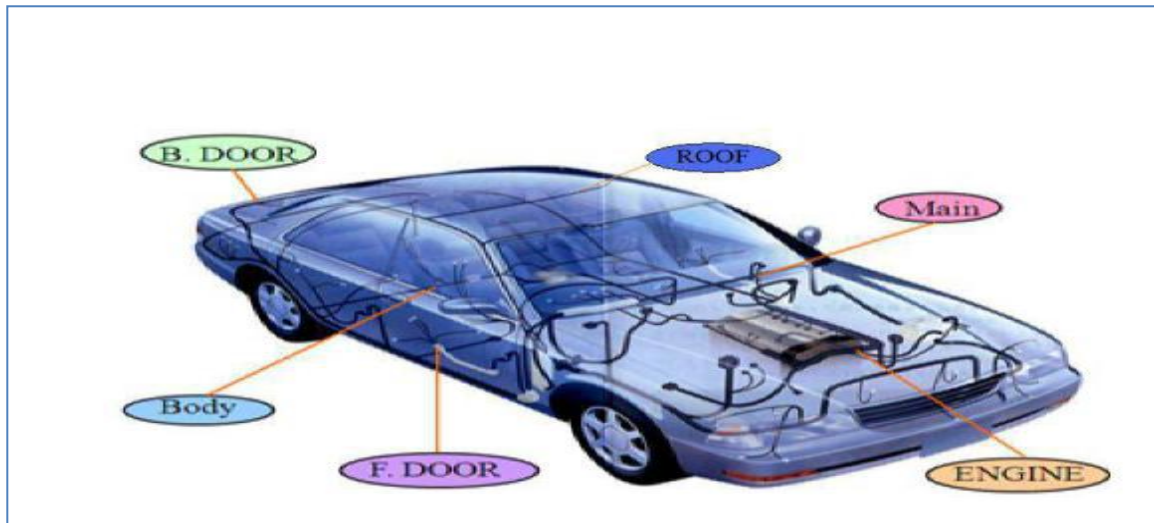


Figure 5 : Les types de câbles

- Faciliter la réparation en cas de panne du fonctionnement électrique dans l'automobile.

f. Les composants du câble :

**Fil électrique :** C'est le principal composant du câblage. Il est utilisé pour conduire le courant électrique d'un point à un autre avec la perte minimum possible.

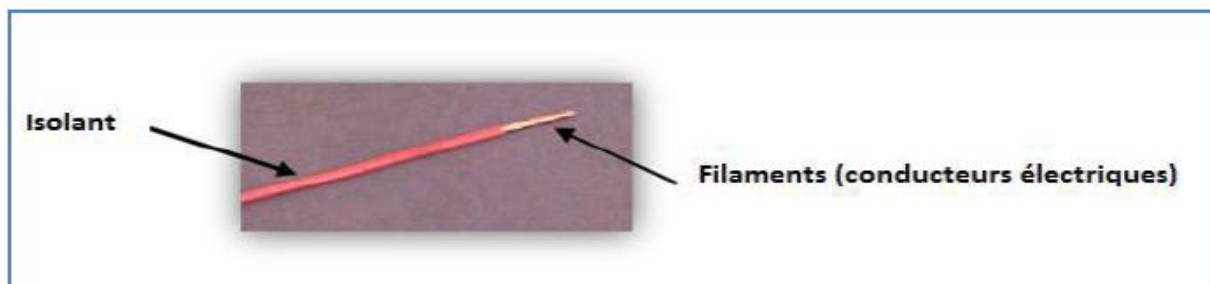


Figure 6 : Fil électrique

**Terminaux :** Les terminaux sont les pièces responsables d'assurer une bonne connexion

1. Boca de Sino
2. Saillance de conducteur
3. L'Ato-Ashi
4. Saillance d'isolement
5. Les lances des terminaux
6. Saillance de ligament
7. L'apparence du bouchon

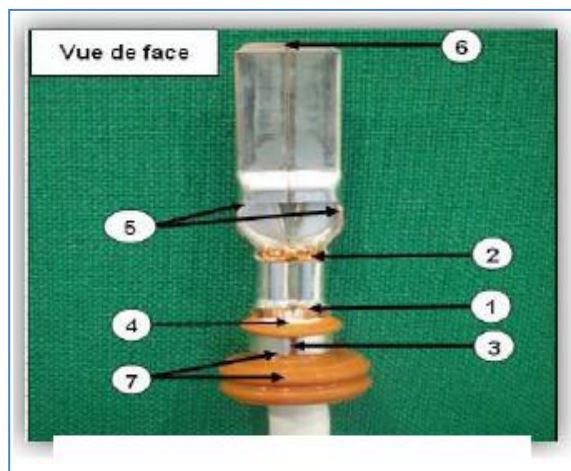


Figure 7: Composant du terminal

**Connecteurs** : Ce sont des pièces où les terminaux seront insérés, ils permettent d'établir un circuit électrique débranchable, établir un accouplement mécanique séparable et isoler électriquement les parties conductrices.



Figure 8: connecteurs

**Ruban d'isolement** : ceux sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage.

- + Ruban PVC non adhésif : proportionne une plus grande flexibilité au câblage ;
- + Ruban plastifié : sert à isoler et protéger contre l'humidité ;
- + Soft tape : Ce ruban est utilisé pour éviter les bruits dans la voiture et / ou protéger des vibrations les connecteurs et les branches.

**Les tubes** : ceux sont des éléments de protection des câbles contre des agressions mécaniques et la température élevée ou pour l'isolation électrique des câbles dont on distingue :

- + Gaine gorge ou Cot
- + Tube lisse ou PVC
- + Tube de verre - Tube Shrink

**Fusible** : Les fusibles sont des pièces qui protègent le câblage 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 câblage à la carrosserie de l'automobile.

**Protecteur** : Comme son nom l'indique, il sert à protéger le câblage en différents points de l'automobile, et aide aussi au placement des câbles dans la voiture.

**Passe-fils** : C'est une pièce en caoutchouc flexible pour passer les fils de la partie extérieure de l'automobile à l'intérieur, et pour empêcher l'entrée d'eau et d'autre impureté.

## II. Processus de fabrication et les différentes zones de production

### 1. Processus de production

Le processus de production des câbles à YMO se compose de 3 étapes : la coupe, le pré-assemblage et le montage.

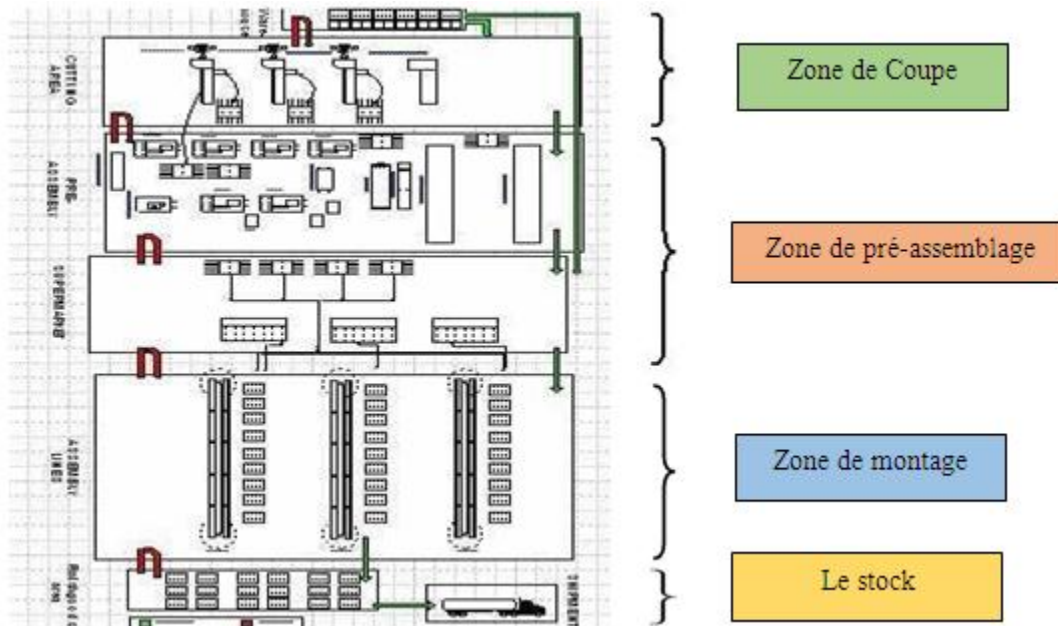


Figure 9: extrait du Lay-out d'YMO

La matière première venant du fournisseur passe par le laboratoire du contrôle de qualité pour subir un contrôle de réception avant d'être stockée dans le magasin de matière première. Le stock de matière première est géré par un système pull qui prépare un stock des 24 h prochaine de production. Le stock quotidien (journalier) passe à la zone de préparation (la coupe) qui est gérée par le système Kanban. A ce niveau les conducteurs sont préparés pour passer à la zone d'assemblage où les faisceaux électriques sont assemblés et bandés. Ensuite les faisceaux passent au contrôle électrique où on vérifie la continuité électrique entre les différentes extrémités du circuit et la présence des éléments secondaires (sécurité des connecteurs, passe-fil, réglettes...). Et après, ils sont soumis à un super-contrôle où un employé très expérimenté opère un contrôle visuel global du faisceau. De là, les faisceaux subissent un dernier contrôle qui est celui de contention au cours duquel les différentes côtes sont vérifiées avant l'étiquetage, l'emballage et l'envoi au client.

### 2. Zones de production

#### a. Zone de coupe

La première étape dans le processus de l'entreprise c'est la coupe, on coupe la matière première (les fils électriques) selon l'instruction (ordre de fabrication ou le Kanban), dans l'instruction de coupe il faut respecter : la longueur désirée, le dénudage, insertion des terminaux (sertissage), et l'insertion des bouchons. Pour la coupe on utilise deux types de machines :

**YACC** : Machine produite spécialement pour YAZAKI utilisée dans les opérations de coupe et de sertissage.

**KOMAX** : machine standard utilisée par toutes les entreprises de câblage, utilisée aussi dans les opérations de coupe et de sertissage.

b. Zone de pré-assemblage

Dans cette étape on trouve plusieurs postes de travail, citons :

**Mecal** : C'est le sertissage manuel, on ajoute le terminal et le bouchon au fil a section grande.



*Figure 10: machine mecal*

**Ultra-Sonic** : Ce poste est constitué de deux machines :

**Schunk** : Cette machine sert au soudage (jointure de plusieurs fils) par Ultrason.

**Raychem** : cette machine sert à mettre du Shrink ou du PVC pour protéger les jointures avec du chauffage.



*Figure 11: machine ultra-sonic*

**Twist** : Sert à twister deux fils (rarement trois fils).



*Figure 12: machine twist*

c. Zone de montage :

C'est la phase finale du processus de production des câbles dans laquelle se fait la liaison des circuits qui constituent un câblage électrique. La zone montage se subdivise en plusieurs étapes décrites comme suit :

**Les tableaux mobiles :** C'est la première étape de processus de câblage dans la zone montage. Elle consiste à insérer les fils dans les connecteurs, ensuite on procède à l'enrubannage des câbles par des rubans et des tubes.



*Figure 13: JIG*

**Clip checker :** C'est une machine équipée des pistolets pneumatiques pour le montage des clips sur les câbles, ajouter d'autres accessoires.



*Figure 14: clip checker*

**Test électrique :** cette machine permet de tester la continuité électrique des câbles. Elle sert à vérifier si les câbles sont assemblés correctement et que les fils utilisés sont corrects.



*Figure 15: test électrique*



**Test visuel (mur qualité) :** C'est la phase finale dans le processus de production des câbles, cette étape appelée également mur de qualité, elle permet de vérifier la qualité finale du câble avant son emballage.



*Figure 16: test visuel*

**Emballage :** Enrouler et plier le câblage suivant les spécifications du client et le mettre dans la caisse correspondante.



*Figure 17: emballage*

### Bilan

YAZAKI est une société multinationale japonaise produit des faisceaux de câbles pour automobile dont son processus de production passe par trois étapes : la coupe, pré-assemblage et le montage.

### III. Synthèse du cahier des charges et Stratégie de conduite du projet

#### 1. Contexte du projet

Face aux contraintes du marché, à la concurrence acharnée, les entreprises sont de plus en plus axées sur la recherche de performance. Elles doivent constamment améliorer leur productivité et leur réactivité afin de respecter coûts, délais et qualité.

Pour affronter l'environnement industriel en perpétuel changement, les entreprises sont obligées de définir clairement leur stratégie et fixer les orientations générales en fonction notamment des évolutions des technologies et des marchés. Ils doivent aussi, analyser les processus de production et se lancer dans une démarche d'amélioration continue et de progrès. Dans ce contexte, les indicateurs de performance, qui rendent compte du fonctionnement des lignes de production, apparaissent comme des outils essentiels pour évaluer leur performance et améliorer leur pilotage.

Ce qui a conduit YAZAKI International a envisagé un projet d'amélioration continue de ces indicateurs de performance, à travers ses différents sites répartis dans le monde.

A cet égard, le site de Tanger a entamé un projet d'intégration et d'amélioration de deux familles de production « X12C » du projet NISSAN, l'objet de notre projet de fin d'étude.

En effet, la finalité du projet est tout d'abord concevoir une ligne flexible s'adaptant à la diversité des articles produits, tout en optimisant dans un premier temps l'espace occupé. Dans un deuxième temps, augmenter la production tout en agissant sur les outils de performance.

Comment peut-on assurer une intégration fluide de deux familles de production ?

Pour arriver aux objectifs du projet, notre étude doit comporter les points suivants :

La reconfiguration du processus de production qui inclut :

- ✚ Le diagnostic de l'état existant en faisant une étude de capacité et une comparaison de l'état actuel des deux familles « X12C »
- ✚ La conception d'une nouvelle ligne de production.
- ✚ L'évaluation de la nouvelle ligne.
- ✚ L'amélioration de la production du projet X12C « Engine », qui comprend :
  - L'équilibrage des capacités humaines et matérielles.
  - L'amélioration des flux de production
  - L'amélioration de la gestion de la qualité.

## 2. Acteurs du projet

- **Maitre d'œuvre** : La filière CMI de la FST de Fès, représentée par l'élève ingénieur : M. Hamza FADLOULLAH.
- **Maitre d'ouvrage** : Le département Ingénierie représenté par M. Nabil AZGRAR et Mme. Naima CHNANI.
- **Tuteur pédagogique** : M. Ahmed ABOUTAJEDDINE (enseignant-chercheur et professeur à la FST de Fès).

## 3. Analyse fonctionnelle

### a. Diagramme bête à corne

Le diagramme Bête à Cornes ci-dessous exprime le besoin des deux départements Production et Ingénierie à YAZAKI Morocco.

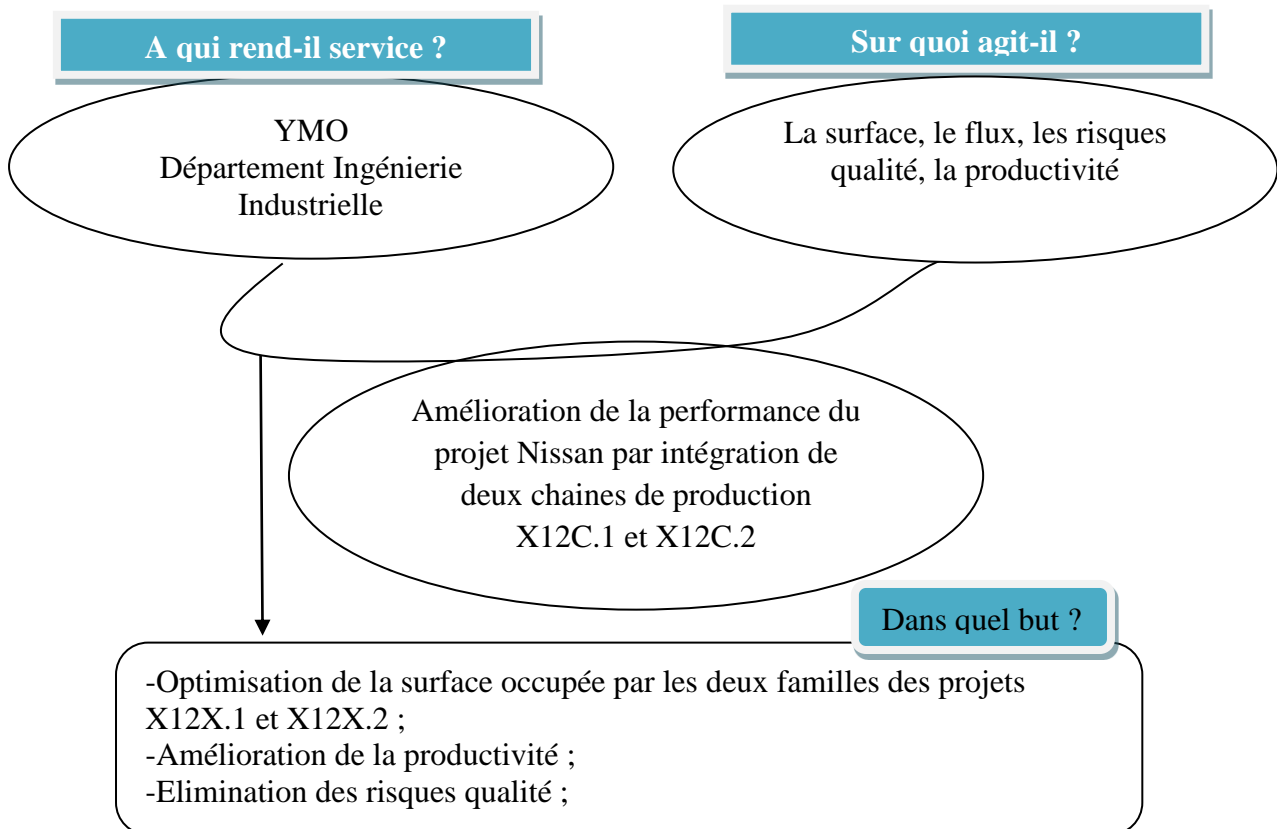


Figure 18: diagramme bête à corne

b. Valider le besoin :

La figure 19 valide le besoin générer par la bête à cornes.

Pourquoi ce besoin existe-t-il	La nécessité de produire les mêmes produits en optimisant l'espace et les moyens de production.
Qu'est ce qui pourrait le faire évoluer	<ul style="list-style-type: none"><li>•Les changements introduits par le client sur le câble.</li><li>•des Améliorations introduites pour améliorer la production.</li></ul>
Existe-t-il un risque de le voir évoluer	Le client envoie plusieurs fois des changements à appliquer sur le produit.
Qu'est ce qui pourrait le faire disparaître	<ul style="list-style-type: none"><li>•une rupture de contrat entre le client et Yazaki.</li><li>•La fin du projet.</li><li>•Le client n'a pas réussie à commercialiser la voiture sur les marchés mondiaux</li></ul>
Existe-t-il un risque de le voir disparaître	Si les réclamations client ne sont pas prises en charge le client risque de rompre le contrat.

Figure 19: Réponse validant le besoin

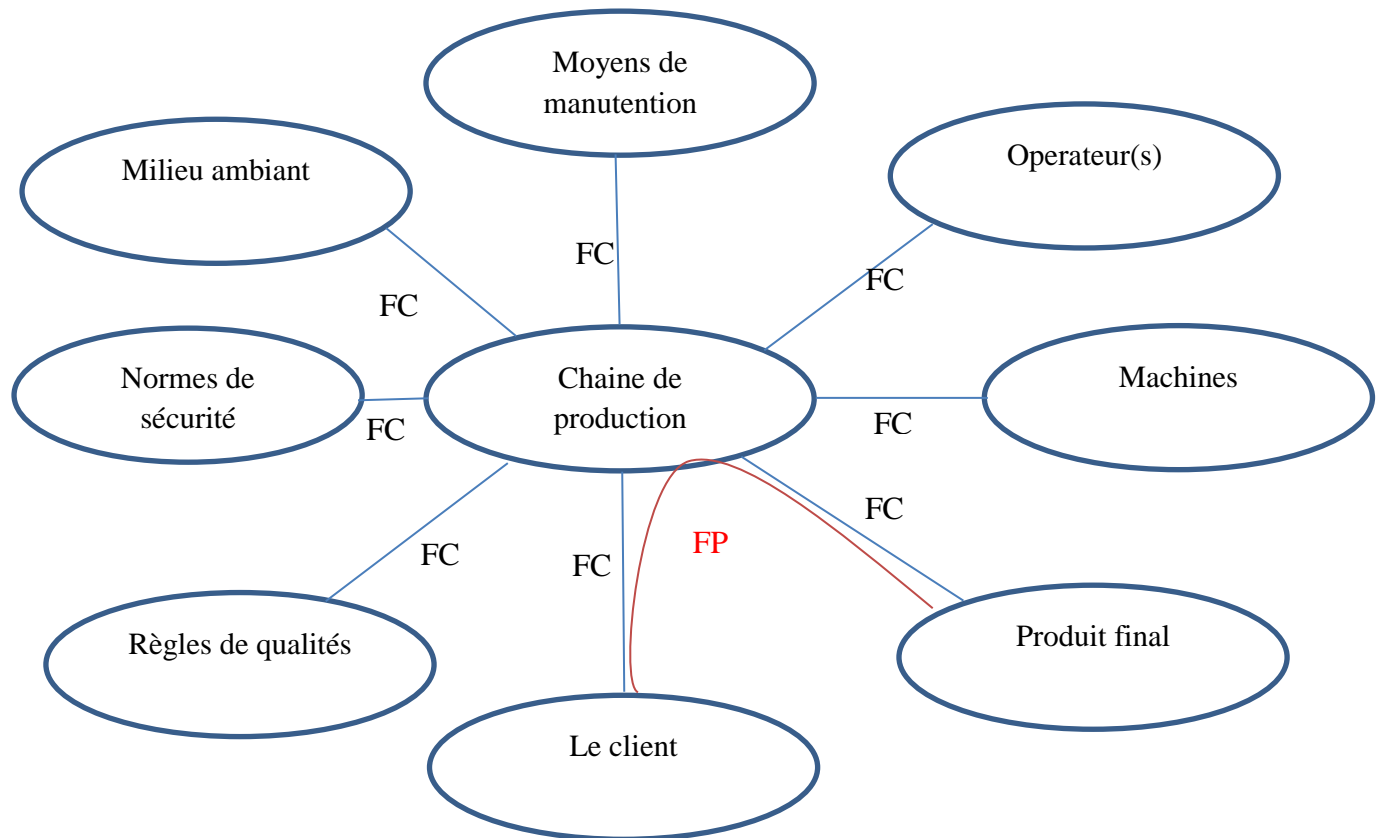
c. Rechercher et exprimer les fonctions de services

Figure 20: Diagramme pieuvre

FC : fonction.

FP : fonction principale.

FP1 : Assurer l'assemblage du produit final pour le client.

FC1 : Etudier la conformité du produit.

FC2 : Respecter les normes de sécurité.

FC3 : Appliquer les règles de qualité.

FC4 : Satisfaire la demande client.

FC5 : Assembler le produit final.

FC6 : Assurer la bonne disposition des machines.

FC7 : Faciliter le travail et le déplacement de l'opérateur.

FC8 : Accès facile des moyens de manutentions.

d. Valider les fonctions :**Méthode :**

La validation des fonctions repose sur la réponse à deux questions, comme celle du besoin :

**Pourquoi cette fonction existe-t-elle ?**

Cette question amène à remonter la chaîne des « pourquoi », à partir du système étudié, jusqu'à atteindre le but premier.

## Qu'est-ce qui peut la faire disparaître ou évoluer ?

<b>Fonction</b>	<b>Dans quel but la fonction existe-t-elle ?</b>	<b>A cause de quoi</b>	<b>Qu'est-ce qui la ferait disparaître ou évoluer ?</b>	<b>La fonction est-elle stable ?</b>
<b>FP1</b>	La demande client.	l'exploitation de nouveaux marchés	Arrêt du projet.	Oui.
<b>FC 1</b>	La conception de la chaîne doit prendre en considération le milieu ambiant.	La température du milieu de travail.	Arrêt du projet.	Oui.
<b>FC2</b>	Sécuriser le personnel en contact avec la chaîne d'assemblage.	Des accidents qui peuvent survenir.	Amélioration des normes de sécurité.	Oui.
<b>FC3</b>	Fournir un produit fiable.	La concurrence implique de respecter les normes qualités pour gagner des clients.	Nouvelle Certification ou un audit.	Non.
<b>FC4</b>	Répondre au besoin du client.	Suivre le changement introduit par le client.	Toujours valable.	Non.
<b>FC5</b>	Avoir les moyens de production série.	Demande client	La demande du marché.	Non.
<b>FC6</b>	La bonne disposition des machines affecte positivement la production.	Les Mudass.	Les améliorations continues.	Non.
<b>FC7</b>	Mettre en œuvre tous les moyens pour faciliter le travail de l'opérateur.	Les Mudass.	Les améliorations continues.	Non.
<b>FC8</b>	Faciliter l'intervention des distributeurs.	Assurer l'approvisionnement sans perturbation des opérateurs.	La demande excessive en approvisionnement	Oui

Tableau 2: Validation des fonctions

#### 4. Méthodologie

##### Qu'est-ce que la démarche DMAIC ?

La démarche DMAIC est utilisée dans le cadre des projets Lean - Six Sigma pour améliorer la performance opérationnelle des processus.

Le DMAIC, propose un cadre d'analyse s'appuyant sur les principaux éléments qui caractérisent la méthode Six Sigma :

- l'expression des attentes clients,
- des données objectives (approche statistique) permettant de mesurer la performance d'un processus,
- la recherche des sources de dysfonctionnement et les zones potentielles d'amélioration,
- la mise en œuvre d'une dynamique de progrès.

##### Les différentes étapes d'une démarche DMAIC

Une démarche DMAIC se décompose en 5 étapes principales qui impliquent les opérationnels impliqués dans le processus étudié :

**1 – Define** : Cette étape permet de définir le périmètre du processus à améliorer, les attentes des clients du processus.

**2 – Measure** : Cette étape consiste à collecter les données permettant de mesurer objectivement la performance du processus

**3 – Analyse** : Cette étape permet d'identifier les causes potentielles de dysfonctionnement du processus et les sources d'amélioration.

**4 - Improve** : Cette étape consiste à définir les processus cibles et à identifier les plans d'amélioration de la performance.

**5 - Control** : L'étape de contrôle consiste à définir les indicateurs permettant de mesurer la performance du processus cible et donc la pertinence des plans d'amélioration mis en œuvre.

Les ateliers de type Kaizen sont utilisés dans les cycles DMAIC afin de mobiliser les acteurs opérationnels du processus autour d'une démarche de progrès continu.

##### Les conditions de réussite d'une démarche DMAIC

Avant de lancer une démarche, il est nécessaire de définir le périmètre et les attentes du projet et de valider le découpage des processus.

Un comité de pilotage doit être mis en œuvre pour suivre et adapter le projet en fonction du contexte et de son évolution, et en fonction des difficultés rencontrées.

Enfin, une démarche DMAIC se termine par le transfert de la responsabilité et des éléments de pilotage du processus au pilote du processus.

Cette démarche peut être menée sur plusieurs processus en parallèle.

#### 5. Contraintes du projet

La gestion de ce projet doit tenir en compte un certain nombre de contraintes détaillées ci-dessous, elles sont de trois types :

##### Contraintes pédagogiques

- Appliquer les techniques et méthodes de gestion de projet ;
- Apprendre à être autonome dans la réalisation d'un projet ;
- Acquérir de nouvelles connaissances techniques.

**Contraintes temporelles**

- Rendre les livrables du travail réalisé à des dates précises.

**Contraintes de réalisation**

- Assimiler les processus de l'entreprise et les tâches de chaque intervenant dans le projet.
- Acquérir les données et les informations nécessaires.
- Coïncidence de la période de stage avec la période des audits internes et externes.
- Indisponibilité des encadrants dans certains temps à cause de la charge de travail.

**6. Stratégie de conduite du projet**

**a. Planning du projet**

Pour assurer le bon déroulement du projet, une démarche de gestion de projet, à savoir la planification des tâches à réaliser, a été appliquée. la figure 21 présente le diagramme de Gantt prévisionnel du projet réalisé à l'aide du logiciel Ms PROJECT (logiciel pour planifier, suivre et gérer les projets).

Remarque : le planning a subi quelques petits changements durant le déroulement du projet.

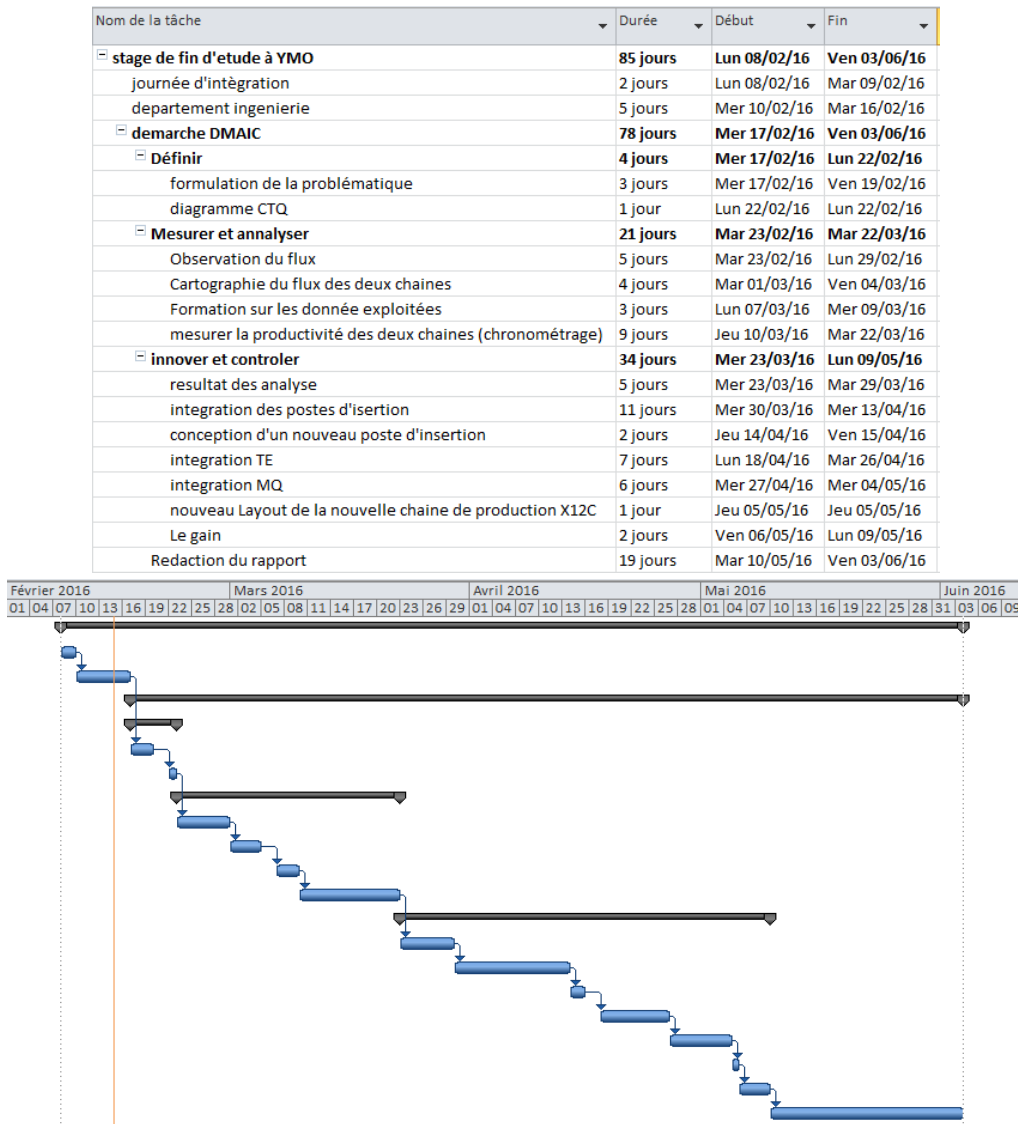


Figure 21 : Diagramme de Gantt



 Conclusion du chapitre 1

Dans ce premier chapitre nous avons donné une brève présentation de l'organisme d'accueil YMP au niveau mondial ainsi qu'au niveau national, ensuite nous avons présenté le contenu du cahier des charges du projet mené dans le cadre de mon stage de fin d'études, tout en citant ses risques, son management et la démarche suivi pour sa conduite.



# C

## HAPITRE 2

### **APPLICATION DE LA DEMARCHE DMAIC AU PROJET NISSAN : DEFINIR**

Dans ce chapitre nous allons développer la première phase de la démarche DMAIC, à savoir : la phase Définir où nous posons clairement le problème qui nous amène à mettre en œuvre le présent projet.

Pour mener à bien cette étape, nous avons eu recours, au fur et à mesure, à des méthodes et des outils que nous avons appris tout au long de notre formation en Génie Mécanique.

## I. Introduction

Il s'agit de la première étape de la démarche DMAIC, élaborée pour l'identification et la définition du problème à traiter.

Les outils utilisés pour cette première étape de la méthode DMAIC :

- + Formulation du problème par la méthode **QOOQCP**.
- + Mieux comprendre les attentes clients à l'aide du diagramme **CTQ** ;

## II. Formulation du problème

### 1. Mise en situation

YMO possède une base clientèle diversifiée. NISSAN est l'un de ses clients les plus potentiels dont les projets couvrent plus de 50% du total des projets d'YMO.

Parmi les projets du client NISSAN au sein de YMO, nous trouvons les deux projets : X12C.1 et X12C.2 (partie ENGINE).

Des informations générales concernant les deux projets X12C.1 et X12C.2 seront donnés dans ce qui suit.

### 2. Problématique

Puisqu'un problème bien posé est déjà à moitié résolu, la phase de définition de la problématique est particulièrement importante. En effet, c'est à ce moment que nous aboutissons à un accord sur la définition et l'étendue du problème. La méthode QOOQCP permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels. Elle adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique ; Il s'agit de se poser les questions de façon systématique afin de n'oublier aucune information connue :

#### a. Quoi ?

La question qui se pose à ce niveau est : De Quoi s'agit-il ?

Il s'agit dans ce projet de chercher des opportunités d'intégration des deux projets X12C.1 et X12C.2 du projet NISSAN

Nous présentons ci-dessous les informations liées aux deux projets X12C :

Nom du projet	<i>X12C.1</i>	<i>X12C.2</i>
Nom du véhicule	NISSAN	NISSAN
Type du câble	Engine	Engine
Phase du projet	Production série	Production série
Durée de vie	10 ans	10 ans
Customer location	Angleterre	Angleterre

Tableau 3: Information et état d'avancement du projet X12C

b. Qui ?

La question qui se pose à ce niveau est : Qui est concerné par le problème ?

La réponse : Une équipe du département ingénierie qui se constitue :

- + Un Superviseur Ingénierie chargé du pilotage et démarrage des nouveaux projets, ainsi que le pilotage de son équipe.
- + Coordinateur.
- + Ingénieur nouveaux projet.
- + Un responsable produit.
- + Superviseur production.

c. Où ?

La question qui se pose à ce niveau est : Où le problème apparaît-il ?

Les familles sur lesquelles porte le sujet du présent projet sont implantées sur le terrain en respectant l'organisation présentée ci-dessous ; en effet, parmi les choses critiques qui doivent être prises en considération par un ingénieur méthode est de savoir organiser le matériel nécessaire dans un espace défini tout en respectant les recommandations de distance, et d'essayer d'arranger tous les moyens de telle façon d'éviter l'encombrement et la mauvaise exploitation de l'espace.

Il s'agit dans cette étape d'évaluer la similarité entre les familles. Pour ce faire, nous avons un ensemble d'outils tels que :

- + Flux de production du câble ;
- + Lay-out du projet X12C ;

- Emplacement de la chaîne

Ce schéma indique la construction d'YMO Satellite ; après la zone de pré-assemblage on trouve les chaînes de montage dont le 9 et 10ème font l'objet de notre étude.

Magasin	La coupe	Près- assemblage	Assemblage									
			ENG	ENG	ENG	A7	Bod y	Bod y	ENG	MAI N	ENG	EGI
			X12C -S2	X12C -S 1	X12C -K9K	Câble de batterie	X11 M	X11 E	X11 E	X11 E	X11 M	X11 M + X11 E
			CH10	CH9	CH8	CH7	CH6	CH5	CH4	CH3	CH2	CH1

Figure 22 : Emplacement du projet X12C au sein de YAZAKI satellite

- Etude du flux physique de la chaîne :

Le projet NISSAN se compose de deux chaînes de productions X12C.1 et X12C.2.

La matière première est divisée en trois catégories : Composants, Tubes et Fils.

- **Composants** : sont des connecteurs récupérés directement du supermarché et alimentés dans les postes des chaînes de montage.
- **Tubes** : sont des accessoires utilisés dans la partie montage (Assembly) de la chaîne et récupérés également du supermarché.
- **Fils** : sont la base de chaque faisceau de câble produit, ils sont récupérés de la phase de coupe muni de leurs accessoires.

Le flux de production est linéaire et il est basé sur le «One Piece Flow », un faisceau de câble est produit selon le Takt Time défini par la demande client.

- Le Flux de production du câble

i. Définition

L'observation des flux de production du câblage est la première étape mise en œuvre pour faire la comparaison entre les familles des deux projets X12C.1 et X12C.2 ; il s'agit ici d'amener une analyse globale de l'ensemble des étapes franchies par le câble jusqu'au stade final de sa réalisation.

ii. Méthodologie

Après avoir schématisé le flux par lequel passe la production de deux projets X12C.1 (*Flux 1*) et X12C.2 (*Flux 2*), nous avons mené une comparaison entre les deux flux : *Flux 1* et *Flux 2* afin de savoir les process partagés ; c'est-à-dire les équipements communs qui font partie du processus de production dans *Flux 1* et *Flux 2*.

La comparaison des deux flux prend en considération les points suivants :

- Les types d'équipements nécessaires à la production du projet ;
- L'ordre par lequel passe le flux de la matière, autrement dit, l'implantation des équipements sur la chaîne correspondante à la famille étudiée.

Cette première phase de comparaison des flux de production est une étape primordiale ; en effet, si nous trouvons une grande similarité entre les deux flux, cela veut dire que la possibilité de leur intégration au sein d'un seul flux augmente, éventuellement, si les deux flux n'ont pas assez de points en commun, cela nous permet de décider dès le début de ne pas entamer l'étude de leur intégration dans un même projet X12C.1 ou X12C.2.

iii. Schématisation du flux

Le flux de production peut être schématisé par plusieurs outils et méthodes. Pour celui de Yazaki, vu sa complexité, nous avons opté pour un schéma simplifié permettant de visualiser les différents déplacements des distributeurs qui alimentent toutes les zones, ainsi que l'emplacement des différentes pagodes de stockage. Par la suite, nous allons proposer une schématisation technique de ce dernier.

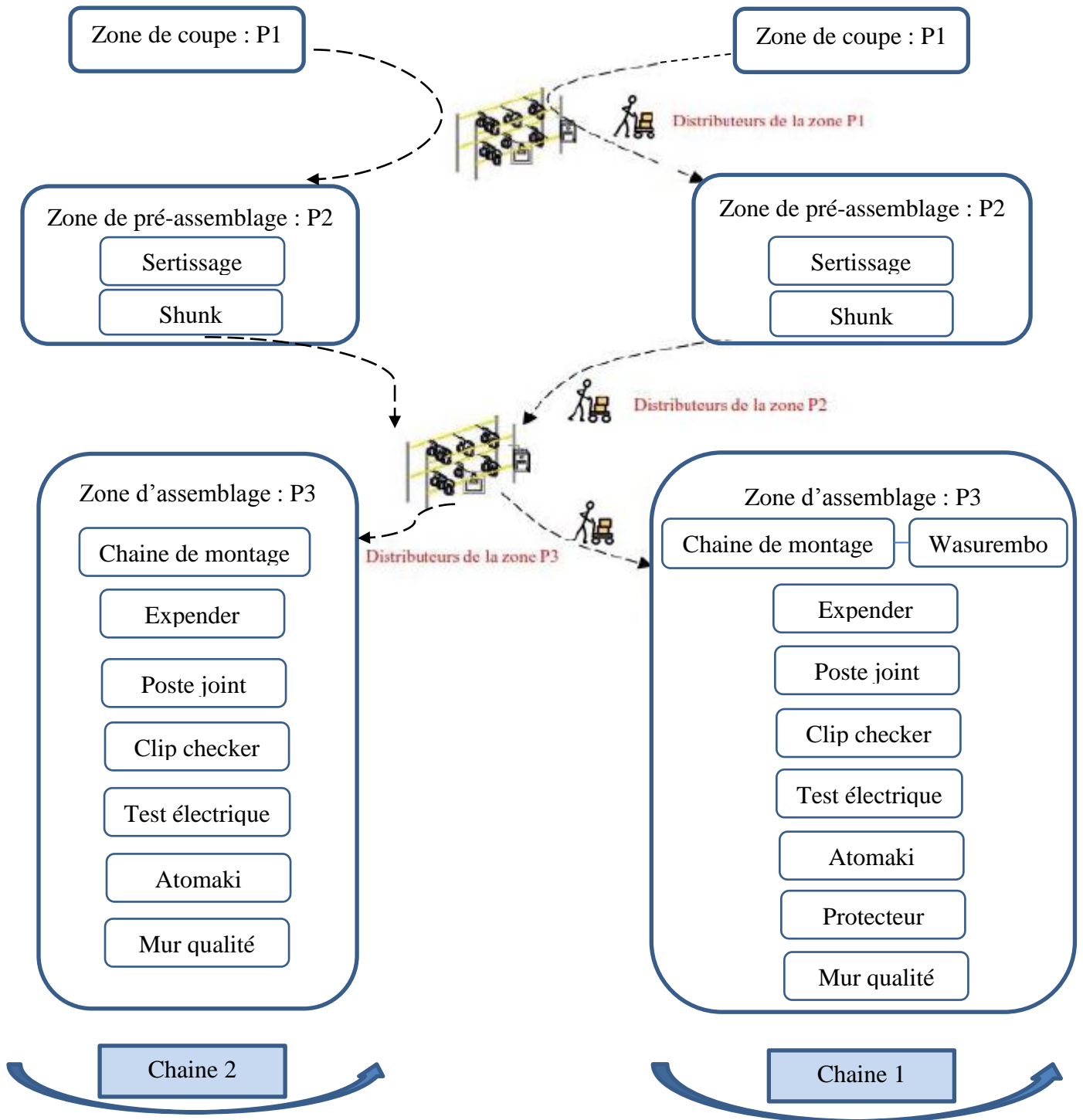


Figure 23 : le flux de production

Après passage par la 1ère phase du processus de fabrication, les fils coupés sont transportés par les distributeurs de la zone P1 pour être stockés dans des pagodes.

Ces distributeurs ont aussi pour tâche d'alimenter les machines de la zone P2 par les fils semi-finis.

Une fois le pré-assemblage est achevé, les fils sont transportés par les distributeurs de la zone P2 vers d'autres pagodes afin de répondre au besoin des lignes. A ce niveau, ce sont les distributeurs de la zone P3 qui s'occupent de l'alimentation des chaînes d'assemblage et cela, en passant par les différents postes pour collecter les références qui manquent et les alimenter.

- Lay-out du projet X12C (zone P3)
  - i. Lay-out de la chaîne X12C

Cette partie sera consacrée à la présentation des lay-out du projet X12C.  
La figure de l'annexe 1 montre les lay-out des projets X12C.1 et X12C.2.

- ii. Analyse de déroulement

Cette étape consiste à étudier et comprendre la situation actuelle et l'organisation de l'usine en marchant le long des flux de matières et informations.

Pour faciliter ce travail, nous avons utilisé un diagramme de procédés qui permet de catégoriser facilement les étapes du processus de notre chaîne en : opération, contrôle, transport, délai ou stockage.

Il est rempli en suivant le produit et/ou les opérateurs, et en utilisant cinq symboles de bases (détaillés dans le tableau ci-dessous).






Symbole	Nom	Explications
	Opération	Opération physique réalisée sur le produit, avec ou sans un équipement, apportant de la valeur ajoutée.
	Contrôle	Point du processus où le produit est inspecté ou lorsque l'opérateur réalise un test.
	Transport	Mouvement de l'opérateur, du produit ou de l'équipement.
	Délai	Temps d'attente ou retard dans le processus de fabrication.
	Stockage	Mise au dépôt du produit en attendant la prochaine étape.

Tableau 4 : les symboles du diagramme de procédé

À partir de ces symboles, on a pu présenter quelques étapes du processus au sein de la chaîne de fabrication par le diagramme de procédés. Ce qui nous a permis de visualiser clairement le flux du produit suivi dans les deux chaînes.

#### Remarque

Le flux de produit est le même pour les deux chaînes sauf que la chaîne X12C.2 ne contient pas le poste protecteur.

○	⇒	▽	◇	Description	Nombre d'opérateur	Moyen
●				Insertion	15	Chaine
●				Enrubannage	15	Chaine
	●			Vers stock Expendar		manuellement
		●		Stock Expendar		
	●			Vers poste Expendar		manuellement
			●	Poste Expendar	1	
	●			Vers stock enrubannage		manuellement
		●		Stock enrubannage		
	●			Vers poste enrubannage		manuellement
			●	JIG enrubannage	1	
	●			Vers stock CC		manuellement
		●		stock CC		
	●			Vers CC		manuellement
			●	Poste CC	5	
	●			Vers stock TE		manuellement
		●		stock TE		
	●			Vers TE		manuellement
			●	Poste-TE	4	
	●			Vers stock Atomaki		manuellement
		●		Stock Atomaki		
	●			Vers poste Atomaki		manuellement
			●	Poste Atomaki	1	
	●			Vers stock protecteur		manuellement
		●		Stock protecteur		
	●			Vers poste protecteur		manuellement
			●	Poste protecteur	1	
	●			Vers stock MQ		manuellement
		●		Stock MQ		
	●			Vers MQ		manuellement
			●	Poste MQ	2	
				Lot d'emballage		
	●			Vers zone expédition		Chariot élévateur
				expédition		-

Tableau 5 : Diagramme de procédés de la chaine X12C.1



- Identification des chaînes à étudier

i. Chaîne de production X12C.1.

La chaîne X12C.1 comporte :

- + 14 structures d'insertion (une spécifique au bonder).
- + Chaîne d'assemblage rotative :
  - ✓ 7 JIG pour l'insertion
  - ✓ 7 JIG pour l'enrubannage
- + Wasurembo
- + Zone d'inspection :
  - ✓ Expende
  - ✓ Croisement
  - ✓ Test électrique
  - ✓ Clip checker
  - ✓ Protecteur
  - ✓ Atomaki
  - ✓ Mur qualité.

Pour une vision plus claire, la figure ci-dessous représente l'emplacement des différents postes et leurs organisations dans la ligne.

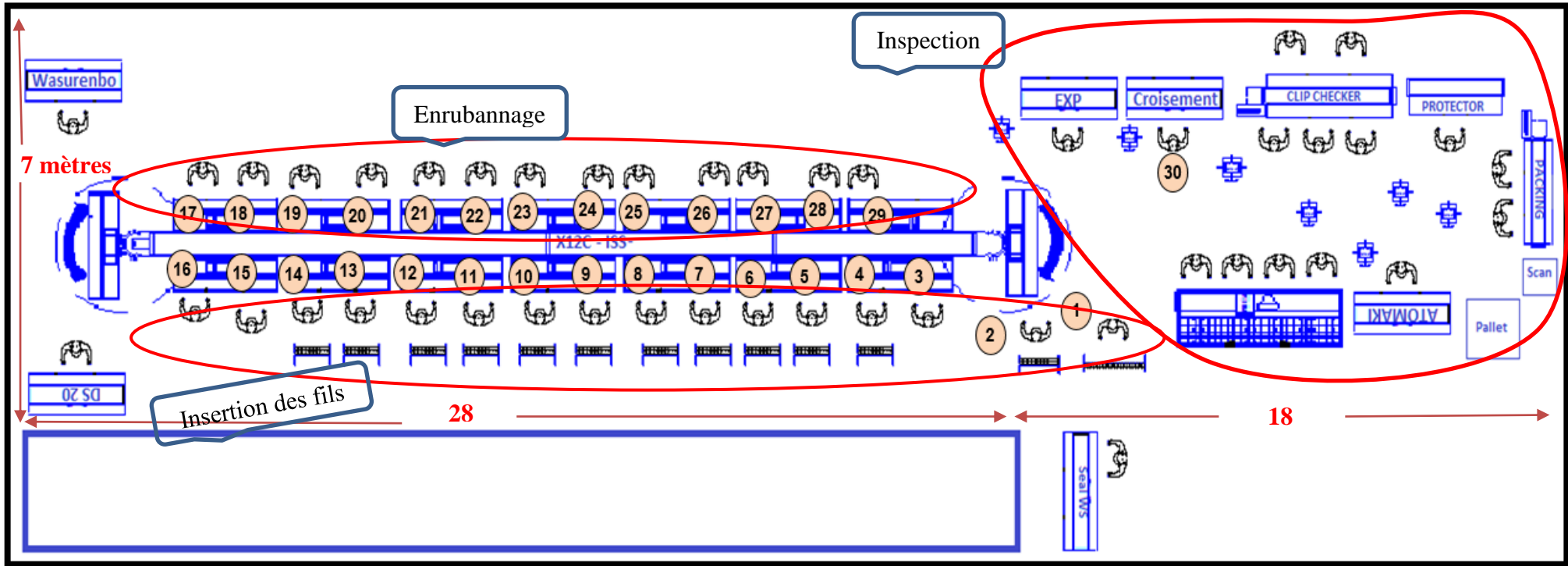


Figure 24: Chaîne de production X12C.1

ii. Chaîne de production X12C.2.

La chaîne X12C.2 comporte :

- + 15 structures d'insertion (une spécifique au bonder).
- + Chaîne d'assemblage rotative :
  - ✓ 7 JIG pour l'insertion
  - ✓ 7 JIG pour l'enrubannage
- + Zone d'inspection :
  - ✓ Expende
  - ✓ Croisement
  - ✓ Test électrique
  - ✓ Clip checker
  - ✓ Atomaki
  - ✓ Mur qualité.

Pour une vision plus claire, la figure ci-dessous représente l'emplacement des différents postes et leurs organisations dans la ligne.

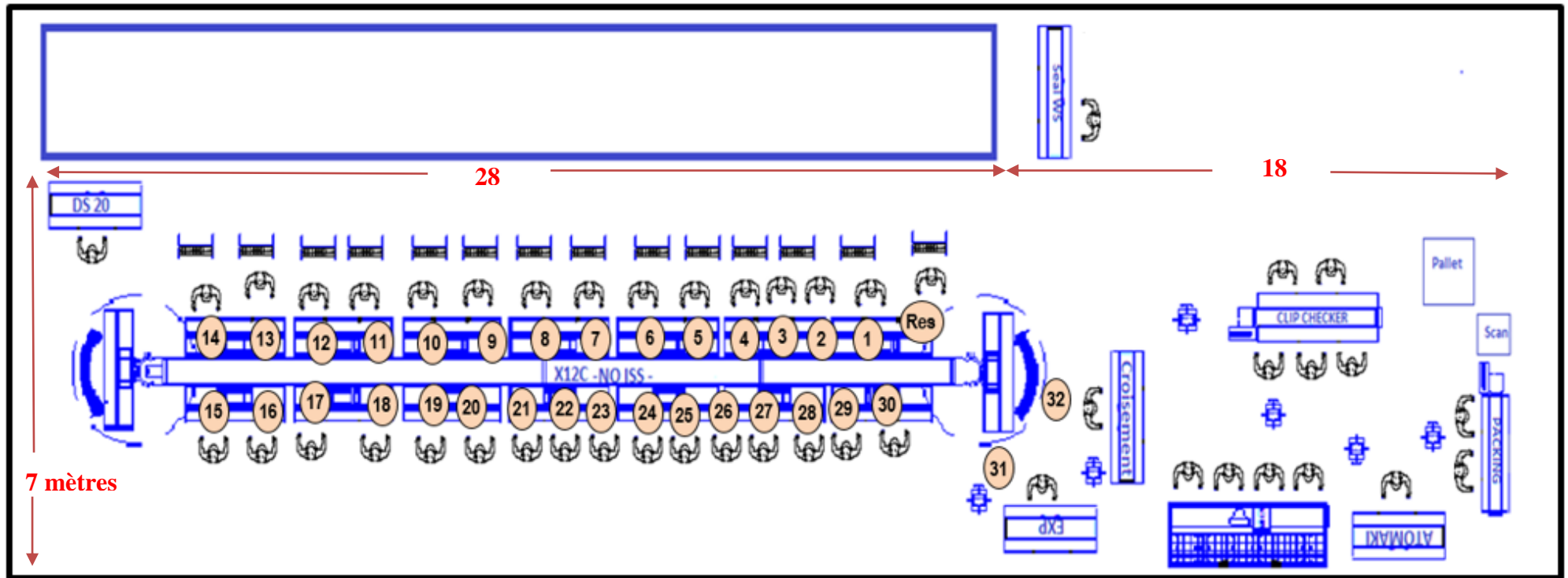


Figure 25 : Chaîne de production X12C.2

d. Quand

La question qui se pose à ce niveau est : Quand est ce que le problème apparait ?

La société YMO compte installer un nouveau projet au début de 2017 d'où la nécessité d'optimiser l'espace en intégrant les deux chaînes de production X12C.1 et X12C.2.

e. Comment

La question qui se pose à ce niveau est : Comment mettre en œuvre les moyennes nécessaires ?

- ✚ En faisant une conception qui vise une capacité de production et un processus de production mixte sans oublier le fait que l'intégration des nouveaux produits passera par des étapes d'où la nécessité d'améliorer le processus actuel pour l'appliquer après.
- ✚ En menant une analyse comparative détaillée, prenant ainsi en considération tous les aspects liés à la fabrication du câble lors de l'étude des deux familles, à savoir :
  - Processus par lequel passe la fabrication du câble ;
  - Architecture du câble ;
  - Composants et éléments formant le câble ;
  - Volume demandé par le client.

f. Pourquoi

La question qui se pose à ce niveau est : Pourquoi le problème se propose-t-il ?

Du au nombre croissant des projets imposés par le marché, de ce fait, YAZAKI doit organiser et optimiser ses moyens de production et d'espace avant d'intégrer un nouveau projet.

La saturation de terrain nous a poussé à penser à une production mixte, on doit alors refaire la conception de la chaîne de production X12C existante de telle façon qu'elle aura la capacité de produire les produits des deux chaînes.

Le projet a pour objectif d'assurer les points suivants :

- Gagner de l'espace ;
- Augmenter la productivité ;
- Optimiser le coût de l'équipement.

### 3. Identification des caractéristiques clés

La réussite d'un tel projet nécessite dans un premier lieu, une définition claire des objectifs ainsi qu'une identification précise des sources de problèmes. Pour cela, il faut clarifier un certain nombre de points :

- ✚ Quelles sont les caractéristiques critiques pour le client, leurs cibles, leurs limites ?
- ✚ Quelle est la situation actuelle et la situation espérée ?

Pour aider le groupe à répondre à toutes ces questions, on va utiliser un outil d'analyse le diagramme CTQ (Critical To Quality).

### a. Diagramme CTQ

Le diagramme CTQ a pour objectif de décomposer le besoin du client en exigences, qui doivent pouvoir être mises en face de caractéristiques que l'on sait évaluer par une mesure. Pour chacune de ces caractéristiques, on doit pouvoir déterminer une cible et des spécifications limites.

Ci-dessous le diagramme CTQ élaboré en fonction de la thématique du projet.

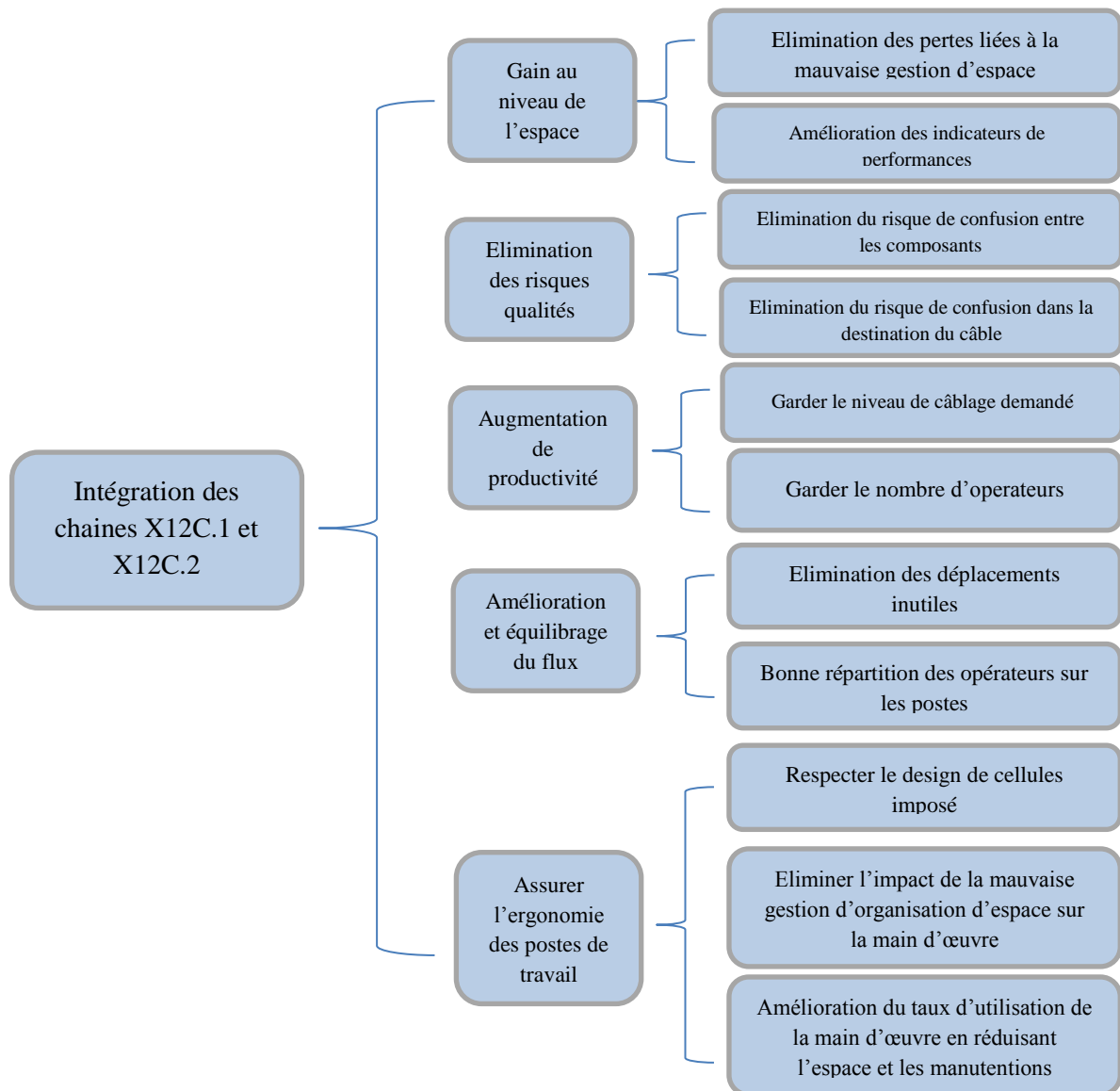


Figure 26 : Diagramme CTQ du projet

### Conclusion du chapitre 2

Après avoir identifié et schématisé le flux de production des deux chaînes, on trouve une grande similarité entre les deux ce qui rend l'intégration possible au sein d'un seul flux



# C

## HAPITRE 3

### **APPLICATION DE LA DEMARCHE DMAIC AU PROJET NISSAN : MESURER ET ANALYSER**

Dans ce chapitre nous allons chronométrer les postes des deux chaînes X12C.1 et X12C.2 pour les équilibrer en appliquant les améliorations déjà implantées dans la chaîne X12C.

## I. Introduction

Dans un environnement marqué par la mondialisation, par la concurrence et par la grande ampleur des exigences du marché, les entreprises doivent faire preuve de dynamisme pour s'adapter rapidement aux nouvelles exigences et savoir saisir les opportunités, surtout quand il s'agit d'un secteur industriel dont la concurrence ne cesse de s'accroître, tel le secteur de fabrication des faisceaux électriques destiné au marché automobile.

Dans ce cadre, l'entreprise YMO s'est engagée à revoir la gestion de l'espace occupé par les projets pour lesquels elle produit actuellement afin de libérer de l'espace pour accueillir de nouveaux projets.

A cette fin, les responsables d'ingénierie ont pensé à étudier la possibilité d'intégration des différentes familles appartenant au projet X12C (Engine).

## II. Choix de la chaîne à intégrer

Avant toute intégration des deux chaînes, il faut que les deux aient le même processus, le même flux et la même capacité.

Il s'agit dans cette étape de comparer la production des deux projets X12C.1 et X12C.2 pour choisir la chaîne la plus améliorée.

Le but est d'adapter le processus de la chaîne qui a le faible facteur de la productivité à celle qui a le facteur de productivité le plus élevée pour qu'on puisse l'intégrer.

### 1. Production de la chaîne X12C

Pour identifier la chaîne dans laquelle on va intégrer, on va utiliser le critère de production pour préciser la chaîne la plus productive

Le tableau (annexe 2) nous montre la productivité journalière des deux chaînes X12C.1 et X12C.2.

- La moyenne de la productivité des semaines

		X12C.1		X12C.2	
		P, directe	P, indirecte	P, directe	P, indirecte
janvier	week 1	104%	99%	84%	82%
	week 2	105%	101%	82%	79%
	week 3	106%	101%	85%	83%
	week 4	109%	104%	99%	96%
février	week 5	109%	105%	100%	96%
	week 6	110%	106%	89%	85%
	week 7	108%	104%	94%	92%
	week 8	108%	104%	96%	94%

Tableau 6: Productivité des mois Janvier et Février 2016



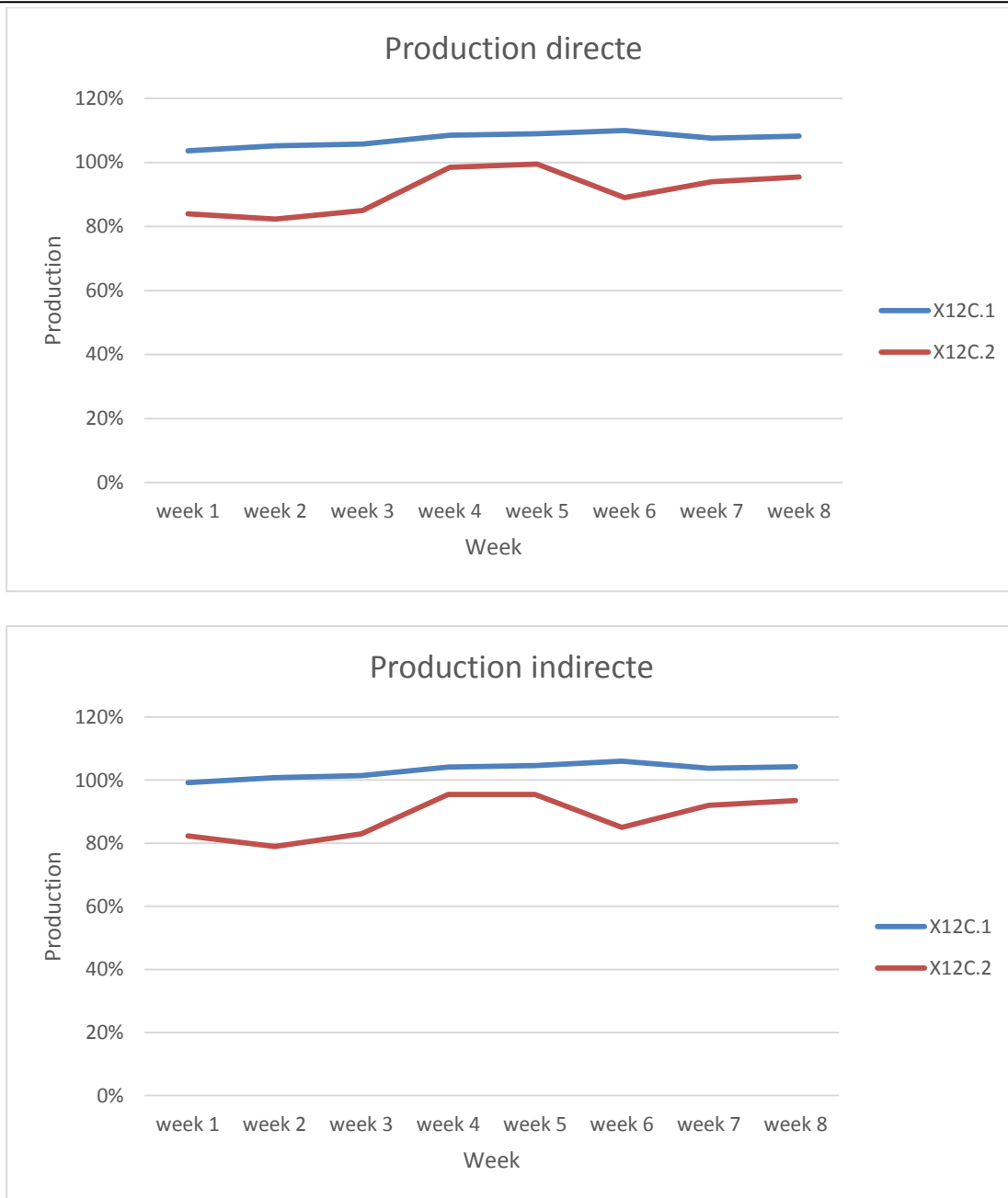


Figure 27 : Productivité directe et indirecte des deux chaines

### Conclusion

En analysant les deux graphes de la production des deux chaines, il est remarquable que la production de la chaine X12C.1 est plus élevée que celle de la chaine X12C.2 ce qui nous permet de conclure que l'intégration va être faite dans la chaine X12C.1.

### III. Analyse des deux chaînes X12C.1 et X12C.2 : chronométrage

#### 1. Introduction

Afin de faire le chronométrage des deux familles X12C.1 et X12C.2, nous avons suivi le plan suivant :

##### A) Partie documentation :

1. Déterminer le temps de Takt (TT) ;
2. Déterminer la vitesse de la chaîne.

##### B) Partie prise de temps :

1. Informer les responsables de la ligne et les opérateurs ;
2. Observer les postes pour comprendre le cycle de travail de chaque poste ;
3. Lecture des modes opératoires ;
4. Comparer le deuxième point au troisième, pour s'assurer que l'opérateur respecte bien le mode opératoire, notamment la chronologie d'enchaînement des différentes opérations ;
5. S'assurer des conditions générales de travail, comme la disponibilité de la matière première et des matériels à utiliser ;
6. Faire la prise des temps par échantillonnage (5 mesures pour chaque poste) ;
7. Tracer le graphe des temps ;
8. Déterminer les postes goulots c'est-à-dire ceux qui effectuent leurs tâche dans un temps plus que le temps de Takt déjà déterminé.

Dans un premier temps nous avons fait un chronométrage de tous les postes de la chaîne X12C.1 et X12C.2. Ce chronométrage a permis de déterminer les postes les plus chargés «**Postes goulots**» c'est-à-dire les postes dont le CT dépasse le TT. Puis nous avons refait un chronométrage plus détaillés de ces postes pour déterminer les causes de ce dépassement, d'où nous avons divisé le CT en 3 parties :

$$CT = ET + WT + PERTES$$

**ET** : Elementary Time (temps élémentaire), qui est le temps nécessaire pour effectuer les tâches du poste sans aucune perte, c'est le temps que paye le client ;

**WT** : Walking Time (temps de déplacement), ce sont les déplacements que fait l'opérateur, par exemple pour emmener la matière première, c'est-à-dire les tâches utiles sans valeur ajoutée (non payé par le client) ;

**Pertes** : Toute tâche sans valeur ajoutée est incluse dans ce terme comme les attentes, les encours...

Nous nous sommes divisés en deux équipes de 3 personnes chacune afin d'effectuer cette mesure de temps pour les deux familles X12C.1 et X12C.2, et à l'aide des chefs de lignes, nous avons pu obtenir des résultats fiables.

## 2. Yamazumi Chart de la chaine X12C.2

Arrivé à ce point, avec le cadre d'étude limité aux problèmes d'élimination des gaspillages dans la chaîne de montage, nous devons procéder à la quantification des problèmes pour chaque poste, sans laquelle nous ne pourrions pas arriver à hiérarchiser les actions à mener. Pour cette raison, un indicateur (qui doit être spécifique, mesurable, réalisable et temporaire) de cycle time a été proposé pour chacun des écarts identifiés.

Nous avons chronométré toutes les tâches et actions réalisées pour tous les opérateurs de la chaîne. Ce fait a été répété cinq fois avec des références différentes. A partir de ces données, les pertes (en seconde) ont été estimées et représentées dans le tableau 7, d'où le détail de ce chronométrage est présenté sur l'annexe 3.

Workstation (WS)	Seal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MIN CT	150	180	170	155	147	155	166	185	179	150	153	149
MAX CT	165	192	210	185	156	170	178	212	206	164	169	160
Average CT	159	187	189	171	151	163	173	198	188	158	161	153
T.T	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
Line speed	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
171	187	191	194	161	183	181	156	113	180	145	212	159	135	137	130	130
195	277	259	274	192	216	212	200	128	200	184	228	204	161	147	160	150
185	223	229	227	181	204	201	182	120	189	162	220	183	147	142	140	140
153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160

29	Exp	PF	TE1	TE2	TE3	TE4	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5	Prot	2nd vis1	2nd vis2
150	142	157	148	154	120	176	148	157	166	145	148	142	150	150
215	169	170	180	204	137	212	172	175	182	160	165	173	163	187
175	149	164	161	187	129	192	158	164	171	152	154	159	157	165
153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160

Tableau 7: Chronométrage de la chaîne X12C.2

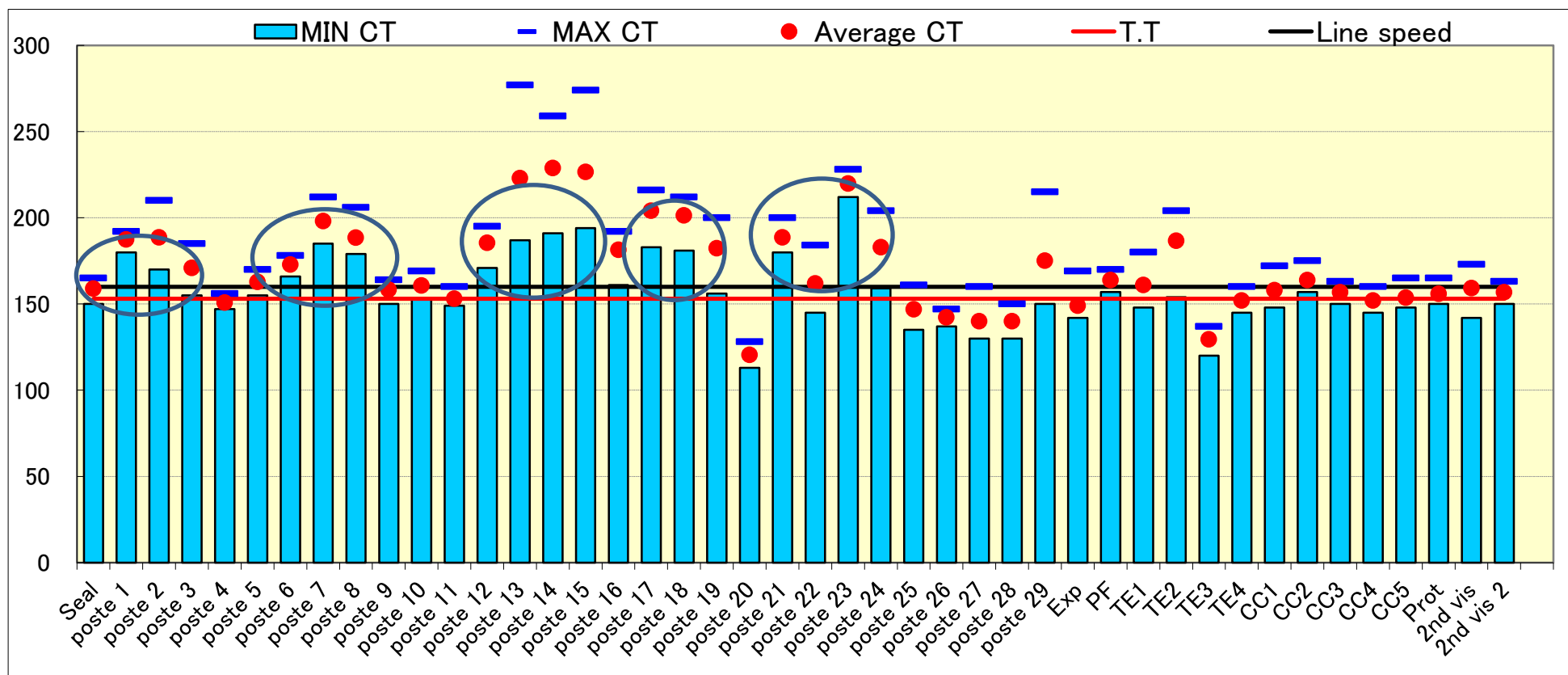


Figure 28 : Yamazumi de la chaine X12C.2

Le graphe nous a permis de comparer le temps réel (Cycle Time) de chaque poste avec le temps du cycle planifié (Takt Time) de celui-ci. Nous constatons que le temps de cycle des poste P1, P2, P6,P7, P8, P12,P13,P14,P15,P17,P18,P21 est au-delà du temps du cycle planifié, on parle alors des **postes goulots** de la chaine, par contre les autres postes sont adaptés au rythme de production.

L'idée est d'analyser le temps de cycle de ces postes goulots (tableau 8), c'est pour cela que nous avons refait un chronométrage pour ces derniers afin de trouver des solutions et équilibrer les postes de travail, et pour avoir à la fin tous les temps de cycle en dessous du temps de Takt et augmenter automatiquement la productivité et l'efficacité.

La prise du temps représenté dans le tableau 8 n'était pas simple comme auparavant, mais c'était en divisant le temps de cycle en temps élémentaire, temps de déplacement et pertes (l'annexe4), comme il est montré sur le tableau suivant :

Postes	average ET	average WT	average PT	Cycle Time	Takt time
P1	140	12	38	190	153
P2	139	11	37	187	153
P6	107	11	61	179	153
P7	139	12	53	204	153
P8	135	9	57	201	153
P12	120	15	45	180	153
P13	152	12	67	231	153
P14	176	10	41	227	153
P15	124	56	42	222	153
P17	135	40	35	210	153
P21	140	31	20	191	153

Tableau 8 : Détails du chronométrage des postes goulots de la famille X12C.2

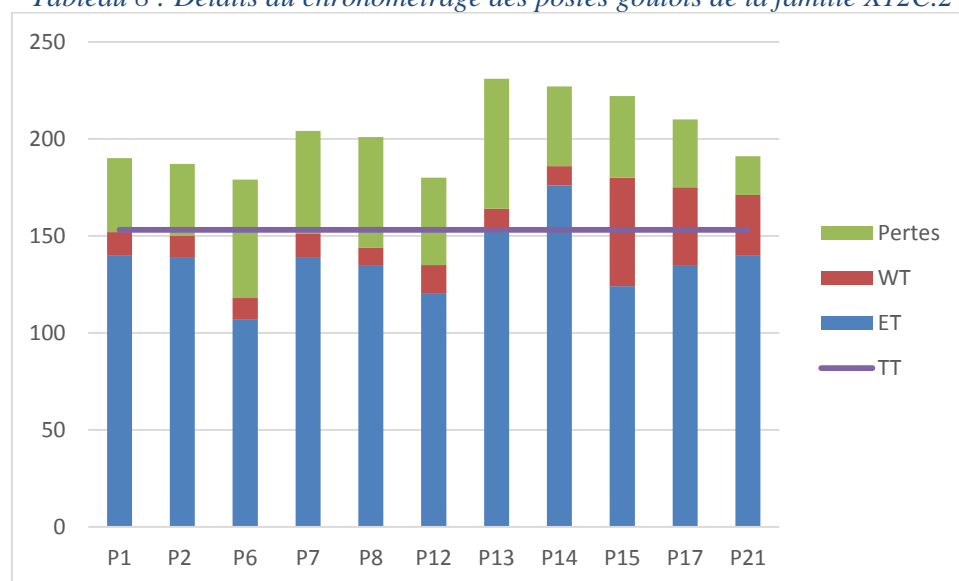


Figure 29 : Représentation graphique du chronométrage des postes goulots de la famille X12C.2

Le graphe de la figure 29 reflète l'importance de ce deuxième chronométrage, d'où on remarque l'influence du temps de déplacement et celui perdu dans des actions inutiles sur le temps de cycle.

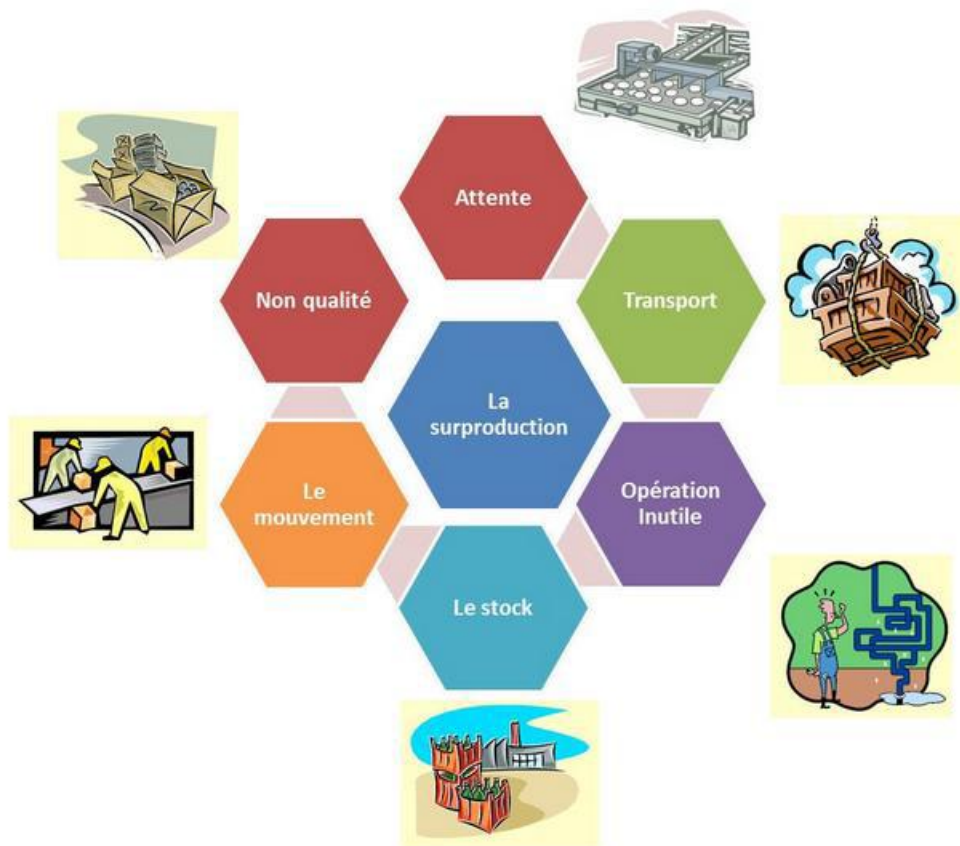
### ✚ MUDA

Le but de ce travail est de donner une idée plus claire sur quoi nous devons agir pour équilibrer les postes de la chaîne, d'après les graphes du chronométrage nous remarquons qu'il existe plusieurs pistes sur lesquelles nous pouvons agir afin d'atteindre notre objectif.

D'une part, nous devons travailler sur la réduction du temps de déplacement qui contribue d'une façon très claire dans l'augmentation du temps de travail de chaque opérateur, en plus nous sommes obligé de diminuer les pertes existants dans la chaîne, et quand on parle des déplacement inutiles et des pertes, on peut généraliser ces termes en un seul qui est « MUDA », mais d'abord c'est quoi un MUDA ?

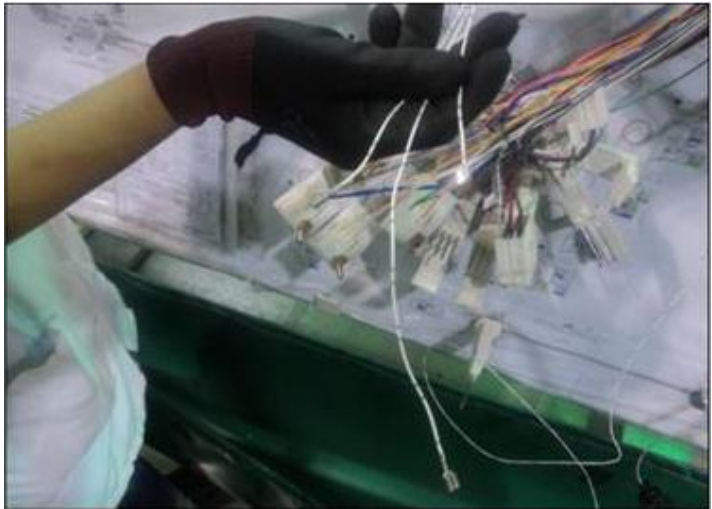



Un MUDA est un mot japonais, c'est une activité improductive, qui n'apporte pas de valeur aux yeux du client. Et pour créer efficacement de la valeur, il est indispensable d'identifier les gaspillages et de les éliminer ou les réduire, par l'intervention des chefs d'équipes notamment et aussi par les opérateurs s'ils ont été associés de manière efficace à la démarche d'amélioration afin d'optimiser les processus de l'entreprise.

Les pertes ou la non-valeur ajoutée sont représentés sur la figure 30 :



*Figure 30 : les sept MUDAS*

Dans notre cas, nous ne travaillons pas sur tous les MUDAS, mais seulement sur ceux qui nous intéressent et qui sont rassemblés dans le tableau 9 :

MUDAS	Problème	Figure
Opération inutile	<p>Beaucoup de perte de temps dans les différents postes de travail :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ 40sec dans les postes d'insertion</li> <li>✚ 25sec pour la séparation des branches dans les postes d'enrubannage</li> </ul>	
L'attente	Muda d'attente dans la zone d'enrubannage en raison du nombre le plus élevé des operateurs	
mouvement	Muda de déplacement pour amener le bonder du poste DS20 au JIG	
mouvement	Muda de déplacement pour amener les tubes (14s/cycle/op)	


Opération inutile	Perte de temps pour trouver les tubes (un grand nombre des boxes dans les différents postes)	
-------------------	--	--

Tableau 9: les MUDAS de la chaînes X12C.2

### 3. Yamazumi Chart de la chaîne X12C.1

#### a. Analyse de la ligne X12C.1

Le département ingénierie de YMO a fait une amélioration au niveau de la chaîne X12C.1 (création du SPS et WASUREMBO) ce qui a permis d'augmenter la productivité à 20%, donc pour clarifier ce changement, une comparaison d'état de la chaîne X12C.1 doit être faite avant et après les deux projets WASUREMBO et SPS pour mettre les points sur les problèmes résolus et aussi pour les appliquer sur la chaîne X12C.2.

A ce stade les questions posées sont les suivantes :

C'est quoi le projet SPS ?

C'est quoi le projet WASUREMBO ?

#### ➤ Description des projets SPS et WASUREMBO

SPS et WASUREMBO sont des projets qui s'inscrivent parmi les projets d'amélioration continue dont le but est la réduction des gaspillages, plus précisément :

- ✚ La réduction des déplacements des opérateurs dans la chaîne de montage.
- ✚ Création d'espace pour soulager les opérateurs dans la chaîne de montage.
- ✚ Standardisation de l'approvisionnement des composants (Ruban, tubes...).
- ✚ Amélioration de l'environnement de travail et le respect des 5S.



b. Yamazumi Chart

➤ Avant les projets WASUREMBO et SPS

Après avoir appliqué les étapes de chronométrage citées précédemment, nous avons obtenu les résultats représentés dans le tableau 10, d'où le détail de ce chronométrage est présenté sur l'annexe 5.

Workstations (WS)	Seal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MIN CT	252	210	230	195	167	165	196	185	179	157	160	176
MAX CT	280	222	270	225	176	180	208	212	206	178	172	219
Average CT	266	217	249	211	171	173	203	198	188	166	167	202
T.T	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
Line speed	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
171	187	191	194	178	243	241	216	173	240	205	272	219	175	177	170	170
195	277	259	274	190	276	272	260	188	260	244	288	264	201	187	200	190
185	223	229	227	184	264	261	242	180	249	222	280	243	187	182	180	180
184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194

29	Exp	PF	TE1	TE2	TE3	TE4	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5	Atomaki	Prot	2nd vis	Pack
190	182	197	128	194	160	216	188	197	206	135	138	160	142	213	280
255	209	210	160	244	177	290	212	215	222	150	155	200	173	297	317
215	189	204	141	227	169	246	198	204	211	142	144	174	159	270	295
184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194

Tableau 10 : chronométrage de la chaîne X12C. avant les projets SPS et WSB

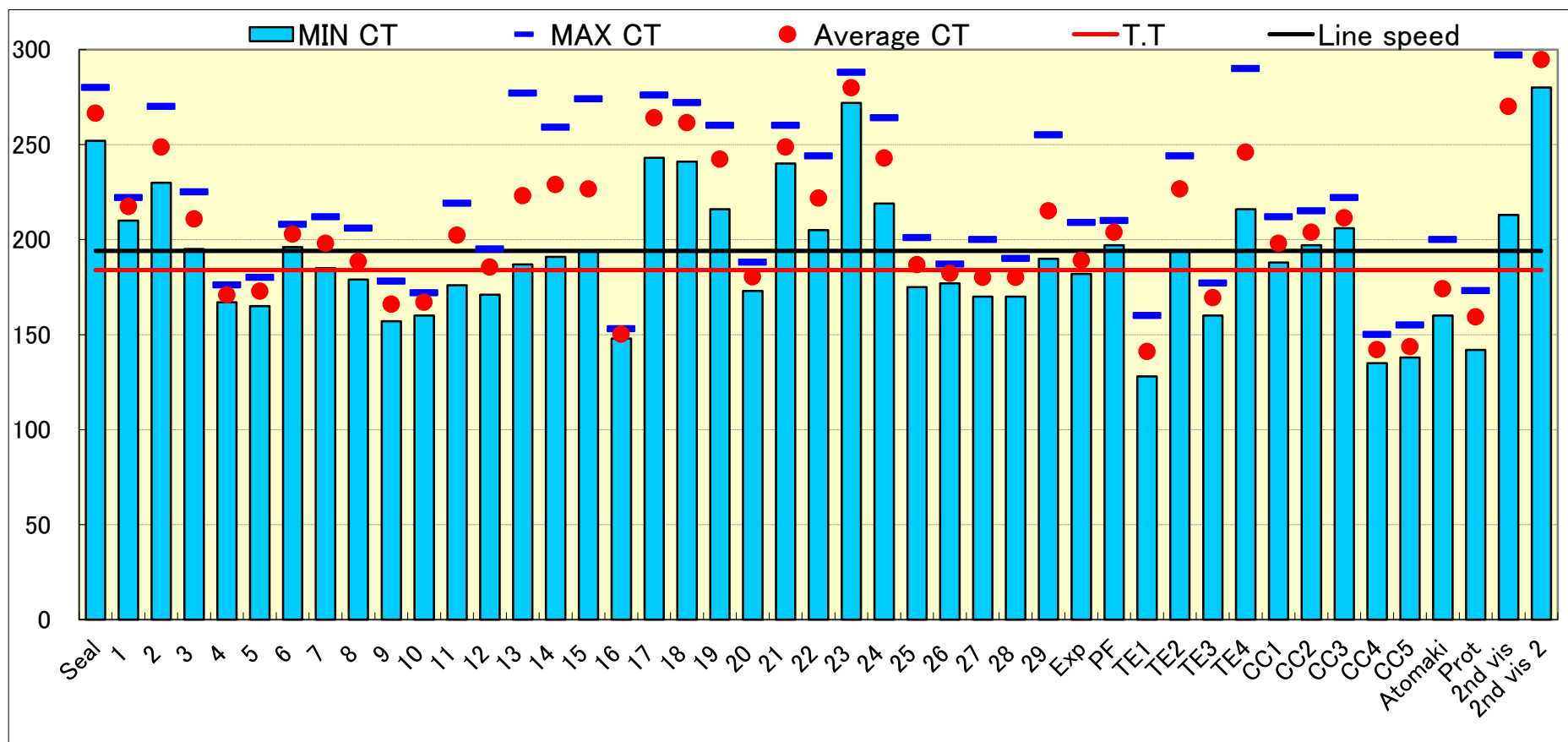


Figure 31: Yamazumi de la chaine X12C.1 avant les projets SPS et WSB

➤ Après les projets WASUREMBO et SPS

Après la mise en place des deux projets un autre chronométrage fait dont les résultats sont représentés dans le tableau 11, d'où le détail de ce chronométrage est présenté sur l'annexe 6.

Workstations (WS)	Seal	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MIN CT	150	143	143	149	149	150	149	148	149	144
MAX CT	155	149	147	152	151	160	152	150	151	149
Average CT	152	146	145	151	150	154	151	149	150	146
T.T	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
Line speed	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
144	154	138	138	135	149	148	146	149	144	144	153	138
146	158	141	146	147	151	151	153	152	149	146	156	141
145	156	139	143	142	150	149	149	150	146	145	155	139
153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

23	24	25	26	27	28	29	Exp	PF	TE1	TE2	TE3	TE4	CC1	CC2	CC3
144	143	143	149	148	150	149	148	148	144	138	138	135	149	148	146
149	149	147	153	152	160	152	150	151	149	141	146	147	151	153	153
146	146	145	151	150	153	150	149	150	146	139	143	142	150	150	150
153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

CC4	CC5	Atomaki	Prot	2nd vis	Pack
143	143	149	149	150	145
149	147	153	152	156	148
146	145	152	150	153	146
153	153	153	153	153	153
150	150	150	150	150	150

Tableau 11: Chronométrage de la chaîne X12C.1 après les projets SPS et WSB

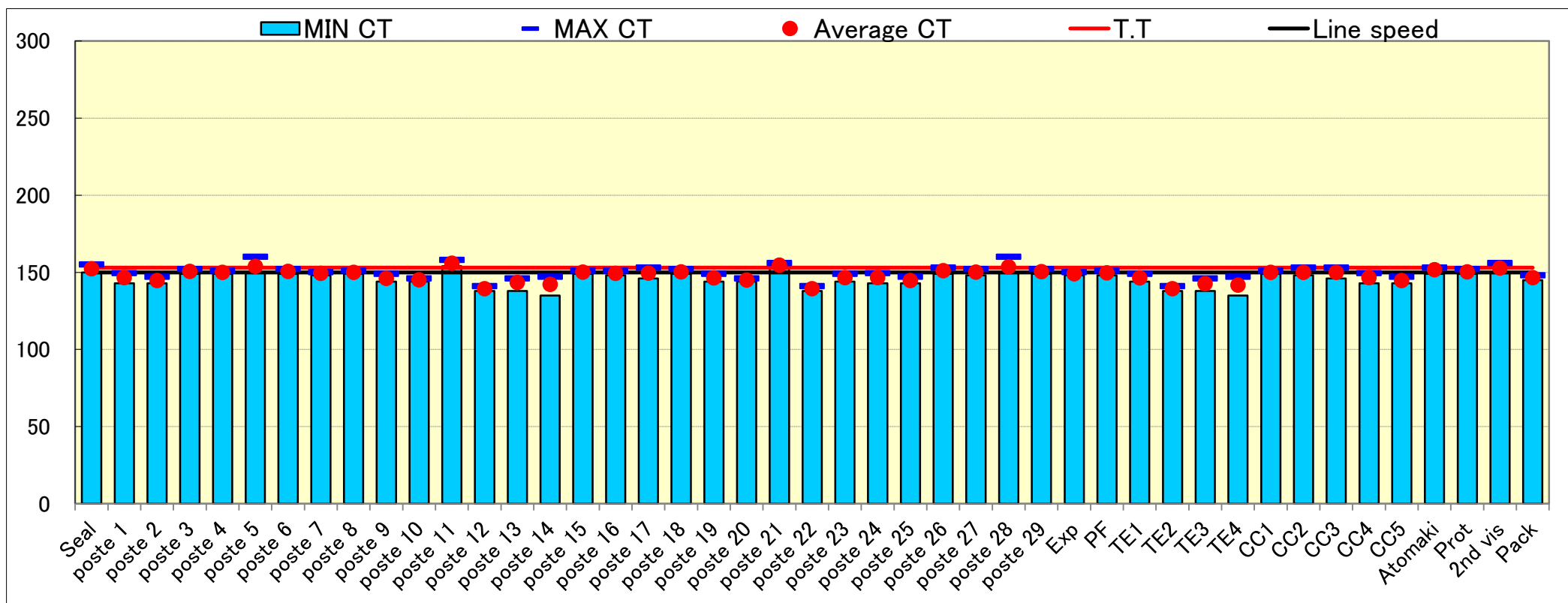


Figure 32 : Yamazumi de la chaine X21C.1 après les projets SPS et WSB

### Conclusion

En analysant les trois Yamazumi chart des deux familles X12C.1 et X12C.2, il est clair que l'implémentation des deux projets SPS et WASUREMBO a pu augmenter la production en éliminant les différents Muda de déplacement, d'attente et de mouvement

En guise de conclusion, la conjugaison du flux, le lay-out et Yamazumi chart des deux chaînes nous montre le plan d'action qu'il faut suivre pour intégrer les deux chaînes :

- + Créer le SPS pour la chaîne X12C.2 et l'intégrer avec celui de la chaîne X12C.1 ;
- + Créer le Wasurembo pour la chaîne X12C.2 et l'intégrer avec celui de la chaîne X12C.1 ;
- + Intégrer les 2 postes du test électrique ;
- + Intégrer les 2 postes du Mur qualité ;
- + Intégrer les 2 postes du clip check ;
- + Préparer le lay-out de la nouvelle chaîne ;



# C

## HAPITRE 4

### **AMELIORATIONS ET SOLUTIONS PROPOSEES**

Après avoir défini les données et les méthodologies de travail dans l'étape Mesurer, nous passerons dans ce chapitre aux étapes innover et contrôler. Ces étapes porteront sur l'interprétation des résultats obtenus à partir du chapitre précédent ainsi que sur la proposition des opportunités d'intégration et d'amélioration dans le contexte étudié tout en évaluant les gains obtenus après l'application de ces améliorations.

## I. Adaptation du processus de la chaîne X12C.2 à celui de la chaîne X12C.1

### 1. Définition « Yokoten activity »

En japonais, yoko signifie horizontal et ten développer. Le Yokoten du système de production Toyota contient donc l'idée de déployer partout dans l'entreprise les bonnes pratiques. Une idée issue d'un groupe de travail dans une usine ? Déployez-le sur toutes les usines. Une idée concernant le processus de conception d'un produit ? Déployez la pour toutes les lignes de produit !

### 2. Application de la méthode Yokoten sur la chaîne X12C.2

Le but est de copier les améliorations qui sont déjà faites sur la chaîne X12C.1 et les appliquer sur X12C.1 pour que le processus de la chaîne X12C.2 soit adaptable à celui de la chaîne X12C.1.

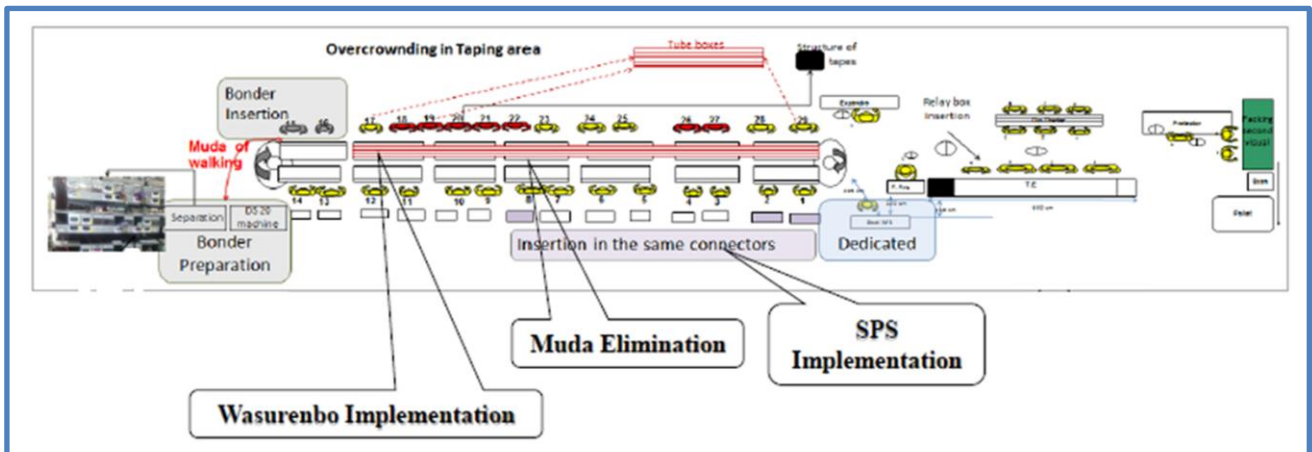


Figure 33 : Amélioration faite sur la chaîne X12C.1

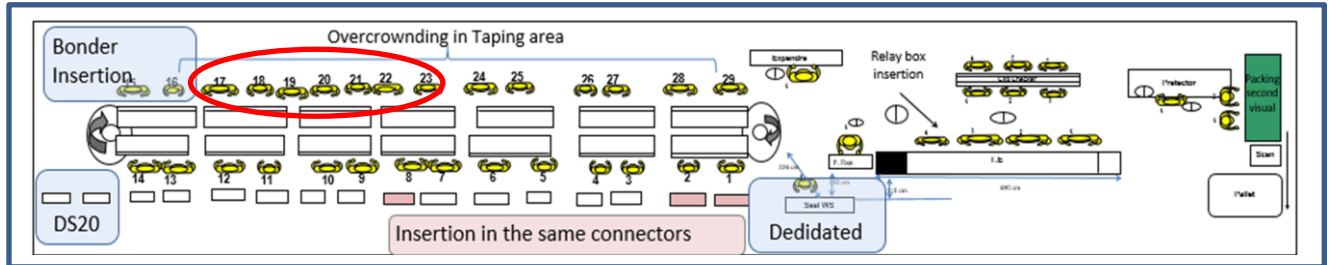
#### a- Création du SPS

##### i. Avant implémentation du SPS

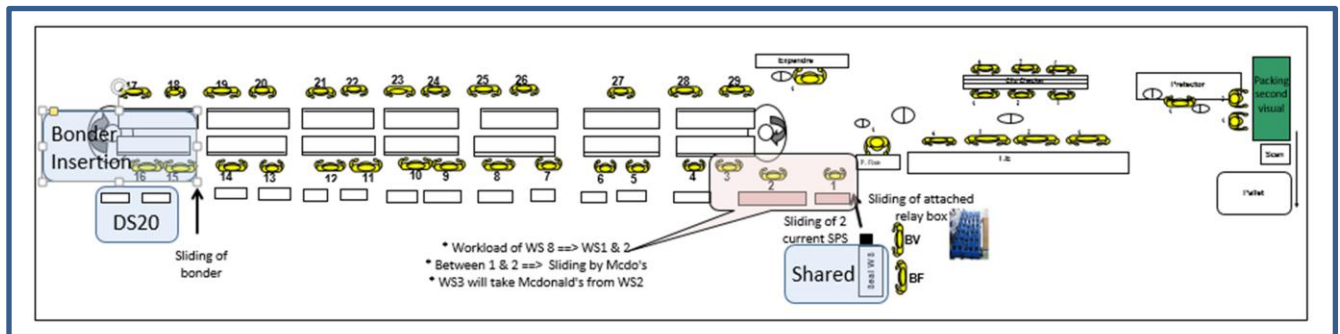
Avant l'implémentation du projet SPS le flux d'insertion des fils était classique c'est-à-dire que chaque opérateur travaille dans un poste d'insertion, il insère les fils dans les connecteurs par la suite il met le composant « fils + connecteurs » dans le JIG.

ii. Objectif

Avant la mise en place de ce projet l'insertion du bonder était dans la zone d'enrubannage, ce qui crée des problèmes et des Mudas puisque plus de deux opérateurs travaillent dans le même JIG dans les derniers postes d'enrubannage.



La mise en place du SPS permet de travailler avec 13 structures d'insertion au lieu de 14 structures ce qui a créé un espace pour que l'insertion du bonder soit à la zone d'insertion.



Le projet SPS a pour objectif la création d'espace dans la chaîne de montage pour soulager les opérateurs.

iii. Le processus du SPS

Le processus des deux premiers postes d'insertion des fils est le suivant :

- ✚ L'opérateur de chaque poste insère les fils dans les composants des grandes sections, ils travaillent comme une réserve des autres postes d'insertion
- ✚ Un troisième opérateur est chargé de mettre les composants « fils connecteurs » dans le JIG

b- Création du WASUREMBO

i. Avant implémentation du Wasurembo

Avant l'implantation du projet Wasurembo l'approvisionnement des composants nécessaire pour le montage d'un câble était très classique mais engendre pas mal de difficultés pour les opérateurs de la partie enrubannage. On peut synthétiser les étapes d'approvisionnement comme suit :

- ✚ Se déplacer vers la zone de stockage des composants : Même si cette distance n'est pas assez longue, mais la fréquence de ce dernier le rend plus grave d'où la nécessité de l'éliminer.



- ✚ Recherche du composant désiré : Cette action de recherche est considérée aussi importante ou plus grave que premier problème. Ceci se manifeste dans la durée de recherche qu'on peut dire qu'elle est très perturbante que cela soit pour l'employé lui-même qui fournit un effort pour trouver le composant adéquat, ou bien pour l'ensemble de la chaîne qui peut tomber en retard à cause de ce problème. Le type de stockage des composants adopté avant était de mettre en place chaque composant dans les boxes qui correspond sans se soucier du positionnement de l'opérateur.
- ✚ L'approvisionnement et le retour vers le poste : L'opérateur étant inquiet et qui craint de tomber en retard, collecte un maximum de composants sans tenir compte du nombre exacte qu'il doit avoir pour éviter le retard pour une deuxième fois, ce qui peut causer :
  - Une rupture de stock pour le second opérateur qui consulte la même boxe ;
  - Une agitation dans la ligne pour trouver la personne avec un excès de composant ;
  - Une déconcentration des opérateurs ;
- ✚ La mise en place des composants : Une grande quantité est posée dans le box de stockage de chaque poste, et un minimum est gradée avec l'opérateur ou accrochée dans le tableau de montage ce qui oppose les principes du 5S adoptés par l'entreprise. (Figure 34).



Figure 34 : Etagère des boxes

## ii. Les outils du Wasurembo

- ✚ KANBAN : permet de représenter les références des composants nécessaires pour chaque type de produits.
- ✚ Les plaques : c'est le support où les composants sont maintenus, en fonction de la carte KANBAN.
- ✚ Chariot : sous forme des rayons subdivisé en deux niveaux, le niveau supérieur contient les plaques pleines. En revanche, la partie inférieure concerne les plaques vides.
- ✚ JIG : permettre de supporter les plaques au-dessus du tableau du montage.
- ✚ Rayon de stockage : permet de stocker les boxes contenant les composants d'une manière qui facilite l'approvisionnement et remplissage des plaques.



Figure 35 : WASUREMBO

iii. Le processus du Wasurembo

Le tableau ci-dessous (tableau 12) représente les différentes étapes et le principe de WSB.

<p>1- preparer les cartes Kanban des PN</p>	<p>2- prendre les plaques vides posées sur le chariot Wasurembo</p>


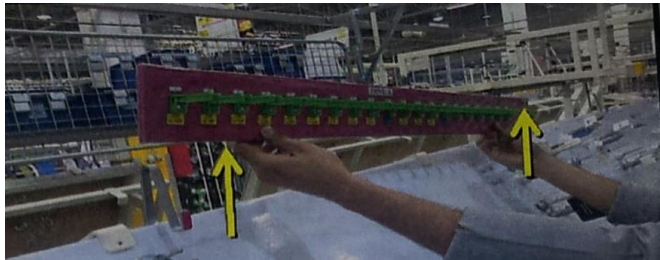





<p>3- mettre chaque plaque en face de la zone définie</p>	<p>4- prendre et insérer les composants dans les clips en se basant sur les cartes Kanban</p>
	
<p>5- mettre les plaques remplies dans le support des plaques Wasurembo</p>	<p>6- démonter les plaques vide du JIG</p>
	
<p>7- mettre la plaque dans l'emplacement des plaques vides</p>	<p>8- prendre la plaque des composants et la mettre dans les crochets du JIG</p>

Tableau 12 : Processus du Wasurembo

## II. Intégration des deux chaînes X12C.1 et X12C.2

Après la création des projets SPS et Wasurembo pour la chaîne X12C.2, on arrive à l'étape où on doit appliquer le plan d'actions. Pour cela, on identifie d'abord les postes communs des deux chaînes par la suite, on va préciser les actions appliquées sur les différents postes à intégrer.

### 1. Postes communs des deux chaînes

-  Grommet
-  Poste fixe(JIG)
-  Atomaki

Les trois postes ne posent aucun problème puisque ils sont similaires pour les deux chaînes.

## 2. Chaîne d'assemblage

Le but est de travailler avec un JIG rotatif, la première face du JIG contient le lay-out du projet X12C.1 alors que la deuxième face contient le lay-out du projet X12C.2.

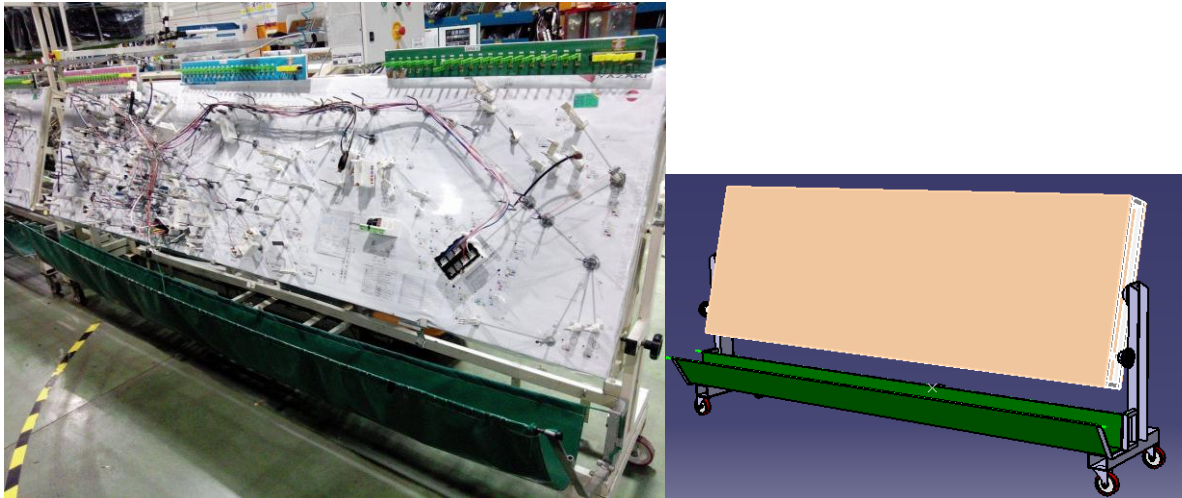


Figure 36 : JIG rotatif

## 3. Poste d'insertion

### - Les outils des postes d'insertion

- ✚ Tobo : contient une référence des fils.
- ✚ Boxe : contient une référence des connecteurs.
- ✚ Kanban : permet de représenter les références des fils et des connecteurs

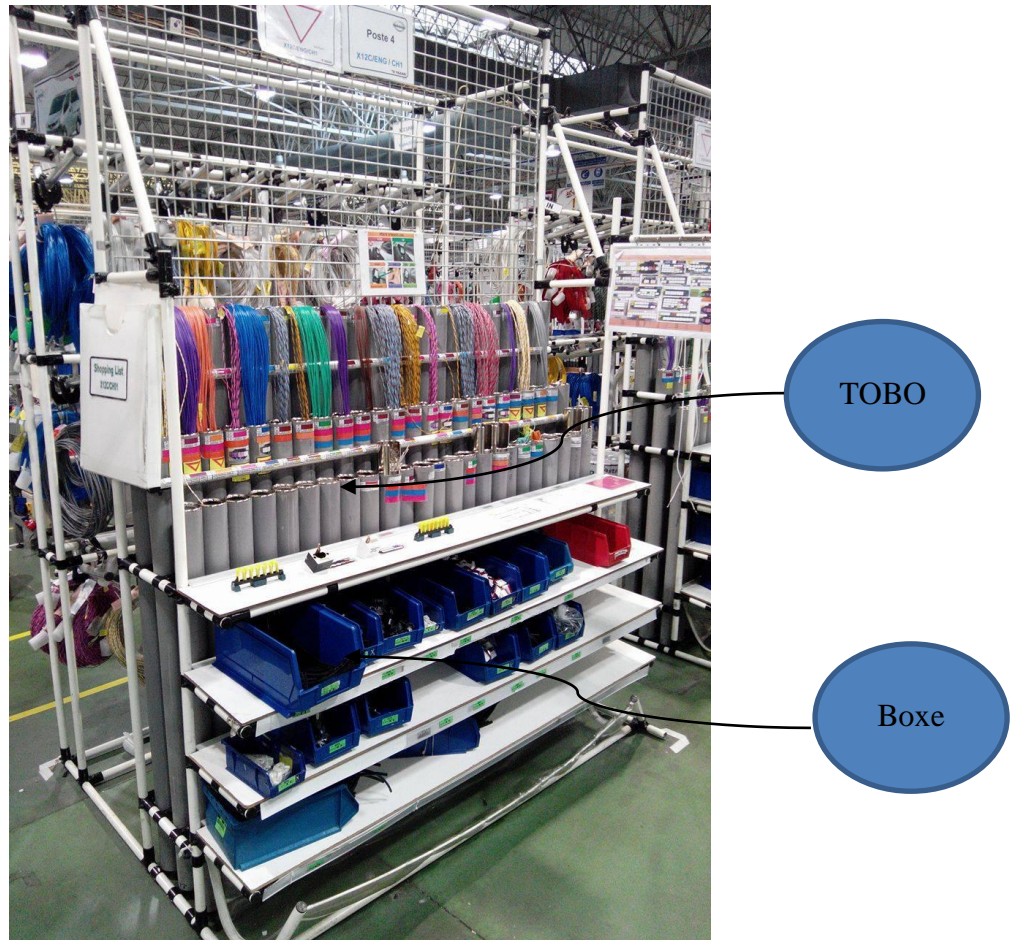


Figure 37 : Poste d'insertion des fils

- Le processus

Chaque opérateur s'occupe d'un poste d'insertion. Il est chargé d'insérer les fils dans les connecteurs afin de les mettre sur le JIG rotatif « layouting ».

- La capacité des postes

Après la création des deux postes de réserve (SPS) pour la chaîne X12C.2, chaque chaîne va contenir 13 postes d'insertion. Chaque poste contient trois niveaux de 24 Tobos.

Tobo		
taille	niveau	longueur
grand	1	1600
moyen	2	1300
petit	3	1100

Tableau 13 : dimensionnement des postes d'insertion

Remarque :

Les fils ayant une grande longueur qui dépasse 1.6 mètre occupent deux tobos.

- Intégration des postes d'insertion des chaînes X12C.1 et X12C.2

Dans cette étape, il s'agit d'intégrer les 13 postes de deux chaînes de production pour que la nouvelle chaîne X12C ait juste 13 postes contenant les fils des deux.

Les deux chaînes font partie du même projet NISSAN, donc elles ont quelques références communes des fils et connecteurs. Puisque les deux chaînes travaillent avec le système KANBAN, il ne faut pas qu'une référence d'un fil se repère dans la chaîne.

Pour intégrer les postes d'insertion des fils il faut suivre certaines étapes :

- ✚ Identifier les références de chaque poste des deux chaînes
- ✚ Faire une recherche sur les listes des références des chaînes X12C.1 et X12C.2 et identifier les références communes des fils pour les deux chaînes.
- ✚ Intégrer les postes de deux chaînes de tel sorte que chaque poste soit deviser en 3 parties en précisant 3 couleurs pour les cartes kanban des tobos (une couleur pour les cartes de la chaîne X12C.1, une pour les cartes kanban communes et une pour la chaîne X12C.2).
- ✚ Préciser la capacité du nouveau poste d'insertion

On va travailler sur le poste SPS1 puisque c'est le premier poste de la chaîne X12C pour mieux comprendre comment s'est passé l'intégration.

Remarque

La même étude était appliquée sur les 13 postes restants.

Le tableau (annexe 7) nous montre que la distribution des références des fils dépasse la capacité du poste d'insertion et c'est le cas pour les 12 postes restants, alors on doit penser à une autre solution pour régler le problème.

- Amélioration du poste d'insertion

La nouvelle conception consiste à faire deux niveaux des mini tobos pour éviter qu'un fil d'une grande longueur occupe deux tobos.

Cette amélioration permet à chaque structure d'utiliser sa capacité totale c'est-à-dire qu'elle que soit les longueurs des fils, ils vont juste occuper un seul tobo.

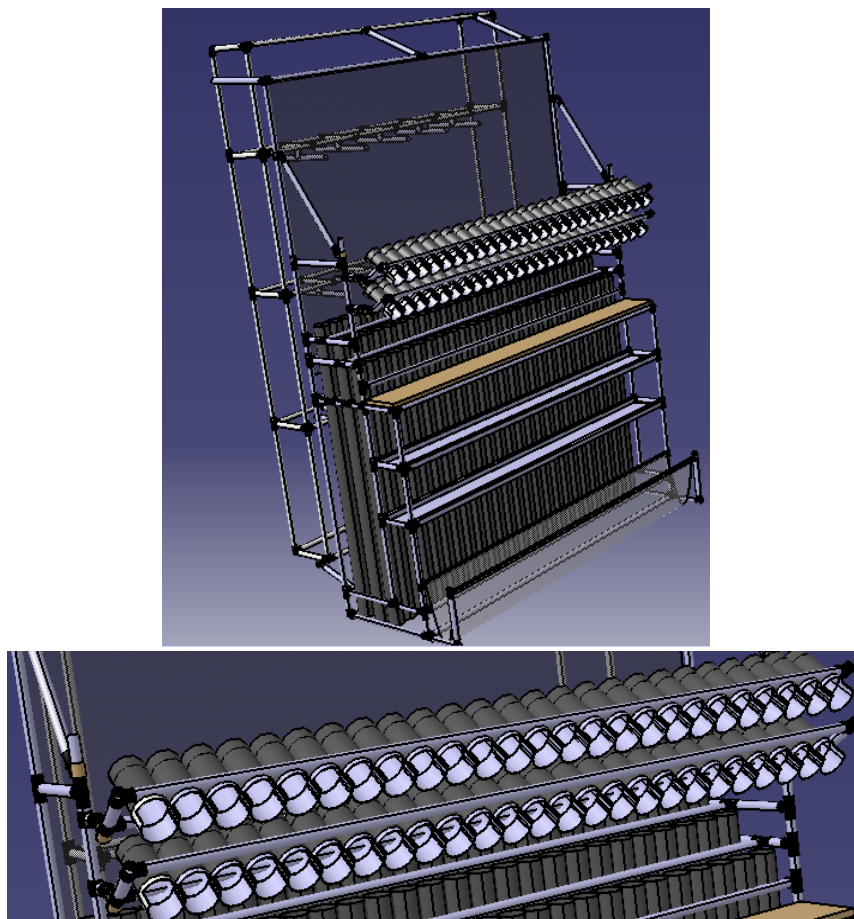


Figure 38 : Le nouveau poste d'insertion

- Capacité des nouveaux postes d'insertion

Le tableau de l'annexe 8 illustre le nombre des références qui doivent être dans chaque poste.

Après l'intégration des fils des deux chaînes, le tableau 14 nous montre la capacité des nouveaux postes d'insertion.

structure	Tobo grand	Tobo moyen	Tobo petit
SPS 1	16	21	14
SPS 2	14	15	16
3	19	13	7
4	20	21	5
5	14	12	9
6	24	23	8
7	10	15	9
8	17	16	10
9	9	16	4
10	19	12	9
11	11	19	12
12	16	12	8
13	13	17	7

Tableau 14 : La capacité du nouveau poste d'insertion

#### 4. Clip Checker

Les chaînes X12C.1 et X12C.2 travaillent avec deux bases, une base pour les voitures qui ont le volant à droite et l'autre base pour les voitures qui ont le volant à gauche.

Le clip checker des deux chaînes est rotatif c'est-à-dire qu'il contient deux faces, pour la chaîne X12C.1 elle travaille avec les deux faces vu la diversité des câbles travaillés dans cette chaîne, par contre la chaîne X12C.2 travaille seulement avec une seule base.

Le but est d'étudier la faisabilité d'intégration des trois faces des clips checker dans une seule. On a fait une réunion avec les responsables qualité, on s'était mis d'accord que l'intégration des clips checker des deux chaînes est impossible vu sa complexité. Donc la nouvelle chaîne X12C a besoin de deux clips checker.



Figure 39 : Mur qualité

A ce stade, après l'intégration des postes on doit vérifier le flux de la nouvelle chaîne X12C en faisant un dessin 2D sur AUTOCAD montrant le nouveau flux de la chaîne.

#### 5. Test électrique

Le poste TE permet de tester la continuité électrique des câbles. Il sert à vérifier si les câbles sont assemblés correctement et que les fils utilisés sont corrects.

Le but est d'intégrer les deux tests électriques des deux chaînes, pour ce faire il faut :

- ✚ Comparer les deux lay-out des TE annexe 9.
- ✚ Préciser les portes connecteurs communes des deux chaînes.
- ✚ Préciser le lay-out final du nouveau test électrique
- ✚ Déplacer les portes connecteurs

Le lay-out final doit être validé avec une équipe composée de responsable produit, responsable qualité, chef de ligne et chef de secteur.



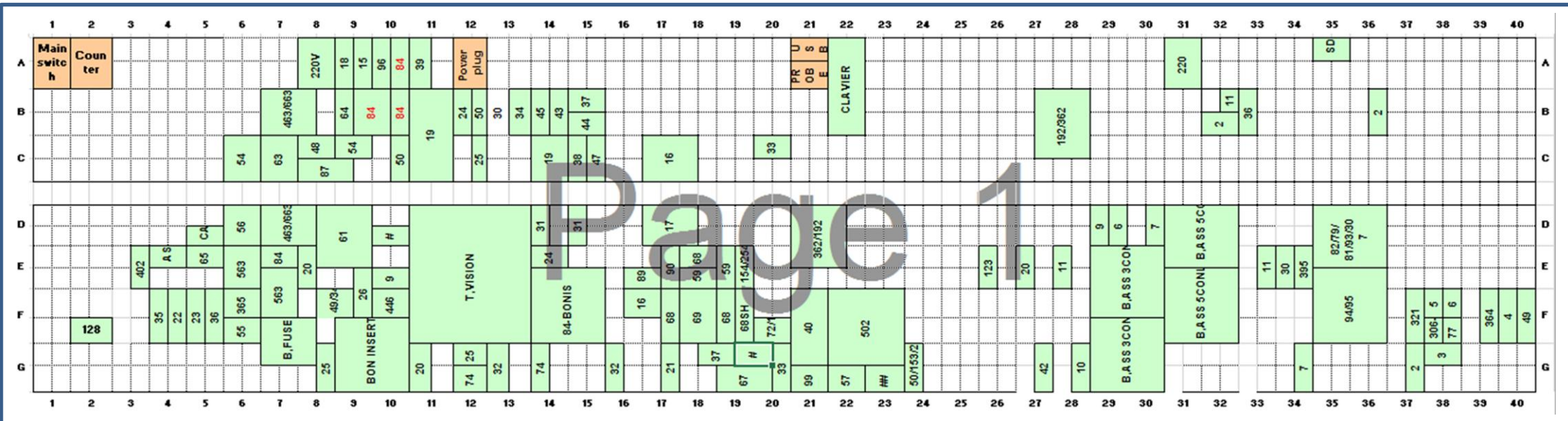


Figure 40 : Lay-out final du TE après intégration

## 6. Mur qualité

C'est la phase finale dans le processus de production des câbles, elle permet de vérifier la qualité finale du câble avant son emballage.

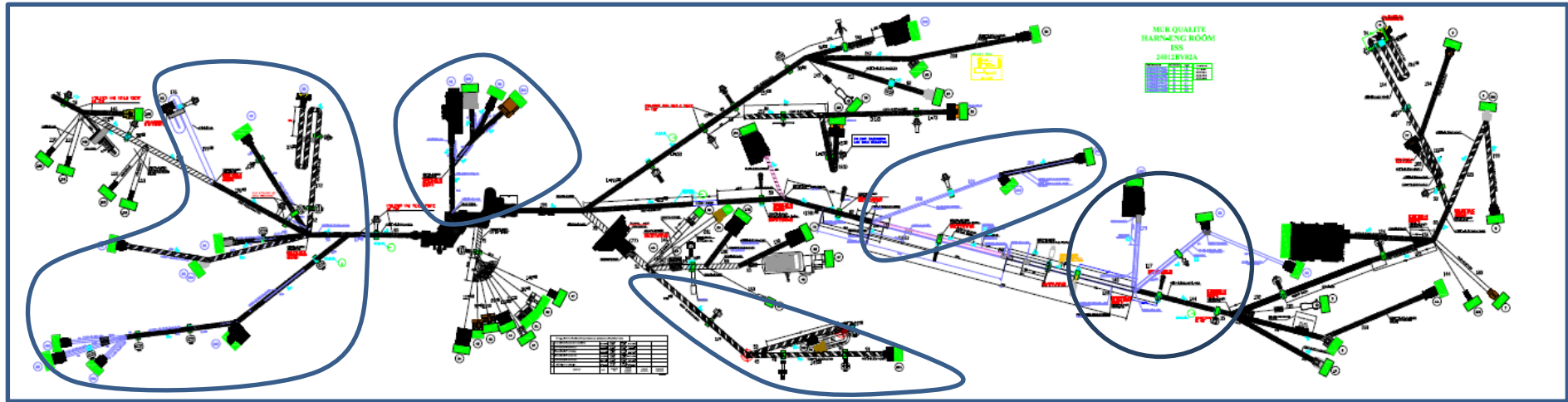
Comme le clip checker de la chaîne X12C.1, le MQ a deux bases, une base pour les voitures qui ont le volant à droite et l'autre base pour les voitures qui ont le volant à gauche.

Le but est d'intégrer ces deux bases pour avoir les deux lay-out dans une seule face pour qu'on puisse ajouter le lay-out du MQ de la chaîne X12C.2 dans l'autre face.

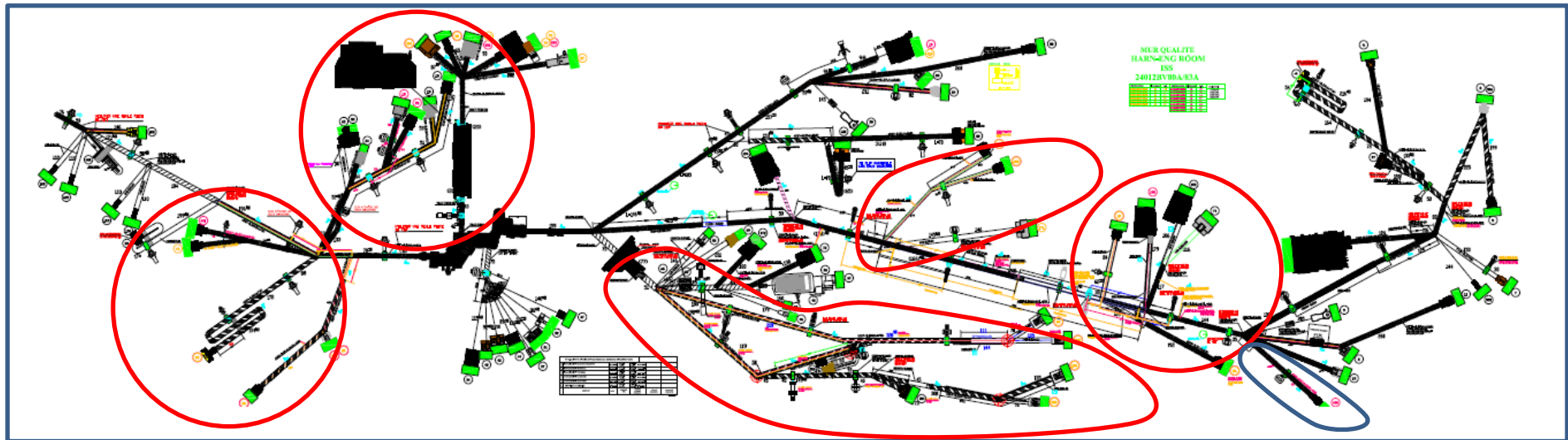
A cette étape il faut comparer les lay-out des deux MQ afin de déterminer les branches différentes et de trouver un moyen de les intégrer dans un seul lay-out, pour cela on doit :

- ✚ Comparer les branches des deux lay-out des MQ
- ✚ Préciser les zones de différence
- ✚ Communiquer avec le responsable qualité, le chef de ligne et le responsable produit la faisabilité de modifier l'inclinaison d'une branche
- ✚ Valider le lay-out final du MQ

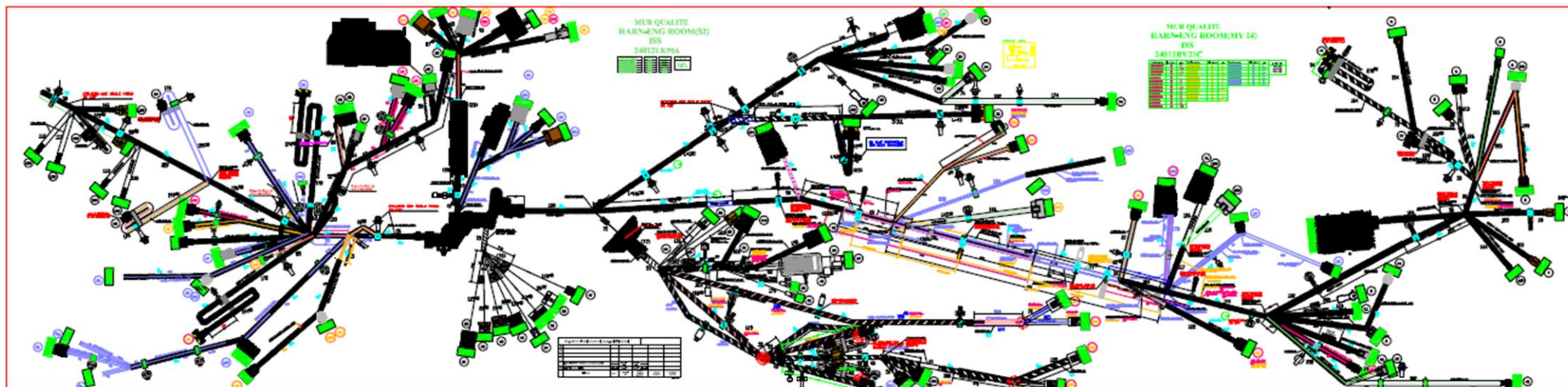
- Lay-out MQ de la chaine X12C.1 « base 1 »



- Lay-out MQ de la chaine X12C.1 « base 2 »



- Lay-out après l'intégration des deux bases de MQ



*Figure 41 : Lay-out du MQ après l'intégration*

Remarque : le travail est fait sur Autocad.

### 7. Lay-out final de la chaine X12C après l'intégration

Le résultat de l'intégration des deux projets X12C.1 et X12C.1 annexe 10 est présenté sur la figure 42. La nouvelle chaine travaille avec 13 postes d'insertion et 2 clips checker.

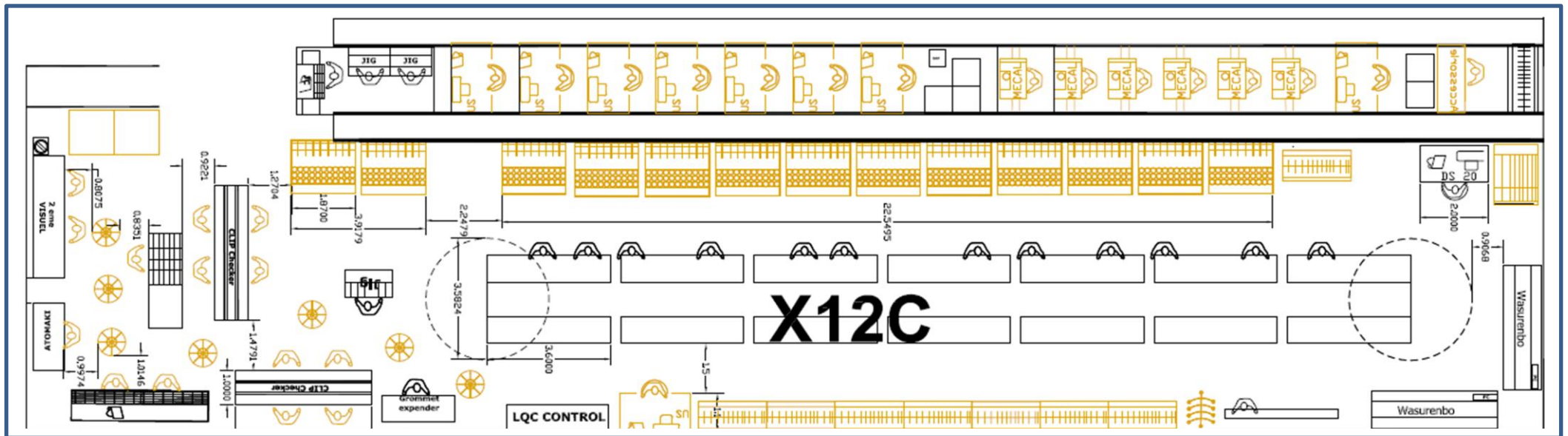
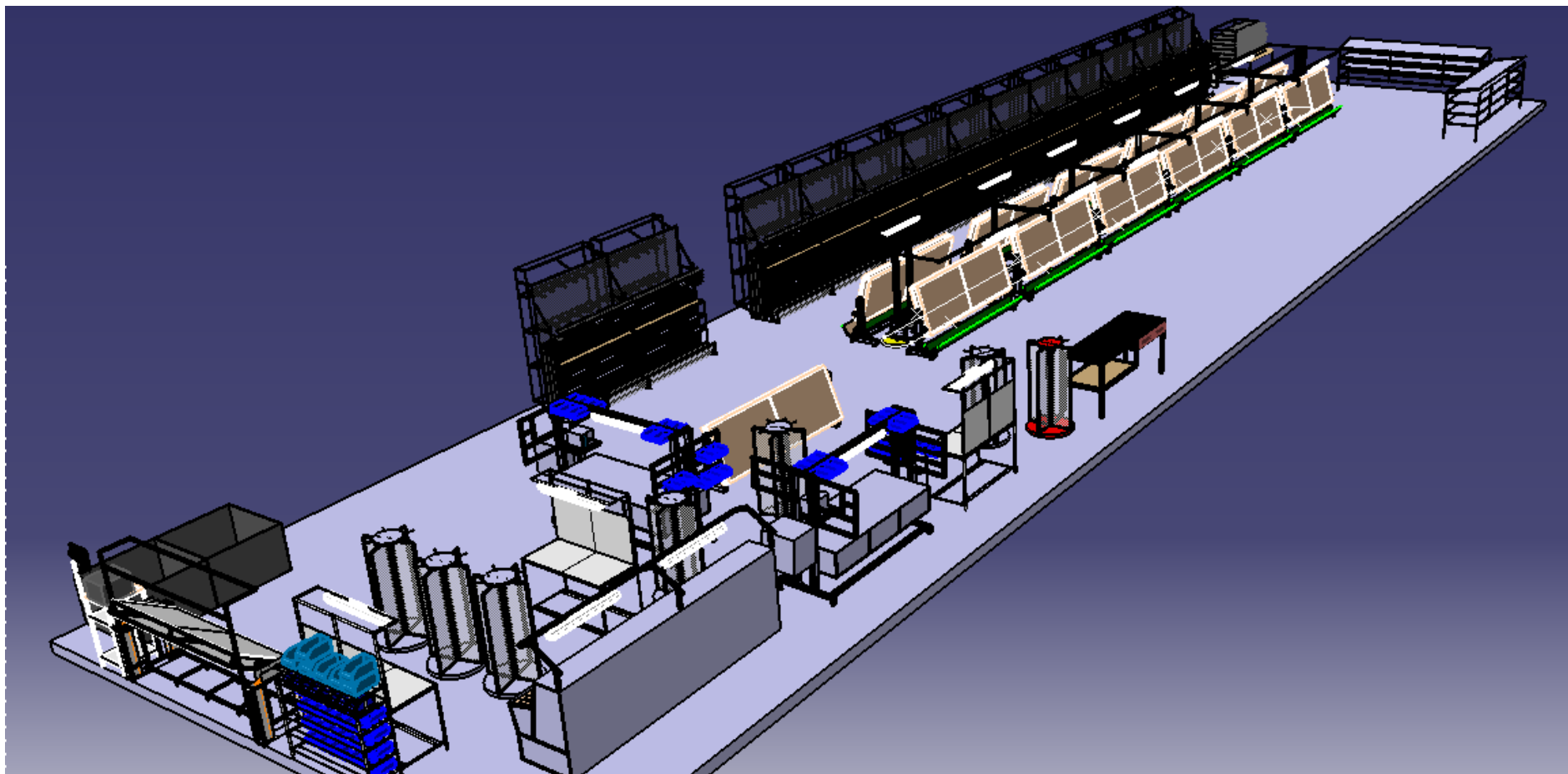
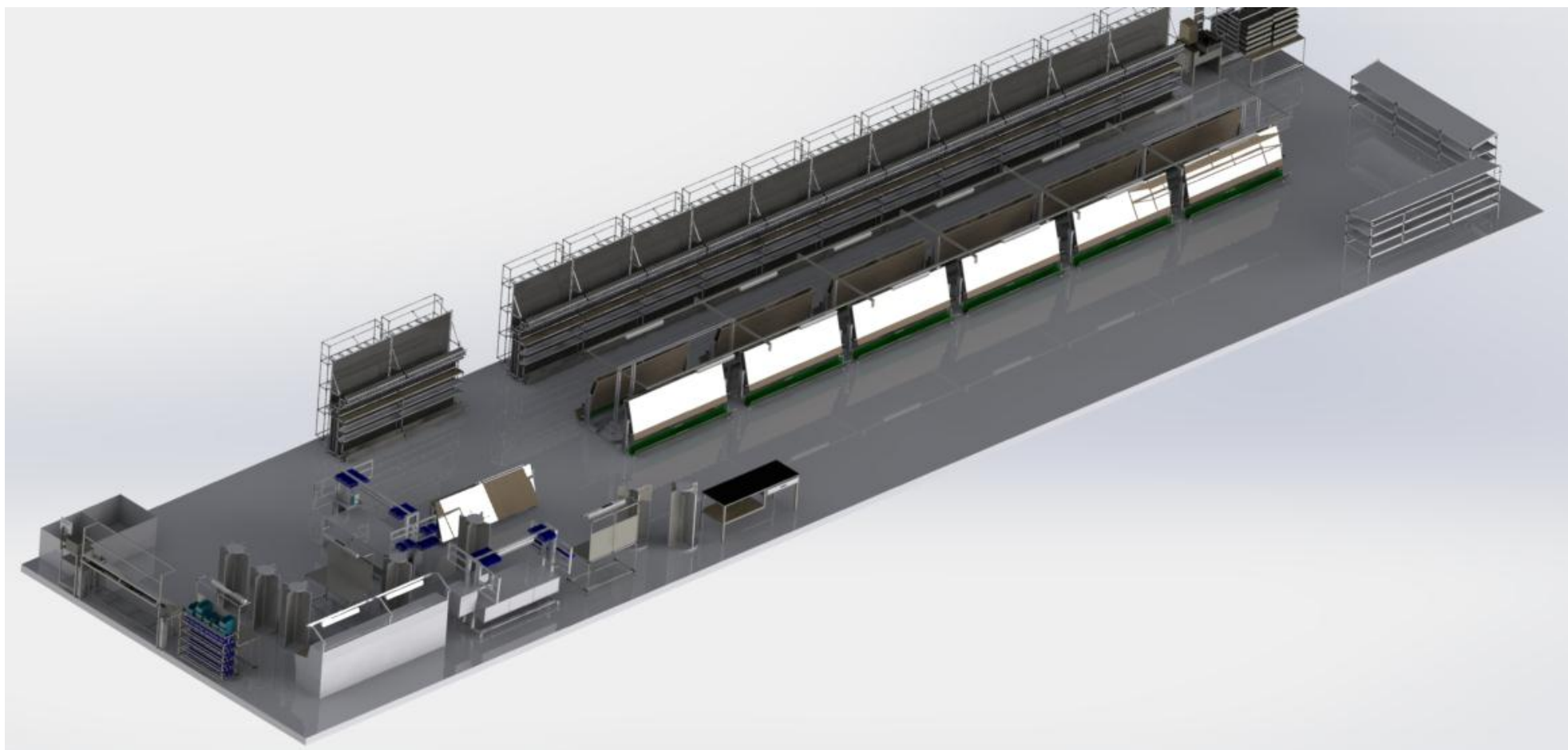


Figure 42 : Lay-out de la chaine X12C après l'intégration

### 8. Conception de la nouvelle chaine sur CATIA V5





*Figure 43 : conception de la chaine X12C après l'intégration*

### III. Estimation des différents gains

#### 1. Introduction

Cette partie résume les gains obtenus par les actions proposées durant la période de stage.

Les actions d'amélioration que nous avons proposées ont un impact sur les aspects suivants :

- ✚ La productivité des chaînes étudiées ;
- ✚ L'espace occupé par ces chaînes ;
- ✚ Le nombre d'équipements dédiés aux chaînes traitées.

#### 2. Evaluation des gains

##### a. Bilan du projet

Le tableau 15 regroupe les objectifs globaux recherchés au début du projet et les résultats achevés.

Objectifs	Indicateurs	Situation de base	Cible	Résultats final
Optimisation d'espace par l'intégration des deux chaînes de production X12C.1 et X12C.2.	Nombre de chaîne d'assemblage. Superficie. Les moyens.	Projet X12C.1 et X12C.2 en production série.	Production mixte.	On a pu optimiser l'espace en un pourcentage considérable, au lieu d'avoir une méthode de production traditionnelle et travailler avec plusieurs chaînes ce qui demande plus de moyen, on a choisi une méthode plus économique et optimisée du faite que l'intégration est résultée en deux chaînes sur une superficie 308 m <sup>2</sup> chacune.
Amélioration du processus.	La productivité L'efficacité	Des Mudras dans la chaîne d'assemblage X12C.2	Supprimer les Mudras, et réduire les temps fait par chaque poste pour suivre le Takt Time.	Le plan d'action élaboré dans le chapitre précédent à donner ses fruits, les mouvements inutiles de tous les opérateurs vont être supprimés grâce aux améliorations, les postes vont suivre le même rythme pour ne pas dépasser le Takt time chose qui va permettre d'augmenter output de la chaîne X12C.2.

Tableau 15 : les résultats achevés



b. Espace

La surface de la chaîne X12C.2 est  $S = 7 \times 44 = 308\text{m}$ .

Le coût total est calculé sachant qu'un mètre carré vaut 240 000 dhs/an.

Total = 73920000DH

c. Equipements

Nous donnons ci-dessous un tableau qui englobe les différents équipements optimisés ainsi que leurs coûts.

Equipement	quantité	Prix Unit	Prix total
Test électrique	1	5000	5000
Contres pièces TE	38	400	15200
Table de Mur Qualité	1	250	250
convoyeur avec support de Jigs	1	9000	9000
Table d'Atomaki	1	250	250
chariot entre process	7	300	2100
Structures pour poste d'insertion	14	1700	23800
Poste Grommet (expendeur + 2 machines de presse)	1	4500	4500
Poste fixe	1	150	150
Machine DS20 pour Bonder	1	18000	18000
	<b>Total</b>		78250 Euro

*Tableau 16 : tableau de gain des équipements*

Total =860750 DH

### 3. Investissement

Il s'agit dans cette partie de quantifier l'investissement prévu pour la réalisation des solutions proposées :

Équipement	Prix unitaire en dhs	Nombre de poste	Prix total en dhs
Mini Tobo	3000	14	42000

Tableau 17 : Investissement

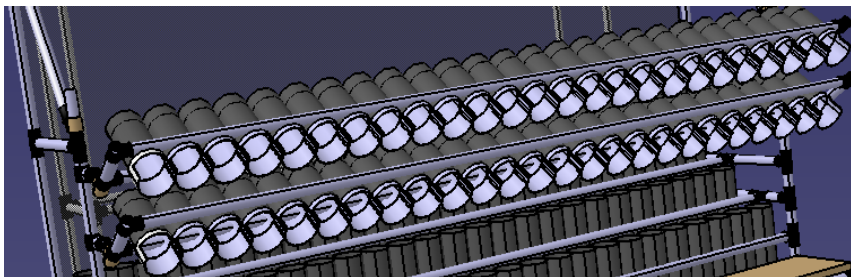


Figure 44 : Mini Tobo du poste d'insertion

## IV. Conclusion du chapitre 4

Ce dernier chapitre est une récapitulation des trois dernières phases de la démarche DMAIC : Analyser, Innover et Contrôler.

Les phases Analyser et Innover ont été élaborées dans le but d'interpréter les résultats des analyses menées sur les différentes familles étudiées, et d'en tirer ensuite les différents scénarios d'amélioration pour arriver à une intégration fluide des deux.

Concernant la phase Contrôler, Il s'agit de chiffrer les gains liés à l'application des améliorations proposées :

#### Bilan des gains :

Le total des gains calculé sur une année est :  $860750 + 73920000 = 74.780.750 \text{ dhs/an}$

Si on extrait les coûts liés à l'investissement on obtient un gain égal  $74738750 \text{ dhs/an}$ .

## CONCLUSION & PERSPECTIVES

Ce travail n'est autre que le fruit de plusieurs semaines partagées entre réflexions, recherches, développements et analyses, il était une opportunité de mise en œuvre de mes connaissances théoriques ainsi qu'une expérience gagnée dans le chemin professionnel.

Ce projet avait pour but l'étude d'intégration des lignes de production du projet NISSAN, plus exactement X12C.1 et X12C.2. Cette étude portait précisément sur la recherche des points de similarité entre les deux projets, c'est dans ce contexte que nous avons opté pour la méthode de technologie de groupe qui a pour objectif principal le regroupement des familles similaires dans un même espace afin de tirer profit de leur similarité. Ainsi, les résultats auxquels nous avons abouti étaient favorables pour la grande majorité des familles étudiées.

Beaucoup de solutions parmi celles qui ont été proposées ont été validées par le chef de département ingénierie industrielle vue les gains qu'elles sont susceptibles de générer, à savoir : un gain au niveau de l'espace qui dépasse 73920000 dhs/an, un deuxième gain qui se présente au niveau des équipements économisés dont le total est de 860750 dhs. Les solutions proposées ont permis également d'améliorer un indicateur de performance pertinent pour YMO qui est la productivité de la chaîne X12C.2.

Les apports que j'ai eu durant mes quatre mois de stage sont très nombreux tant au niveau personnel qu'au niveau professionnel. En effet, la confiance que j'ai reçu de la part des personnes qui ont participé au projet et les résultats obtenus me donnent confiance en moi pour continuer dans ce sens afin d'enrichir ma

carrière dans le futur. Durant ce projet de fin d'études, j'ai dû faire preuve d'écoute, d'esprit d'analyse et surtout rester motivé pour motiver à mon tour les membres du projet en vue d'atteindre les objectifs visés. Sur le plan professionnel, j'ai eu la chance de travailler sur un projet pluridisciplinaire qui rentre dans le cadre de la stratégie de l'entreprise ce qui m'a permis d'enrichir les acquis théoriques déployés pendant ma formation.

En termes de perspectives, l'étude de faisabilité de l'intégration réalisée pour la catégorie des « **Engines** » qui fait partie du projet NISSAN, peut également être appliquées, d'une façon personnalisée, aux autres catégories, à savoir : **Main** et **Body**, chose qui permettra de gagner plus d'espace et de regrouper ensemble les familles ayant beaucoup de points communs.

Pour conclure, le bilan de ce projet est positif ; ce fut une expérience qui m'a apporté beaucoup de diversité à la fois dans mon savoir-faire et mon savoir être.

## REFERENCES & BIBLIOGRAPHIQUES

Pillet M. (2005). Six Sigma comment l'appliquer. Eyrolles, 1ère édition ;  
Jean Marc Gallaire. « Les outils de la performance Industriel » 3ème Edition  
EYROLLES, 2008 ;  
[www.manager-go.com](http://www.manager-go.com) .  
chohmann.free.fr;