

TABLE DES MATIERES

AVANT PROPOS	2
REMERCIEMENT	5
RESUME.....	6
ABSTRACT	7
LISTE DES FIGURES	12
LISTE DES TABLEAUX.....	15
ACRONYMES	16
INTRODUCTION.....	17

CHAPITRE1:ENVIRONNEMENT DU PROJET

PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL	20
I.Présentation du groupe YAZAKI	20
II.YAZAKI Morocco	21
1.Création de YAZAKI Morocco.....	21
2.Fiche signalétique.....	22
3.Départements de YAZAKI Morocco	22
III.Les activités de Yazaki Morocco	24
PROCESSUS DE FABRICATION D'UN CABLE.....	24
1.Description	24
2.Les types de câblage.....	24
3.Les composants du câble.....	25
PROCESSUS DE PRODUCTION	25
1.Réception de la matière première.....	26
2.La coupe	26
3.Pré-assemblage.....	26
4.Montage.....	27
5.Expédition	27

CHAPITRE 2: CONTEXTE ET STRATEGIE DE CONDUITE DU PROJET

I. Les acteurs du projet.....	29
II. Contexte pédagogique	29
III. Problématique et stratégie du projet.....	29
1. Problématique.....	29
2. Cahier des charges.....	30
3. Démarche de l'étude.....	30
4. Les limites de l'étude	31
5. Equipe de travail.....	31
6. Planification Dynamique Stratégique du projet	31
7. Planning du projet (diagramme de GANTT)	32
7.1 Définition	32
7.2 Déroulement du projet.....	32

CHAPITRE 3: ANALYSE DE L'EXISTANT IDENTIFICATION DES PROBLEMES

I. Définition des mudas	37
1. Les sources de gaspillages.....	37
2. Définition des mudas.....	37
3. Les 7 Gaspillages : en fait, il y en a 8 !	37
II. Notions sur la VSM.....	40
1. Les informations nécessaires à la VSM	40
2. Les règles d'une VSM (Pictogramme).....	42
III. Application de la VSM (Cartographie des flux physique et d'information) ...	43
1. Description du projet l'étude.....	43
2. Choix de la famille de produits	45
3. Dessin la carte VSM de l'état actuel	47
4. Analyse de la VSM	48
4.1 Muda de processus: Poste Test Vision.....	48
4.2 Muda Attente, Mouvement, Traitements inutiles: Poste Clips Checker	51
4.3 Muda transport, Mouvement inutiles, gaspillage d'espace : Poste Off Line	53
4.4 Muda surstock (WIP)	57

CHAPITRE 4: RECHERCHE DES IDEES ET ELABORATION DES SOLUTIONS

I. Réduction du Muda Surstockage (WIP).....	60
1. Définition de la méthode PDCA	60
2. Application de la méthode PDCA.....	61
2.1 Plan.....	61
2.2 Do.....	63
2.3 Check.....	65
2.4 Act	65
II. Optimisation du poste Test Vision	65
III. Optimisation du poste clips checker	69
1. Recherche de fonctions	70
2. Classification et caractérisation des fonctions	71
3. Ordonnancement des fonctions (Diagramme FAST).....	72
4. QFD (Maison de qualité)	73
5. Choix de concept général (la matrice morphologique)	75
6. Choix de concept (la matrice de Pugh)	78
7. Modélisation du poste Clip Checker sous catia v5	79
IV. Optimisation du poste Off Line.....	82
1. Eléments en interaction avec le poste OL	82
1. Définition des emplacements des postes de travail.....	83
2. Implantation du nouveau poste OL	83
3. Conception du nouveau poste OL	84

CHAPITRE 5: WIP SYSTEME ET REAMENAGEMENT DU SUPERMARCHÉ

I. Flux logistique des MP du magasin aux chaînes de production	90
1. Réception des marchandises.....	90
2. Le stockage.....	91
3. La sortie de stock.....	91
4. Le supermarché	91
II. Problèmes observés au Supermarché	92
1. Dysfonctionnements physiques.....	92
2. Dysfonctionnements au niveau du système (WIP)	93

III.Propositions d'amélioration	94
1.Améliorations physique.....	94
2 Amélioration au niveau du système.....	97
 CHAPITRE 6:GAINS APPORTES PAR LES SOLUTIONS PROPOSEES	
I.Résultats et gains apportés par les améliorations faites sur TV	103
1.Le coût d'investissement des actions mises en place	103
2.Gains apportés par l'amélioration du poste TV	103
II.Résultats et gains apportés par l'amélioration du poste (OL)	104
1.Le coût d'investissement des actions mises en place	104
2.Gains apportés par l'amélioration du poste OL.....	104
III.Gain apporté par l'optimisation du muda surstockage	105
1.Le coût d'investissement des actions mises en places	105
2.Les gains apportés après l'implémentation des actions	105
IV.Résultat et gains apportés par l'amélioration du poste CC	1056
1.Le coût d'investissement des actions mises en place	1056
2.Les gains apportés par l'amélioration du poste clip CC	1066
V. Résultat et gains estimés des solutions proposées au supermarché.....	107
1. Le coût d'investissement des actions proposées.....	107
2. Les gains apportés par les solutions proposées.....	107
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	108
ANNEXES.....	109

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Le groupe YAZAKI dans le monde	20
Figure 2 : YAZAKI Morocco.....	21
Figure 3: Organigramme de la société	22
Figure 4: Exemple d'un faisceau électrique	24
Figure 5: Les différents câbles dans une automobile	24
Figure 6: Flux de production	25
Figure 7: Exemple de machine de coupe	26
Figure 8: Etapes de pré-assemblage	26
Figure 9: Exemple de machine de montage	27
Figure 10: Diagramme bête à cornes.....	30
Figure 11: Planification Dynamique Stratégique du Projet	32
Figure 12: Diagramme de GANTT	33
Figure 13: Les sources de gaspillages (8 mudas).....	39
Figure 14: Schéma du temps de cycle.....	40
Figure 15: Schéma du temps d'exécution.....	41
Figure 16: Schéma du temps de valeur ajoutée.....	41
Figure 17: Mode d'action des différentes méthodes.....	41
Figure 18: Pictogramme du langage VSM.....	42
Figure 19: Illustration des étapes d'une VSM	42
Figure 20: Déroulement de la VSM	43
Figure 21: Cartographie d'une ligne de production Ford	44
Figure 22: Productivité actuelle du projet Ford	45
Figure 23: Analyse PARETO des références à étudier.....	46
Figure 24: Diagramme de la VSM de l'état actuel	48
Figure 25: Insertion des fusibles	48
Figure 26: Poste Test Vision	48

Figure 27: Temps de cycle du poste Test Vision	49
Figure 28: Durées moyennes par poste	49
Figure 29: Temps de cycle/poste par rapport au Takt time.....	50
Figure 30: Poste Clips Checker	51
Figure 31: Boxes déposés sur la table CC.....	51
Figure 32: Temps de changement de série du poste CC	52
Figure 33: Gestion de l'espace de travail du Clip Checker	53
Figure 34: Poste OL1	54
Figure 35: Poste OL2	54
Figure 36: Position du poste OL dans les chaînes de production	54
Figure 37: Emplacements des connecteurs sur le poste OL.....	55
Figure 38: Déplacements entre le poste OL et les visseuses.....	56
Figure 39: Problèmes observés	57
Figure 40: Types de boxes	58
Figure 41: PDCA, amélioration continue.....	60
Figure 42: Etude du besoin en composant et affectation des boxes.....	63
Figure 43: Changement des boxes	64
Figure 44: box P	64
Figure 45: Niveau maximal de remplissage du box.....	64
Figure 46: 5S des structures de composants	65
Figure 47: Diagramme Ishikawa du retard TV	66
Figure 48: Equilibrage du poste Test Vision.....	69
Figure 49: Diagramme pieuvre poste Clip Checker.....	70
Figure 50: Diagrammes FAST	73
Figure 51: Modèle du QFD	73
Figure 52: Maison de qualité.....	74
Figure 53: Modélisation du poste Clip Checker	80

Figure 54: Modélisation du poste Clip Checker amélioré	81
Figure 55: Position actuelle du poste OL	82
Figure 56: Eléments en interaction avec le poste OL	82
Figure 57: Proposition implantation (1).....	83
Figure 58: Proposition d'implantation (2)	84
Figure 59: Situation de travail.....	85
Figure 60: Modèle centré sur la compréhension des causalités	86
Figure 61:Modèle de compréhension axé sur les actions	87
Figure 62: Modélisation du nouveau poste de travail	88
Figure 63: palette d'une famille de références.....	90
Figure 64: Etiquette avec code barre YAZAKI	90
Figure 65: Informations d'une étiquette de YAZAKI	90
Figure 66: définition d'un emplacement d'une palette à la zone du stockage	91
Figure 67:boite ouverte dans le Supermarché.....	92
Figure 68: allée de gerbage	92
Figure 69: Implantation actuelle du Magasin.....	93
Figure 70: Classification actuelle des MPs au supermarché.....	93
Figure 71: Nouvelle implantation du Magasin.....	95
Figure 72 : Catégorie des composants de supermarché à Yazaki	96
Figure 73: Catégorie des composants de supermarché par référence	96
Figure 74:Exemple de la nouvelle classification appliqué sur les volumes	97
Figure 75: Equilibrage du poste Test Vision.....	103

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Les composants d'un câble	25
Tableau 2: AMDEC Projet.....	35
Tableau 3: Référence retenues	47
Tableau 4: Les fonctions d'interactions et adaptation	70
Tableau 5: Classification des fonctions selon Kano	71
Tableau 6: Matrice Morphologique.....	77
Tableau 7: Les concepts choisis	78
Tableau 8: Matrice de Pugh Niveau1	79
Tableau 9: Matrice de Pugh Niveau 2	79
Tableau 10: Mode opératoire du poste	86
Tableau 11:Catégorie des composants au supermarché de YAZAKI	95
Tableau 12: Vote pondéré des solutions WIP Proposées.....	101
Tableau 13: gain en temps de déplacement entre OL et les Visseuses	104

ACRONYMES

↗ Liste des abréviations utilisées au rapport

CAO	Cutting Area Optimization
CSC	Customer service center
ECR	Engineering change request
EDI	Exchange Data Information
FIFO	First In First Out
MOQ	Minimum Order Quantity
MP	Magasin Principal
MRP	Material Requirement Proposition
PI	Plan Importation
SPS	Standard Packaging Size
YMO	YAZAKI Morocco

↗ Désignation des postes du projet Ford

Postes	Désignation
Trolley for sub-assembly	Poste Visseuse
Pre-Assembly	Postes de pré-assemblage
Electrical Test	Poste de test électrique
Test Vision	Test Visuel
Visual Inspection and Packaging	Inspection visuelle et emballage
SPS Line	Postes Insertion
Assembly	Postes de montage
Clip Checker	Poste test clip
Protector Assembly	Assemblage protecteur



INTRODUCTION

Aujourd'hui dans le monde des affaires, les enjeux stratégiques et financiers tels que la planification et l'aménagement d'usine ne sont plus un luxe, mais une nécessité. L'entreprise qui veut se performer doit revoir périodiquement ses procédés afin d'adapter sa production aux besoins changeants de sa clientèle, aux fluctuations des marchés ou encore pour s'accommoder des plus récentes innovations technologiques.

La fonction production est la pierre angulaire de l'entreprise. Qu'il s'agisse d'une société de services ou d'une compagnie manufacturière, le succès d'une entreprise est directement relié à sa capacité de maintenir de façon constante une production de qualité supérieure à moindre coût. Toute déficience dans la dynamique de fabrication ou de livraison du produit peut entraîner des rejets coûteux, des coûts supplémentaires ou des plaintes qui font un tort considérable à l'entreprise.

Des études ont permis de cerner rapidement les carences de production. Des interventions simples et pratiques permettent de développer un système de gestion de la production qui soit fiable, flexible, ordonné et, surtout, adapté aux réalités financières et humaines de l'entreprise.

Ces nouveaux modes de production se généralisent actuellement dans une démarche appelée "*Lean Manufacturing* ", inventé par la société japonaise Toyota.

La traduction de *Lean Manufacturing* est "*fabrication maigre*", au sens de réduction des gaspillages. Cette chasse aux gaspillages conduit naturellement à la fluidification de la production et donc à une meilleure flexibilité. Le *Lean Manufacturing* lie donc la performance (productivité et qualité) à la souplesse d'une entreprise, qui doit être capable de reconfigurer en permanence l'ensemble de ses processus (réactivité industrielle) afin de fournir au client ce qu'il veut, quand il veut, en utilisant un minimum de ressources (matières premières, équipement, main-d'œuvre, espace).

Le présent travail, s'inscrit dans le cadre du projet de Fin d'Etudes, vient répondre à cette vision en veillant à l'amélioration du magasin des matières premières et l'optimisation des chaînes du projet Ford qui est l'un des projets critiques managés par la société YAZAKI Morocco « Tanger ».

Dans cette optique, on était amené à faire une étude détaillée sur l'ensemble des problèmes au sein de la zone d'assemblage du projet Ford -ainsi qu'au magasin qui fournit à celle-ci la matière première -suivant les différentes sources de gaspillage, et proposer des plans d'action afin de remédier à ses problèmes.

Le présent travail est réparti en 6 chapitres :

- ◆ Le premier chapitre contient une présentation de l'organisme d'accueil YMO ;
- ◆ Le deuxième chapitre décrit le contexte général du projet ;
- ◆ Le troisième chapitre consiste à présenter une analyse de l'existant et identification des problèmes rencontrés ;
- ◆ Le quatrième chapitre se focalise sur les plans d'actions ainsi que la démarche de la mise en place des solutions proposées au projet FORD;
- ◆ Le cinquième chapitre décrit les problèmes et les solutions proposés au niveau du supermarché des matières premières ;
- ◆ Le dernier chapitre présente les gains apportés par les solutions proposés.

Chapitre

1

ENVIRONNEMENT DU PROJET

Le présent chapitre donne une vue générale sur l'environnement du projet, vous trouvez dans cette partie :

- ◆ *Présentation de l'organisme d'accueil (YMO)*
- ◆ *Description du Processus de production*

PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

I. Présentation du groupe YAZAKI

YAZAKI est une multinationale japonaise qui a été créée en 1941, par son fondateur Mr. YAZAKI Sadam. Cette entreprise se consacre à la recherche et au développement des techniques électroniques évoluées dans le secteur de l'automobile. Elle 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 (cf. Figure 1):

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

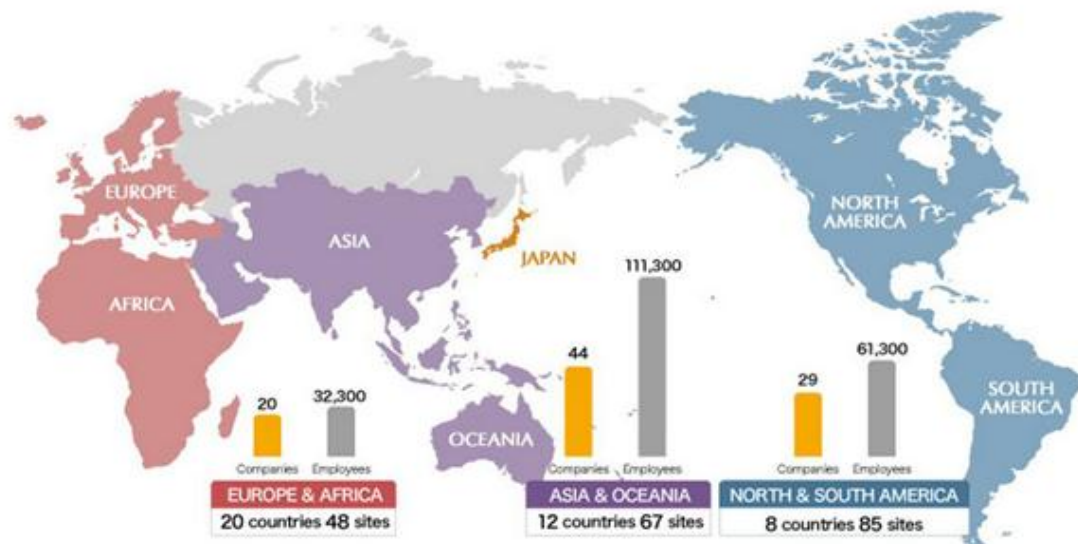


Figure 1: Le groupe YAZAKI dans le monde

II. YAZAKI Maroc

1. Création de YAZAKI Morocco

Le processus de délocalisation de la société s'est poursuivi par la création, en Octobre 2000, d'une unité de Production au Maroc, sous la dénomination de YAZAKI SALTANO DE Portugal, Succursale 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.

Le choix initial de la ville de Tanger est légitimé par plusieurs raisons dont les principaux sont :

- ◆ La proximité avec le continent européen : Tanger étant située à 13 KM de l'Espagne.
- ◆ La fréquence des liaisons et correspondances maritimes.
- ◆ L'existence d'un aéroport International.
- ◆ La vocation même de la ville : 2ème ville industrielle du pays.
- ◆ les privilèges fiscaux, les aides à l'acquisition du foncier et à la construction dont peut bénéficier un investisseur que propose la Tanger Free Zone.

Avec deux importantes unités de production à Tanger et à Kenitra, YAZAKI Morocco a réalisé un chiffre d'affaires de 150 millions d'euros en 2010 pour un total d'emplois supérieur à 4500 postes. YAZAKI avait été la première usine (avec la Tunisienne Coficab à s'installer à la Tanger Free Zone en 1999).



Figure 2 : YAZAKI Morocco

2. Fiche signalétique

- ◆ Raison Sociale: YAZAKI Morocco.
- ◆ Type de société : Société Anonyme.
- ◆ Capital: 86.025.400 DH convertibles.
- ◆ Employés : Plus de 5000 en 2011
- ◆ Chiffre d'affaire : Plus de 150 millions d'€ en 2010.
- ◆ Sites de production : Tanger (deux sites) (2001) ; Kenitra (2010)
- ◆ Registre de Commerce : 20521
- ◆ Patente n° : 50279338
- ◆ Identification Fiscale : 04906347
- ◆ Adresse : Lot 101 Zone franche d'exportation Aéroport Tanger 90000
- ◆ Clients: Ford, Nissan, PSA, Jaguar, Land Rover, Renault

3. Départements de YAZAKI Morocco

3.1 Organigramme Générale

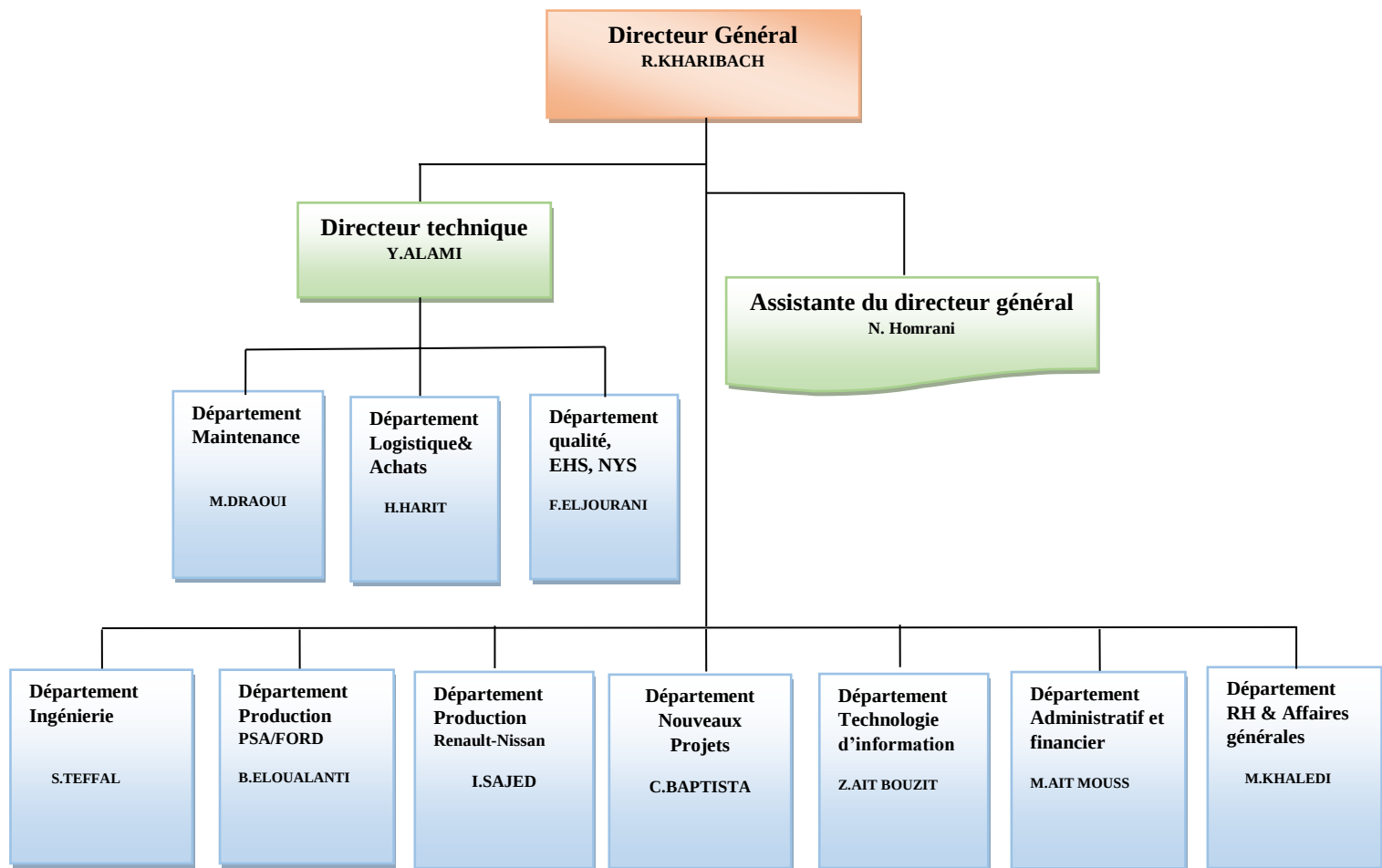


Figure 3: Organigramme de la société

3.2 Les départements de YAZAKI Morocco

a. Département finance

Ce département est celui qui assure les fonctions financières et comptables de l'entreprise. Il prend ainsi en charge le développement et l'implantation des pratiques et procédures financières et du contrôle de gestion dans un souci de préservation du patrimoine financier de l'entreprise.

b. Département des ressources humaines

Comme mission, le département des ressources humaines vise à mettre à la disposition des autres départements les moyens humains nécessaires au fonctionnement d'YMO. Il assure la sélection, le recrutement, la gestion individuelle et collective de tout l'effectif de YMO.

c. Département qualité

C'est le garant de la bonne qualité des produits Yazaki. Vu son domaine d'activité, YMO a mis beaucoup de moyens pour la qualité des produits, le respect des procédures et mode opératoire.

d. Département ingénierie

Il a pour mission d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par les Directions Engineering et Qualité (plans de surveillance, control plan, ...) du groupe.

e. Département production

Il a pour principale mission la réalisation des programmes de production tout en assurant une bonne qualité du produit en respectant les délais fixés au préalable et en optimisant les performances.

f. Département maintenance

Il assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale d'équipement d'YMO.

g. Département logistique

Son rôle est d'optimiser la mise en place et le lancement des programmes de fabrication tout en assurant une gestion optimale du stock et une expédition à temps aux clients.

PROCESSUS DE FABRICATION D'UN CABLE

I. Les activités de Yazaki Morocco

L'activité principale du groupe japonais, dont le siège est basé à Tokyo est le câblage, la fabrication de composants électriques pour automobile et instruments.

Au Maroc l'activité de YAZAKI est la conception des câbles électrique qui sert à réaliser la conductivité électrique entre des différents points dans l'automobile.



Figure 4: Exemple d'un faisceau électrique

1. Description

Le câblage est un ensemble de conducteurs électriques, terminaux, connecteurs et matériels de protection.

Il a pour objectif de faire la conductivité électrique entre des différents points dans l'automobile de la source d'énergie (la batterie) aux consommateurs de cette énergie. Par exemple: Actionner le moteur, les essuie-glaces, allumer les fards...

Toutes informations concernant la sécurité et le confort dans le véhicule passent par le câblage électrique

2. Les types de câblage

Un câble se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre eux, leur mission est de faciliter le montage et la réparation On trouve:

- ◆ Câblage principal (Main) ;
- ◆ Câblage moteur (Engine) ;
- ◆ Câblage sol (Body) ;
- ◆ Câblage porte (Door) ;
- ◆ Câblage toit (Roof).

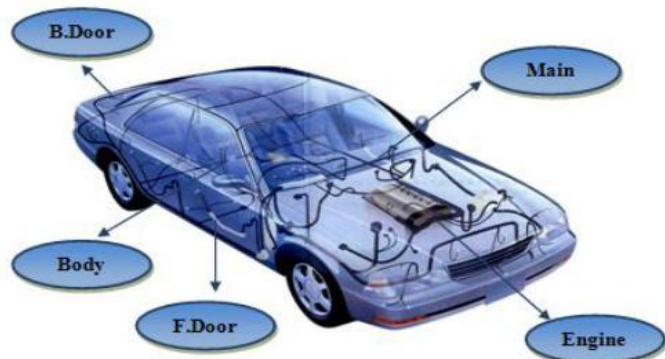


Figure 5: Les différents câbles dans une automobile

3. Les composants du câble

En plus que le câblage YAZAKI fait la gestion des composants constituant le câble qui sont :

a. Fil électrique

C'est le principal composant du câblage. Il est utilisé pour conduire le courant électrique d'un point à un autre.

b. Terminal

Il assure une bonne connexion entre deux câbles (l'un est une source d'énergie, l'autre est un consommateur d'énergie).

c. Connecteur

C'est une pièce où les terminaux seront insérés, il permet d'établir un circuit électrique débranchable de réaliser un accouplement mécanique séparable et d'isoler électriquement les parties conductrices.

d. Accessoires

Ce sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage.

Fil électrique	Terminal	Connecteur	Accessoires (fusibles, clips ou agrafes et 'PVC')
			

Tableau 1: Les composants d'un câble

II. Processus de production

Le processus de production du faisceau, se constitue des étapes suivantes :

- ◆ Réception de la matière première ;
- ◆ La coupe ;
- ◆ Le pré- assemblage ;
- ◆ Le montage ;
- ◆ Emballage et expédition.

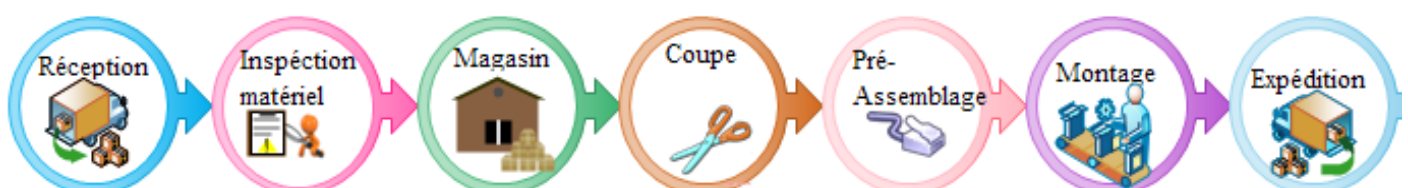


Figure 6: Flux de production

1. Réception de la matière première

La matière première venant du fournisseur passe par un contrôle de réception avant d'être stockés dans le magasin de la matière première. Le stock de matière première est géré par un système XPPS qui prépare le stock des 24h prochaines de production.

2. La coupe

Après la réception de la matière première, la première étape dans le processus de production commence, on coupe la matière première (les fils électriques) selon l'instruction (ordre de fabrication ou le Kanban), dans l'instruction de coupe on a : la longueur désirée, insertion des terminaux (sertissage), et l'insertion des bouchons (joints unifilaires).

Pour la coupe on utilise deux types de machines : KOMAX, YACC

- ◆ YACC : c'est une machine spéciale fabriquée par YAZAKI.
- ◆ KOMAX : machine standard utilisé par toutes les entreprises de câblage.



Figure 7: Exemple de machine de coupe

3. Pré-assemblage

Dans cette étape on trouve plusieurs postes de travail, l'un pour faire le sertissage, l'autre pour faire le soudage plus d'autres opérations, on trouve :

- ◆ Mecal: C'est le sertissage manuel, on ajoute le terminal et le bouchon au fil.
- ◆ Bonder : C'est le sertissage de plusieurs fils en une seule terminale.
- ◆ Postes d'accessoires : Pour l'insertion des accessoires (par exemple le bouchon).
- ◆ Traction: Pour chaque secteur il y a une machine de traction qui mesure la capacité du fil.



Le sertissage

Bonder

Poste d'accessoires

Rapport gratuit.com

Figure 8: Etapes de pré-assemblage



4. Montage

C'est le processus final de production dans lequel se fait la liaison des circuits qui constituent un câblage électrique. Il existe 3 types de chaînes en montage à savoir:

- ◆ Get Master ou poste fixe : montage individuel.
- ◆ Convoyeur ou table mobile : montage enchainé.
- ◆ QE – Line : un plus petit convoyeur.

Le montage se subdivise en six étapes qui sont comme suit :

- a. **Insertion** : Insérer les fils dans les connecteurs.
- b. **Rubanage** : Par les rubans et par les tubes.
- c. **Test électrique** : C'est comme une voiture virtuelle afin de s'assurer de la continuité électrique et l'étanchéité du câble sur cette machine.
- d. **Clip Checker** : Cette étape a pour but de détecter si on a un manque d'un clip, si les mesures sont exactes entre les différents clips ...
- e. **Emballage** : Enrouler et plier le câble suivant les spécifications du client et le mettre dans la caisse correspondante
- f. **2ème test visuel** : Pour finir, le câble passe par cette dernière étape qui permet à l'opérateur de visualiser d'une manière claire la position des connecteurs.



Figure 9: Exemple de machine de montage

5. Expédition

Après être emballé les faisceaux se rassemblent dans des palettes qui ont une capacité de 20 câbles, une fois qu'une vingtaine de câbles est rassemblée on envoie la palette remplie à l'expédition. Cette dernière s'occupe de l'envoi de la marchandise aux clients de YAZAKI et s'assure de son arrivée.

Chapitre 2

CONTEXTE ET STRATEGIE DE CONDUITE DU PROJET

Cette partie expose le contexte général du projet en définissant le cahier des charges, la démarche du travail et la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs prescrits de ce stage

I. Les acteurs du projet

- ◆ **Maitre d'œuvre :** *La Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF)*, Département Génie Mécanique, Cycle d'ingénieur d'état, Filière Conception Mécanique et Innovation, représenté par l'élève ingénieure d'état *Sara ELFARESSE* avec le suivi et l'encadrement de *Mr. Ahmed ELKHALFI*.
- ◆ **Le maitre d'ouvrage :** YAZAKI Morocco qui est une société de fabrication de faisceaux électriques installée à Tanger ;
 - ♣ Département *BU PSA/FORD* représenté par *Mr. Aziz BOUYAHYA* ;
 - ♣ Département Logistique représenté par *Mr. Mohamed BOUKKOUR*.

II. Contexte pédagogique

Ce projet s'inscrit dans le cadre du stage de projet de fin d'études qui est indispensable pour la validation de la formation acquise à la Faculté des sciences et techniques de Fès et l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état délivré par cette dernière.

III. Problématique et stratégie du projet

1. Problématique

Le Lean est un ensemble intégré de principes, de pratiques, d'outils et de techniques conçus pour éradiquer les causes de mauvaise performance opérationnelle, c'est une démarche systématique qui tend à éliminer toutes les sources d'inefficacité des chaînes de valeur et à combler l'écart entre la performance réelle et les exigences des clients et des actionnaires.

L'objectif du Lean est d'optimiser la qualité, les coûts et les délais de livraison, tout en améliorant la sécurité du personnel. Pour atteindre un tel objectif, il convient d'agir sur les trois sources d'inefficacité de tout système opérationnel : les gaspillages, la variabilité et le manque de flexibilité.

Les différentes méthodes Lean utilisées dans ce projet sont dans le but d'éliminer ces défaillances existantes dans les chaînes de montages du projet Ford ainsi que le magasin de matière première « supermarché » qui alimente celle-ci par les composants nécessaires / poste.

2. Cahier des charges

Le diagramme bête à corne ci-dessous exprime les besoins des deux départements en termes de fonctions à réaliser

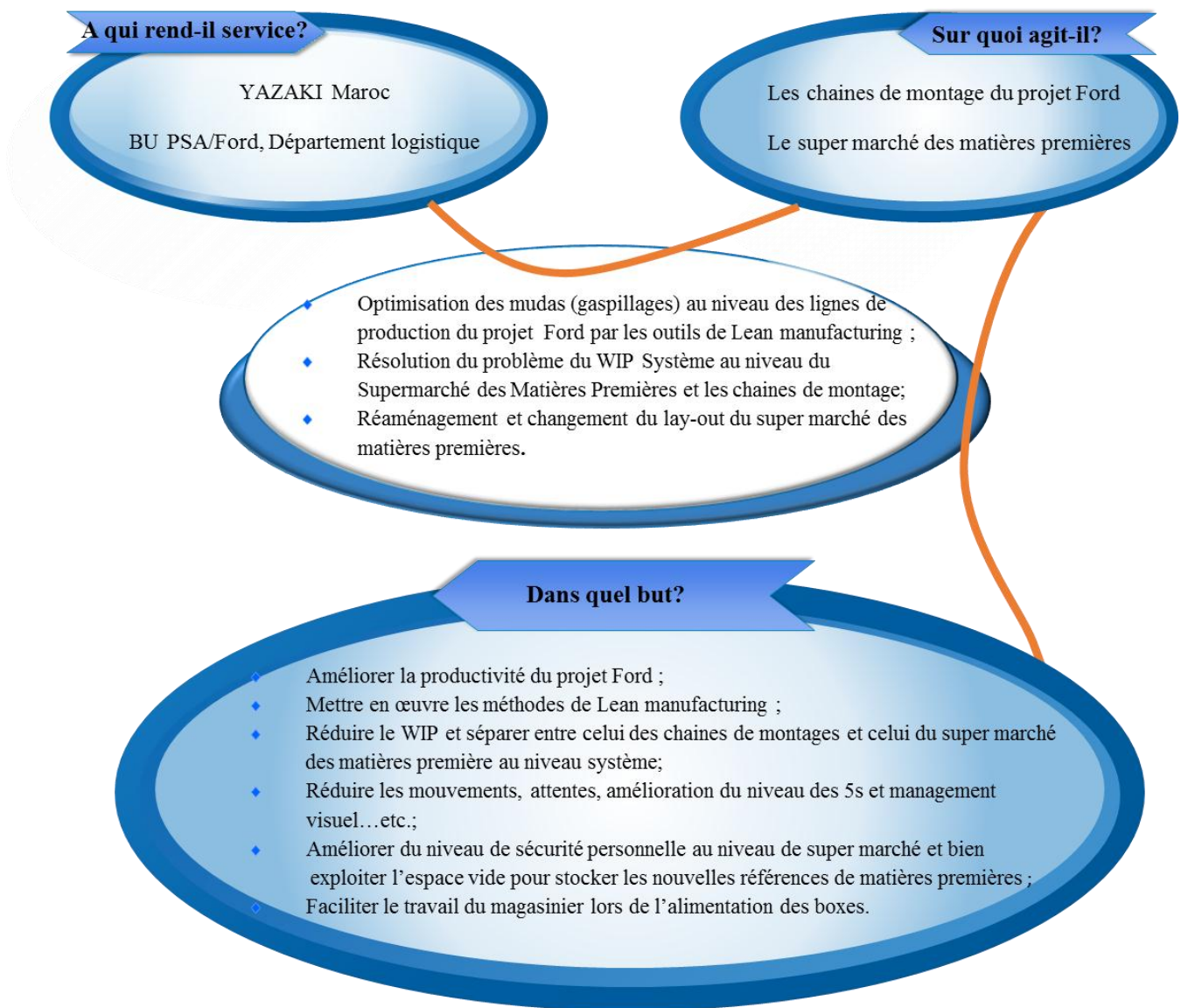


Figure 10: Diagramme bête à cornes

3. Démarche de l'étude

La démarche de l'étude est la suivante :

- ◆ Définition des problèmes, les contraintes et les objectifs.
- ◆ Collection des données.
- ◆ Identification et analyse des causes des problèmes détectés.
- ◆ Elaboration des plans d'actions.

- ◆ Implémentation des actions.
- ◆ Estimation des gains.

4. Les limites de l'étude

- ◆ **Dans le temps:** 4 mois.
- ◆ **Dans l'espace :** Zone de montage des 3 chaines de Ford, supermarché des matières premières
- ◆ **Investissement :**
 - ↻ Les solutions proposées doivent être rentables et efficaces ;
 - ↻ Les solutions proposées doivent avoir des résultats à court terme et durables ;
 - ↻ L'investissement demandé pour mettre en place la solution doit être réduit le maximum possible.

5. Equipe de travail

Vu que notre projet avait pour but l'amélioration d'un ensemble de ' processus' de production, l'équipe de travail comporte des personnes de différentes disciplines :

- ◆ **Au niveau magasin**
 - ↻ Mr. M.BOUKKOUR :Dép. Logistique, superviseur réception-zone de stockage-magasin
 - ↻ Mr.CH.LACHHEB :Dép. Logistique, chef magasin
 - ↻ Mr.Z.AIT BOUZIT : Dép. Technologie de l'information, Manager
- ◆ **Au niveau des chaines de montage**
 - ↻ Mr.A.BOUYAHYA :Dép. BU, coordinateur Production-Ingénierie Ford
 - ↻ Mr.B.BOUATIA :Dép. BU, Technicien Production

6. Planification Dynamique Stratégique du projet

6.1 Définition

La planification dynamique stratégique est une méthode ordonnée pour produire des décisions et des actions qui conforment ce qu'une organisation veut atteindre, à partir d'un point de vue qui consiste à anticiper le futur afin de concourir, s'adapter à l'environnement et se préparer aux changements d'un horizon d'incertitudes.

Les objectifs mesurables, les livrables et la stratégie du projet ont pu être définis à l'aide de la méthode qu'on vient de définir et la figure suivante explique les détails de l'étude faite:

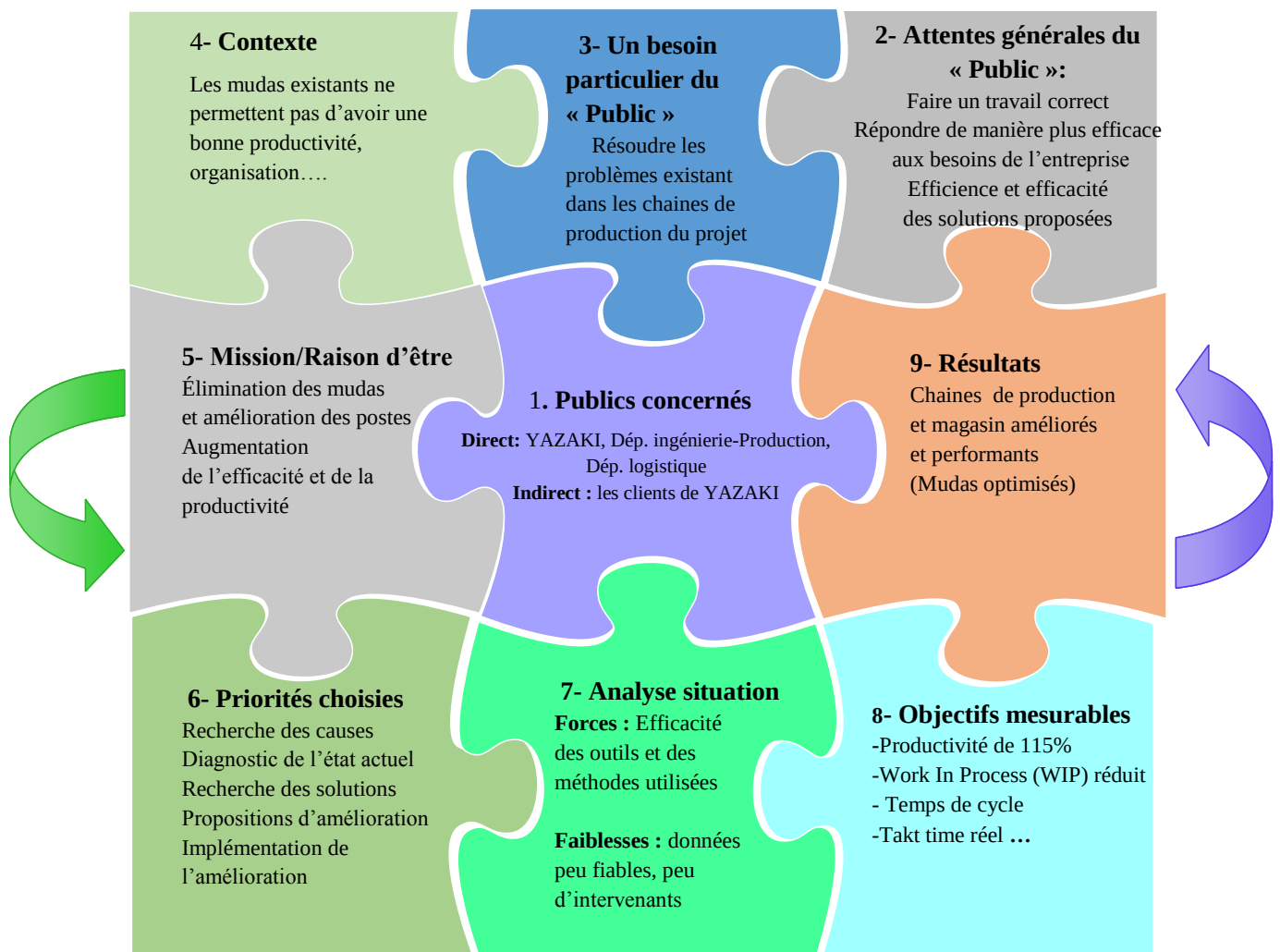


Figure 11: Planification Dynamique Stratégique du Projet

7. Planning du projet (diagramme de GANTT)

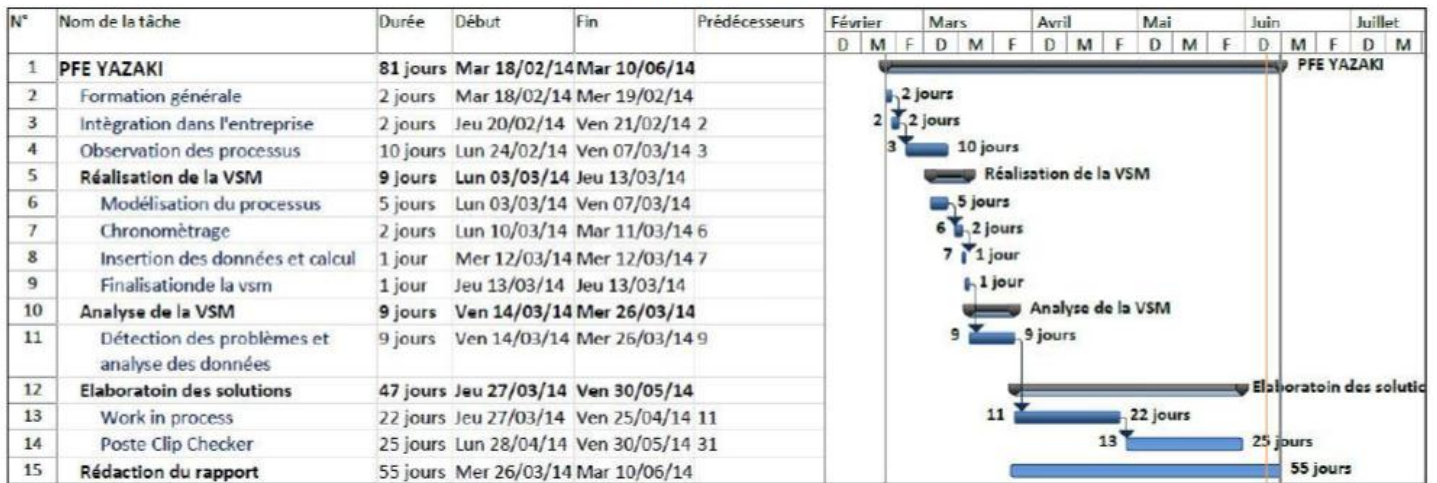
7.1 Définition

Le diagramme de GANTT est un outil permettant de modéliser la planification des tâches nécessaires à la réalisation d'un projet.

7.2 Déroulement du projet

Ce diagramme présenté ci-dessous, jouait le rôle d'un fil conducteur tout au long du projet. Il nous a permis d'ajuster les dérives et de maîtriser la gestion du temps alloué pour la réalisation de ce projet

Gantt prévisionnel



Gantt réel

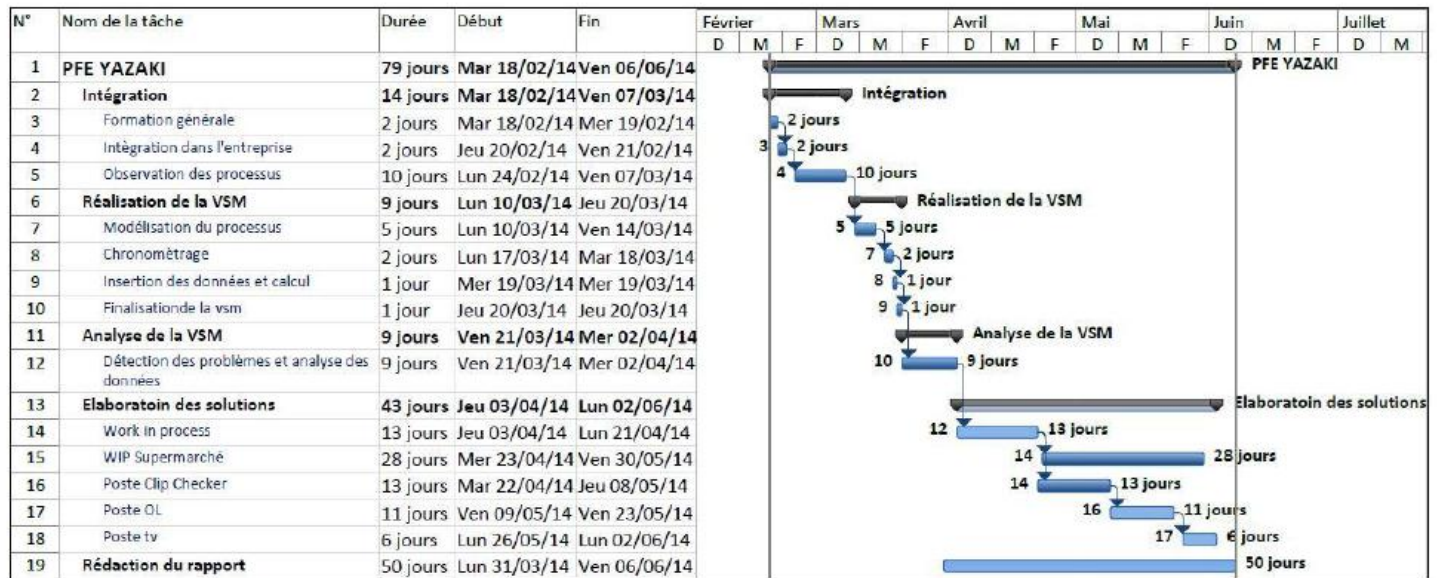


Figure 12: Diagramme de GANTT

3. Gestion des risques

Pour faire face aux risques qui auraient pu entraver le bon déroulement du stage et pour garantir un résultat acceptable, la réalisation d'une AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticités) s'est avérée nécessaire afin d'identifier les différentes contraintes ainsi que les paramètres critiques à ajuster.

En général L'AMDEC produit ou projet est utilisée pour étudier en détail la phase de conception du produit ou d'un projet, ici nôtre produit c'est le projet de fin d'étude et le rapport présenté à la fin. La criticité se calcule de la manière suivante :

$$C = G * D * F ;$$

- ◆ **La note G** : Gravité ; Les conséquences sur le client (Yazaki) et l'utilisateur (l'étudiant)

- ◆ **La note D** : Non détection ; La probabilité de non détection des problèmes

- ◆ **La note F** : Fréquence d'apparition du problème ; La probabilité d'occurrence.



Risque	Cause	Effet	G	D	F	C	Solution préventive	Solution curative
La mauvaise analyse du besoin exprimé par le maître d'ouvrage	Lemaître d'ouvrage exprime ses besoins de façon vague ; Mal compréhension du besoin.	Mauvaise définition des objectifs du projet. Cahier des charges correspondant pas aux besoins exprimés par le maître d'ouvrage.	4	2	3	24	Reformuler l'expression du besoin.	
Manque de motivation	Travail demandé non consistant ; Environnement de travail non motivant	Perte d'efficacité	4	4	2	32	Accorder un temps important au départ pour la compréhension des objectifs du sujet ; Nouer des relations d'entente avec le personnel.	Réunions avec l'encadrant ;
La recherche exagérée de la perfection	Sur-exigence dans quelques étapes du projet	Une recherche de la perfection excessive peut provoquer une grande pression	4	4	2	32	Avoir des objectifs réalisables, clairs et accessibles.	Faire descendre le niveau d'exigence.

Perte des documents du projet		La perte de toutes les informations peut retarder considérablement les délais du projet.	4	2	2	16	Envoyer chaque jour une copie à l'adresse électronique personnelle.	
Utilisation des données erronées	Utilisation des fichiers non actualisés.	Résultats non représentatifs	4	4	2	32	S'assurer des données en les validant avec les responsables.	
Manque de planification	Sous-estimation de l'importance de la planification préalable ou dépendance des tâches à exécuter avec des facteurs externes.	Perte de temps dans la planification et recherche des tâches à faire par la suite ; Journées sans valeur ajoutée.	3	4	1	12	Instaurer au début de la journée de stage un bilan sur l'état d'avancement du travail.	Planning accéléré pour se rattraper.
Difficulté dans la recherche des informations	Surcharge de travail sur les personnes censées fournir l'information.	Manque de fiabilité dans l'analyse du sujet	4	4	2	32	Etablir des contacts pour assurer la réception des informations nécessaires. Savoir demander l'information (manière, temps opportun,...)	Rechercher à nouveau l'information en adoptant une manière plus efficace.

Tableau 2: AMDEC Projet

Chapitre 3

ANALYSE DES DONNEES ET IDENTIFICATION DES PROBLEMES

Dans ce chapitre on va faire une analyse des données collectées (fichiers et existant sur terrain), puis une identification des problèmes à résoudre ;

On va commencer par une définition des mudas puis de la VSM qu'on va appliquer par la suite afin de mettre en évidence toutes les sources des gaspillages rencontrées dans les lignes de production du projet Ford



Cette étape est préliminaire et nécessaire avant d'établir les grands axes du cahier des charges dans le chapitre précédent donc se chapitre vient pour justifier et prouver nos choix pour l'étude.

I. Définition des mudas

1. Les sources de gaspillages

Taïchi Ohno, père fondateur du Système de Production Toyota, a défini 3 familles de gaspillages :

- ◆ Muda (tâche sans valeur ajoutée, mais acceptée)
- ◆ Muri (tâche excessive, trop difficile, impossible)
- ◆ Mura (irrégularités, fluctuations)



Le gaspillage est tout sauf la quantité minimum requise de machines, de matériaux, de pièces et de temps de travail, absolument essentielle à la création de produit ou service.

2. Définition des mudas

Un Muda est une activité improductive, qui n'apporte pas de valeur aux yeux du client. Mais tout le monde accepte et pratique cette activité, sans la remettre en question. Néanmoins, certaines tâches sans valeur ajoutée sont obligatoires (archivage, sauvegarde...)

La Pensée Lean suggère que pour créer efficacement de la valeur, il est indispensable d'identifier les gaspillages et de les éliminer ou de les réduire, afin d'optimiser les processus de l'entreprise.

Bien qu'issus de l'industrie, les « Mudas » peuvent être aisément transposés dans tout type d'activités (services, IT, santé, formation, logistique, finance...).

3. Les 7 Gaspillages : en fait, il y en a 8 !

3.1 La Surproduction

- ◆ Produire plus que le besoin du client ;
- ◆ Produire avant la commande ;
- ◆ Réaliser une tâche qui ne répond à aucune demande ni exigence du client ;

Le pire des gaspillages car source d'autres gaspillages Provoque le ralentissement, voire l'arrêt du flux.

3.2 Le Surstockage ou Stocks Inutiles

- ◆ Tout ce qui n'est pas indispensable à la réalisation de la tâche, au bon moment ;
- ◆ Causé par la surproduction, mais aussi une mauvaise planification ;
- ◆ Causé par des temps d'attente non maîtrisés ;
- ◆ Capital immobilisé (WIP).

3.3 Les Déplacements Inutiles

- ◆ Déplacement de matériaux, de pièces, de produits, de documents ou d'informations qui n'apporte pas de valeur pour le client ;
- ◆ Consommateur de ressources et de temps.

3.4 Les Traitements Inutiles ou Surprocessing

- ◆ Tâches, étapes réalisées pour rien ;
- ◆ Processus trop complexe par rapport au prix de vente ;
- ◆ Trop de qualité, trop de matières, trop d'informations... ;
- ◆ Manque d'instructions ou de spécifications claires et standardisées.

3.5 Les Mouvements Inutiles

- ◆ Déplacement de personnes physiques, inutile et qui n'apporte pas de valeur au client ;
- ◆ Causé par une mauvaise ergonomie du poste de travail ;
- ◆ Mauvais rangement, désordre, désorganisation ;
- ◆ Matériel ou informations mal répertoriés.

3.6 Les Erreurs, les Défauts et les Rebuts

- ◆ Défauts qui nécessitent une retouche, un contrôle supplémentaire, une mise au rebut, une insatisfaction du client... ;
- ◆ Retour client ;
- ◆ Perte de temps, d'argent et risque de ne pas pouvoir fournir le client ;
- ◆ Perte de crédibilité.

3.7 Le Temps d'Attente

- ◆ Produits ou personnes qui doivent attendre entre 2 tâches ou étapes.
- ◆ Opérateur inactif pendant que la machine fonctionne ou pendant une interruption.
- ◆ Cadence machine ralentie.
- ◆ Temps de changement de série trop long.
- ◆ Étapes mal synchronisées.

On ajoute aux 7 gaspillages originaux, un 8ème gaspillage :

3.8 La sous-utilisation des compétences

Un manque de formation, un management rigide et autoritaire, peu de motivation, de reconnaissance et d'implication entraînent une sous-utilisation des compétences des employés. Ce qui nuit gravement à la créativité et à l'esprit d'équipe.



Figure 13: Les sources de gaspillages (8 mudas)

Aller sur le terrain, suivre les processus de l'entreprise, cartographier les...

La nature humaine est faite ainsi : quand on voit un défaut, un problème, un gaspillage, on ne peut plus faire comme avant, on cherche et on trouve toujours une solution adaptée pour l'éliminer ;

Pour ce faire La Value Stream Mapping (ou la chaîne de valeur) est un outil important et efficace qui visualise l'état nécessitant une amélioration.

II. Notions sur la VSM

La VSM est un outil fondamental dans une démarche Lean. C'est le meilleur moyen de pouvoir visualiser les différents flux au sein d'une production (matière et information). Il est facile de mettre en avant les tâches à valeur ajoutée et d'identifier les différents types de gaspillages comme les stocks et en-cours. C'est un outil qui, s'il est bien utilisé, est compréhensible par tous et qui offre la possibilité d'amener différentes personnes à s'investir pour améliorer l'état actuel.

1. Les informations nécessaires à la VSM

La VSM demande à ce que l'on collecte des informations fiables et au plus proche de l'état actuel du processus. Différentes notions sont décrites dans cet outil, comme :

- ◆ les différentes tâches qui composent le processus ;
- ◆ les différents stocks et en-cours ;
- ◆ les flux d'informations et de matières ;
- ◆ les tailles des lots de transfert ;
- ◆ les temps de cycle ;
- ◆ les temps des changements de séries ;
- ◆ le délai d'exécution, temps de valeur ajouté...etc.

1.1 Les temps utilisés à la VSM

Le formalisme du dessin sera détaillé plus loin. Avant tout, il est nécessaire d'introduire plusieurs types nécessaires pour la construction de la carte VSM.

a. Le temps de cycle(TC)

Il s'agit du temps qui s'écoule entre la production de deux pièces par un processus. Il se calcule en divisant une durée par le nombre d'éléments produit par le processus pendant ce laps de temps (pour le câblage dans un poste on fabrique un seul produit donc le temps de cycle c'est la durée d'exécution du travail dans ce poste)

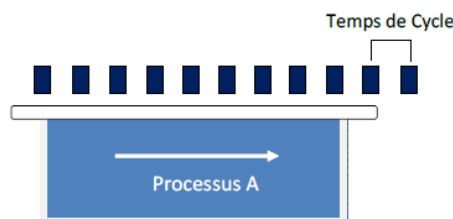


Figure 14: Schéma du temps de cycle

b. Le délai d'exécution (DE)

C'est le temps qu'il faut pour une pièce pour parcourir un processus dans sa totalité. Pour le mesurer, il suffit de choisir une pièce et de la suivre du début à la fin comme l'illustre la figure 14

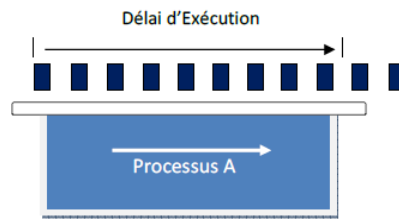


Figure 15: Schéma du temps d'exécution

c. Le temps de valeur ajoutée (TVA)

Le temps de travail consacré aux tâches de production qui transforment le produit de telle façon que le client accepte de payer pour l'avoir. Il se calcule en faisant la somme des temps dits «Vert» (aussi appelés temps de valeur ajoutée). par opposition au temps «Rouges» qui sont des temps de non-valeur ajoutée. Ces deux types de temps sont présentés dans la figure 15

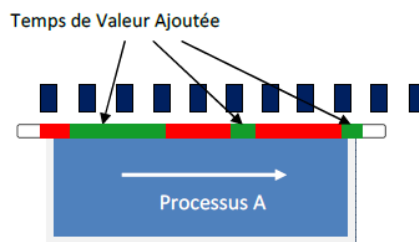


Figure 16: Schéma du temps de valeur ajoutée

La relation entre le délai d'exécution et le temps de valeur ajoutée est la suivante :

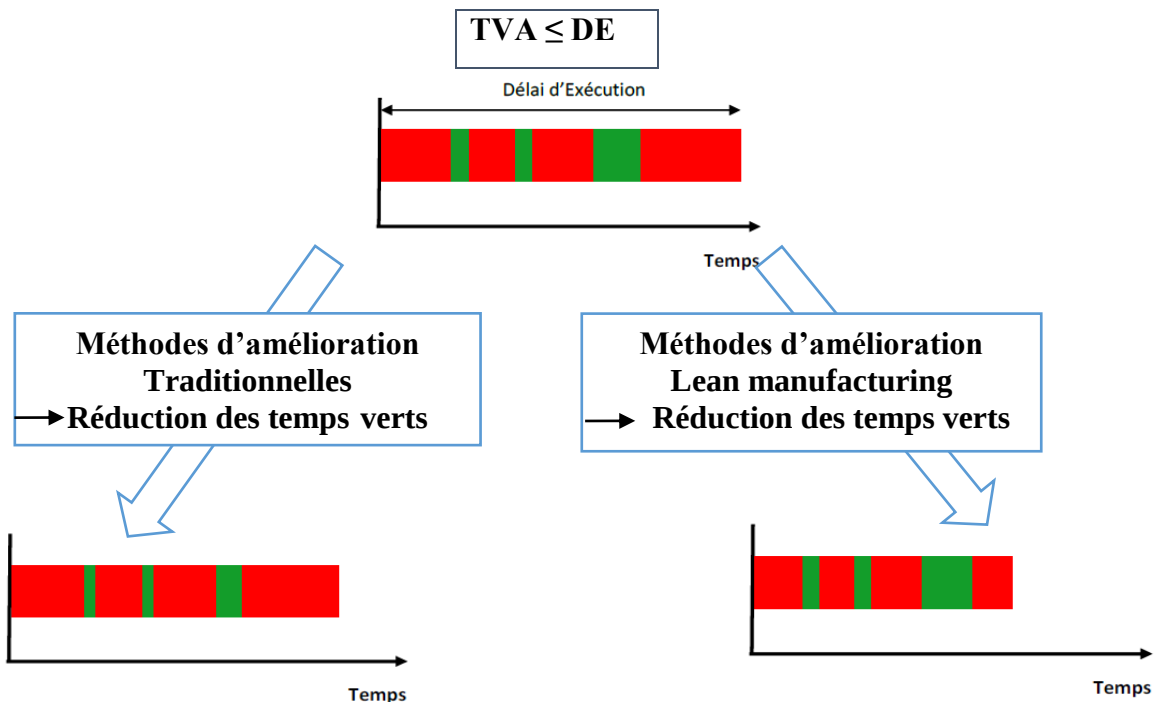


Figure 17: Mode d'action des différentes méthodes

2. Les règles d'une VSM (Pictogramme)

La VSM est devenu un langage international et chaque personne ayant travaillé dessus est capable de comprendre la cartographie d'un autre et tout cela grâce à des pictogrammes et autres règles d'illustration

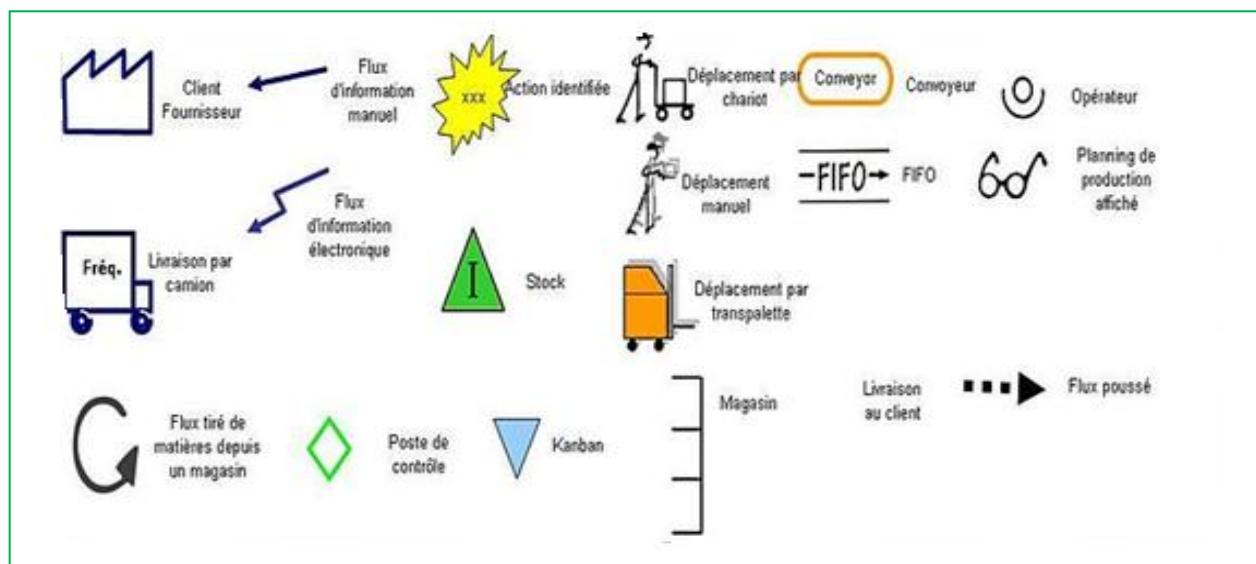


Figure 18: Pictogramme du langage VSM

3. Les étapes de construction d'une VSM

La VSM s'inscrit dans la démarche DMAIC. La constitution de la carte n'est donc pas une fin en soi, ce n'est que la première étape de la réorganisation de la chaîne de production pour prétendre à un système Lean. Un projet VSM complet, c'est-à-dire de l'état des lieux jusqu'au réagencement, se déroule suivant les étapes de la Figure 19

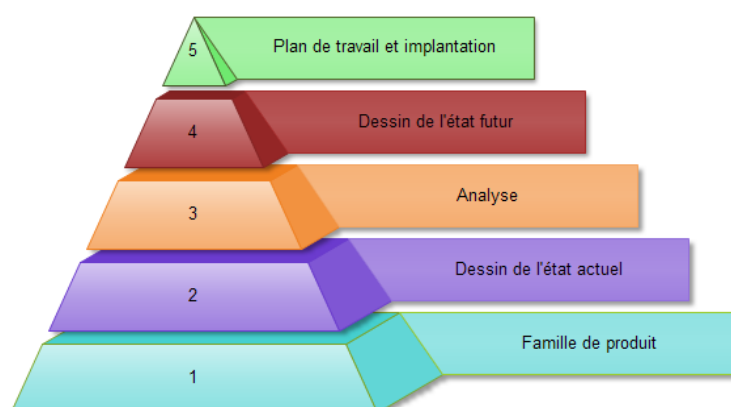


Figure 19: Illustration des étapes d'une VSM



Figure 20: Déroulement de la VSM

III. Application de la VSM (Cartographie des flux physique et d'information)

La cartographie n'est pas une finalité en elle-même. Le but de ce travail est de pouvoir l'analyser afin de mettre en lumière les différents dysfonctionnements de la production. Cette analyse de l'état actuel est ce qui nous permet de créer par la suite un état futur où nos améliorations seront mises en avant.

1. Description du projet l'étude

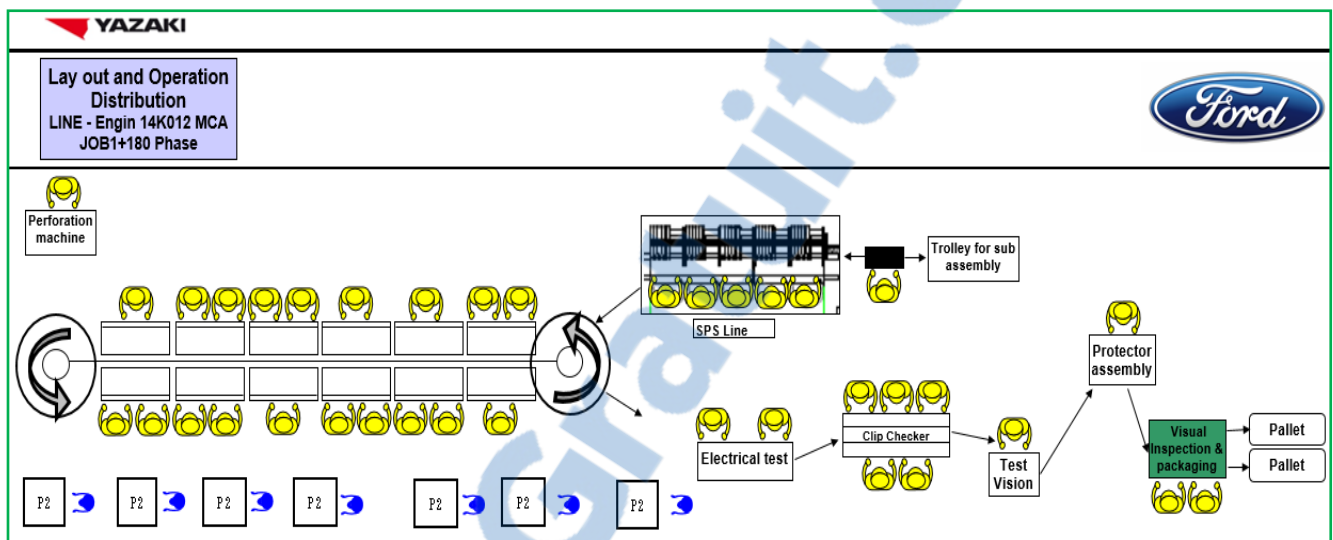
Le projet FORD se compose de trois chaînes d'assemblage qui produisent toutes la même famille de faisceau de câble « Engine ».

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.

Les chaînes de montage sont composées de 9 processus nécessitant 37 opérateurs directs, 2 opérateurs polyvalents et deux opérateurs indirects dont le distributeur des chaînes et le chef de ligne.

Le flux de production est linéaire basé sur le «One Pièce Flow », un faisceau de câble La figure suivante présente la cartographie de lignes de production de ce projet, les trois lignes sont identiques



 : Opérateur de la ligne de production

 : Opérateur préparateur des composants utilisés aux postes de la ligne

Figure 21: Cartographie d'une ligne de production Ford

1.1 Productivité actuelle du projet Ford

a. Définition

La productivité mesure l'efficacité d'une entreprise et la rentabilité de ses projets. C'est une information sur la vitesse, la qualité de l'organisation de l'entreprise.

b. Mesure de la productivité

On mesure la productivité par rapport à la production et l'utilisation des facteurs de production. On peut la mesurer avec le travail comme le capital. Si on prend le travail, les deux mesures principales sont :

- ◆ Productivité par salarié : Production/nombre de salariés
- ◆ Productivité horaire : Production/nombre d'heures travaillées.

Dans notre étude, on s'intéresse à la productivité horaire car elle est plus représentative de la situation de l'entreprise. Pour calculer la productivité YAZAKI utilise la formule suivante :

$$\text{Productivité direct} = \frac{\text{Heurs de production}}{\text{Heurs payés direct}}$$

On l'appelle une productivité directe car on prend en considération l'état normal du travail c'est-à-dire la collaboration des 37 opérateurs directs qui existent toujours dans la chaîne sans faire appel à un polyvalent ou un indirect pour aider au travail en cas de commandes urgentes.

C. Amélioration (La productivité actuelle du projet Ford)

Pour toute entreprise, les gaspillages et les immobilisations superflues sont des pertes Potentiels ; les éliminer constitue un gain et améliore la performance dont la productivité est un indicateur principale et très important. C'est bien l'objectif de notre étude. La figure 17 présente l'évolution de la productivité actuelle (mois de Mars) au projet Ford et l'objectif à atteindre (115%) déterminé par le département ingénierie.

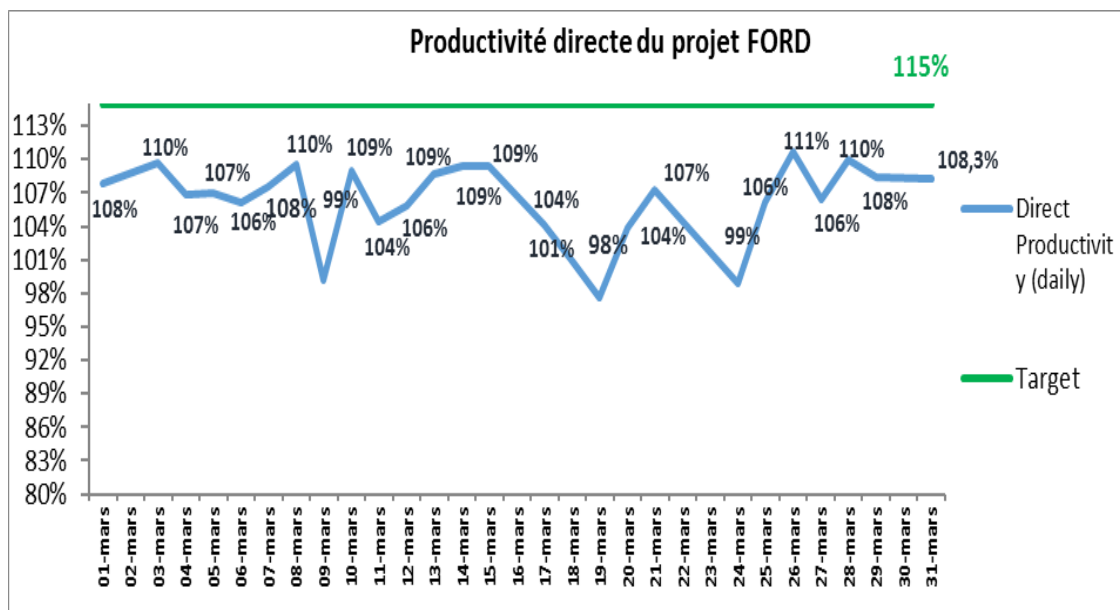


Figure 22: Productivité actuelle du projet Ford

On remarque des fluctuations journalières de la productivité entre 98% et 110% mais elle n'atteint jamais l'objectif qui est 115% à cause des dysfonctionnements provoqués par des sources de gaspillages qu'on va découvrir par la suite en utilisant le diagramme de la VSM.

2. Choix de la famille de produits

Avant de commencer la construction de la carte VSM, il est nécessaire de choisir quel sera l'objet de l'étude. Lorsque l'entreprise est de taille modeste et possède un portefeuille de produits restreint, le choix se porte habituellement sur le produit phare, c'est-à-dire celui qui représente les plus grosses ventes.

Pour les entreprises de taille plus importante, l'étude se portera sur une famille de produits. Il s'agit d'un groupe de produits qui subissent des traitements semblables, c'est-à-dire qui passent sur des équipements similaires.

La méthode ABC est un bon point de départ dans le choix de la famille de produits ; avant de se lancer dans la modélisation et le chronométrage des postes de travail, nous devons identifier tout d'abord la chaîne critique à étudier ainsi que la famille de faisceau à suivre en se basant sur deux critères à savoir le volume de la demande client et l'état de l'efficacité.

Le projet FORD comporte 84 références de faisceau de câble à produire, donc face à cette diversité de références il a fallu faire une étude pour choisir une famille qui soit représentative de toutes les références.

Pour faire cette analyse on a choisi comme critère de décision la quantité commandée au cours de la période « Février-Septembre 2014 » se basant sur l'EDI en adoptant la méthode de PARETO.

En effet après la collecte des informations nécessaires à l'analyse, nous avons suivi les étapes suivantes :

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

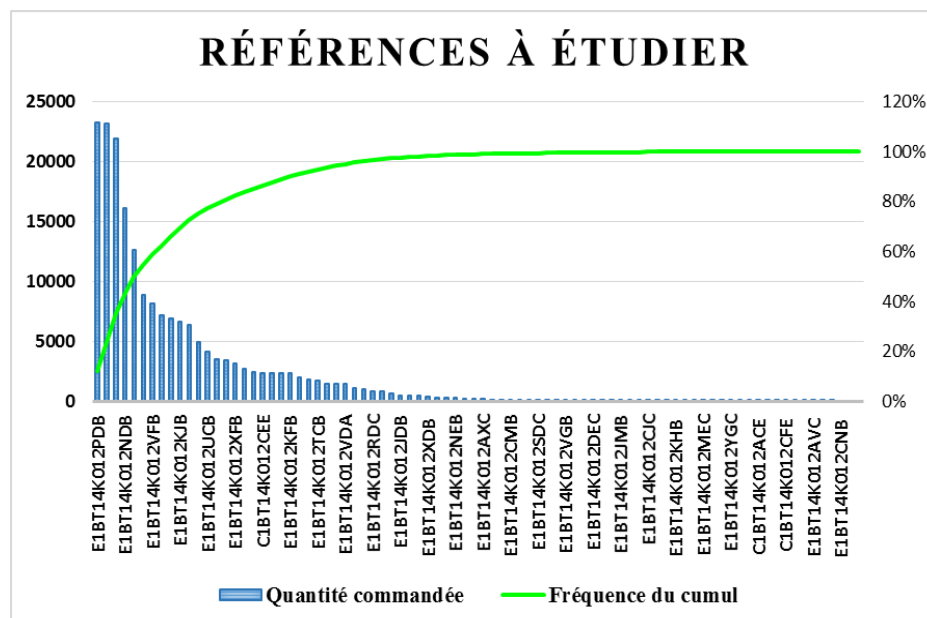


Figure 23: Analyse PARETO des références à étudier

Ainsi on est arrivé à la conclusion suivante : seulement 15 références représentent 80% des commandes élaborées dans la période « Février-Septembre 2014 ». Les références qui ont été retenues après cette analyse sont :

YPN	Quantité commandée	cumul	Fréquence du cumul%
E1BT14K012PDB	23280	23280	12%
E1BT14K012CMC	23202	46482	24%
E1BT14K012AZB	21962	68444	35%
E1BT14K012NDB	16154	84598	44%
E1BT14K012JJB	12598	97196	50%
E1BT14K012BZB	8866	106062	55%
E1BT14K012VFB	8123	114185	59%
C1BT14K012JCE	7175	121360	62%
E1BT14K012LDB	6925	128285	66%
E1BT14K012KJB	6650	134935	69%
E1BT14K012MDC	6366	141301	73%
E1BT14K012CSB	4916	146217	75%
E1BT14K012UCB	4096	150313	77%
E1BT14K012JLB	3508	153821	79%
E1BT14K012RFC	3435	157256	81%

Tableau 3: Référence retenues

3. Dessin la carte VSM de l'état actuel

Pour élaborer une carte remaniée de la chaîne de valeur d'un produit ou d'une famille de produits, il faut tout d'abord connaître la situation actuelle. Cette partie est consacrée au dessin de la carte VSM dans sa version courante.

On a choisi de travailler sur la référence « E1BT14K012PDB », vu qu'elle est la référence la plus commandée et la plus chargée.

Les chronométrages ont été réalisés d'une moyenne de 10 fois sur chacune des 3 chaînes depuis l'entrée du câble jusqu'à son emballage et poste par poste (en général le câble passe 1h40), ensuite on a fait la moyenne des durées/poste et si on a un dysfonctionnement qui se répète dans les 3 chaînes ou qui existe au moins dans une chaîne on l'inscrit dans la cartographie afin de pouvoir résoudre le maximum des problèmes modélisés ainsi qu'à

d'autres qui ne sont pas claires sur la carte VSM mais qui sont remarqués au cours de son élaboration (chronométrage).

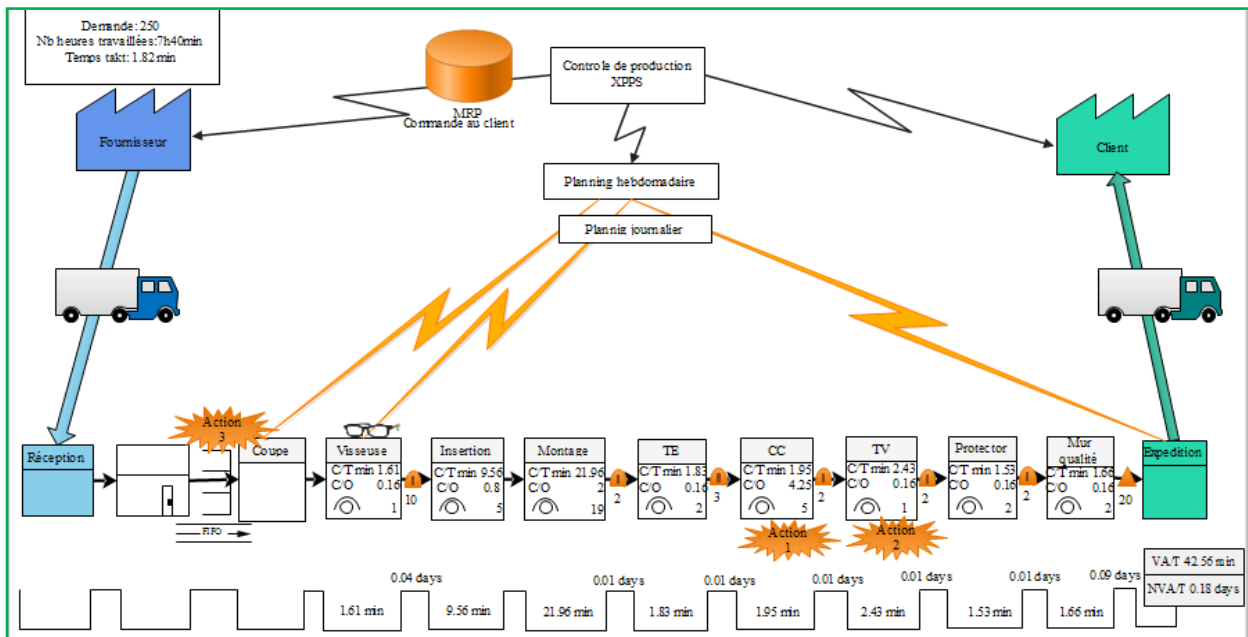


Figure 24: Diagramme de la VSM de l'état actuel

4. Analyse de la VSM

Après l'élaboration de la cartographie des flux de valeur (VSM) on constate des premiers dysfonctionnements nécessitant des actions afin d'optimiser les sources de gaspillages mis en évidence :

4.1 Muda de processus: Poste Test Vision

a. Présentation du poste

Le poste Test Vision (TV) est le 6ème poste de la chaîne de montage. On a défini pour ce poste un seul opérateur. C'est dans cette phase que la boîte à fusible du faisceau de câble est alimentée par des fusibles selon la référence, puis vérifiée à l'aide d'un système Poka-Yoké pour détecter une quelconque anomalie de position des fusibles :

- ◆ Sur les Fool proof on a un capteur de position qui est liée à un ordinateur, celui-ci nous confirme que la position du fusible est correcte.
- ◆ On a également une caméra qui réalise une capture du connecteur alimenté par les fusibles, la photo prise est comparée à une autre photo modèle qui est insérée dans la mémoire du PC.



Figure 26: Poste Test Vision



Avant



Après

Figure 25: Insertion des fusibles

b. Etude de l'existant

La méthode de chronométrage est utilisée pour définir les temps de production pour chaque poste. C'est l'action de chronométrer les durées des opérations effectuées par un opérateur sur chaque poste afin de définir son temps de cycle et le comparer avec le takt time qu'on va définir par la suite.

Lors du chronométrage des temps de productions /poste, on a remarqué que le poste Test Vision présentait toujours un retard par rapport aux autres postes. Un retard qui est absorbé par les deux postes en amont et en aval.

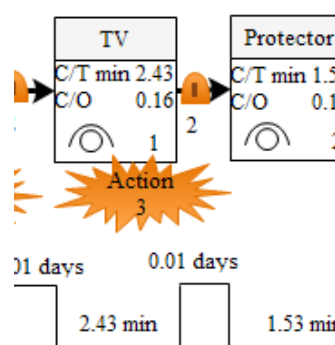


Figure 27: Temps de cycle du poste Test Vision

Ce retard remarqué a été confirmé lors de l'élaboration de la VSM et en modélisant les durées moyennes de chaque poste dans le diagramme ci-dessous :

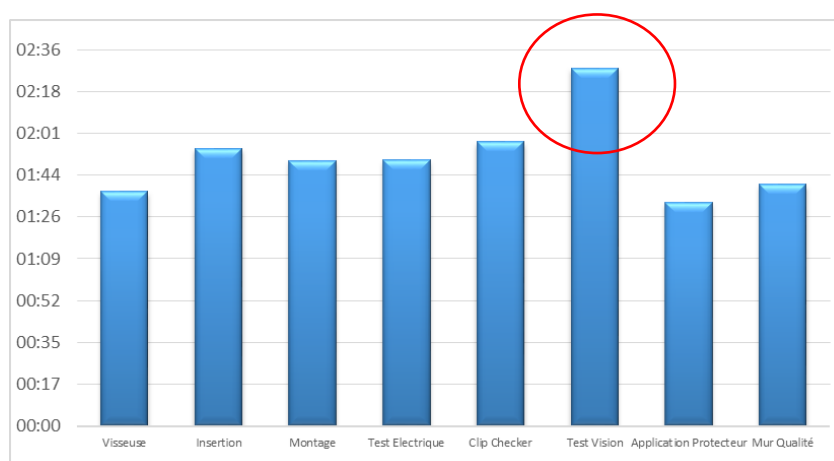


Figure 28: Durées moyennes par poste

On remarque aussi qu'il y'a un déséquilibre entre les postes de productions, le temps de cycle varie d'un poste à l'autre.

Le Takt Time cadence le processus de fabrication sur le rythme de la demande client.

Il se calcule suivant la formule

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Temps de production}}{\text{Demande client}}$$

(*) Seuls les arrêts autorisés sont déduits (pauses, repas, réunions, nettoyage de poste). La cadence n'autorise pas les arrêts machines (pannes, changements de séries). Afin de satisfaire la demande client, tous les temps de cycle des différents processus de la production doivent être inférieurs ou égales au Takt Time.

Sachant que le temps de production est 7h40min (7.67) et que la demande du client est de 250 faisceaux par shift.

On calcule le Takt Time d'une ligne de montage :

$$\text{Takt time} = (8 \times 60 - 20) / 250 = 460 / 250 = 1.82 \text{ min}$$

Nb: Les 3 lignes ont le même output et le même temps de production donc elles doivent avoir le même takt time.

La figure suivante visualise les temps de cycles des postes par rapport au Takt Time :

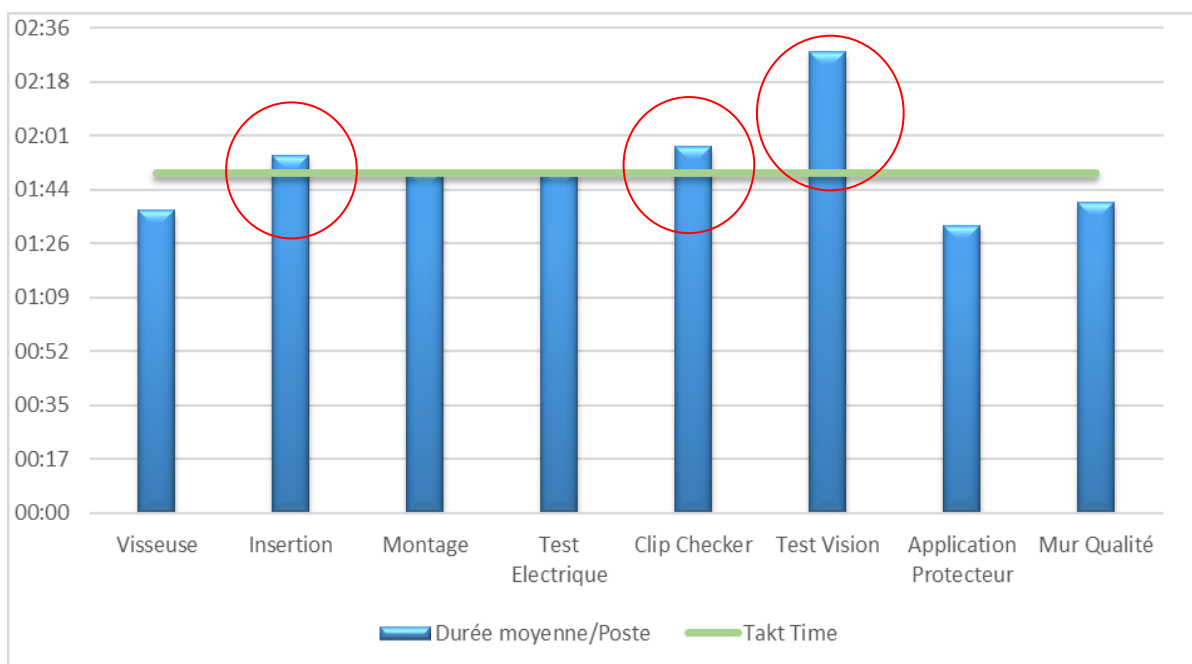


Figure 29: Temps de cycle/poste par rapport au Takt time

D'après la figure précédente on constate que le temps de cycle de la majorité des postes est inférieur ou égale au takt time à l'exception des postes clips checker, insertion et Test vision ;

Ce dernier dépasse le takt time d'une manière considérable donc notre étude donnera plus d'intérêt à ce dernier.

4.2 Muda Attente, Mouvement, Traitements inutiles: Poste Clips Checker

a. Présentation du Poste

Le poste Clip Checker (CC) est le 5^{ème} poste de la ligne de montage, il comporte 5 opérateurs dont 3 travaillent d'un côté et 2 de l'autre .C'est dans cette phase que le faisceau de câble est alimenté par des clips qui servent à le maintenir à la carrosserie de la voiture destinée et le rôle de ce poste c'est le contrôle des positions de ces clips sur le faisceau.

Dans le projet Ford on a deux séries de faisceaux :

- ◆ RHD: Right Hand Drive, il s'agit de l'option de conduit en partie droite de la voiture (ex la voiture (ex : les voiture destinées pour l'Angleterre)
- ◆ LHD : Left Hand Drive, il s'agit de l'option de conduite en partie gauche de la voiture (ex les voitures destinées au Maroc).



Figure 30: Poste Clips Checker

De ce fait, le temps de changement de série est défini comme le temps nécessaire aux 5 opérateurs pour changer la base du faisceau du RHD au LHD et vice versa.

Ce changement de série se fait d'une manière rotative vu que le poste CC dispose d'une table capable de tourner sur elle-même, contenant le tableau de positionnement du câble de la base RHD d'un côté et de la base LHD de l'autre côté.

b. Etude de l'existant

L'opération de changement de série en temps normal se fait de la façon suivante :

Lorsque trois opérateurs sont occupés à enlever le faisceau de câble de son emplacement sur la table, les deux autres opérateurs enlèvent les boxes disposés sur la base utilisée ;



Figure 31: Boxes déposés sur la table CC

Les boxes enlevés sont mis par terre ce qui crée un désordre total dans l'espace de travail et peut même engendrer dans certains cas la chute des opérateurs ;

Une fois débarrassés des boxes sur la table, les opérateurs doivent nettoyer celle-ci de tout rebut, déchets, outils ou Clips avant de la faire tourner ;

Tandis que 3 opérateurs font tourner la table manuellement (desserrent les freins et poussent la table) pour la base requise les autres préparent les nouveaux boxes de références qui ne sont pas communes entre les deux séries et remettent les anciennes dans leur places initiales (Structure accompagnante du poste).

Une fois que la table est tournée, les opérateurs déposent tous les boxes et ils doivent vérifier que toutes les références et tous les outils nécessaires pour la série changée sont présents avant d'entamer leur travail ;

Finalement les opérateurs reprennent leurs tâches comme d'habitude.

Ces opérations nécessitent un temps de changement de série de 4,25 min selon le chronométrage et l'analyse effectuée de la VSM réalisée auparavant comme le montre la figure suivante :

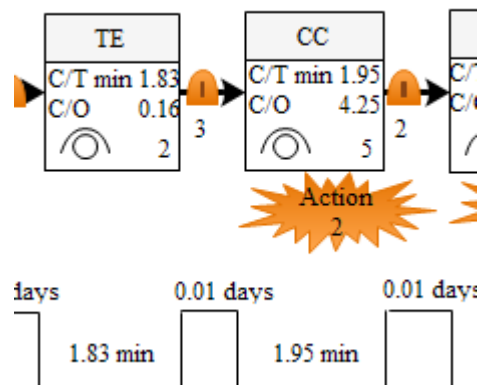


Figure 32: Temps de changement de série du poste CC

- ◆ 4,25 minutes est une durée très longue vu que tous les temps de base mesurés à YAZAKI sont en secondes et qu'un retard de quelques secondes est comptabilisé.

En plus du gaspillage du temps, le poste CC présente d'autres problèmes, à citer :

- ◆ Les mouvements et gaspillage du temps causé par la mauvaise ergonomie du poste ;
- ◆ Les composants à utiliser sont souvent mal positionnés dans les boxes sur la table, ce qui rend certains composants inaccessibles pour les opérateurs qui vont les utiliser ;

- ◆ La disposition des boxes sur la table diminue l'espace de travail et gêne les opérateurs pendant la réalisation de leurs tâches comme le montre la figure ci-après ;



Figure 33: Gestion de l'espace de travail du Clip Checker

- ◆ **Organisation et 5S**

- ♣ Comme montré ci-dessus sur les figures (30, 31,33) la disposition des boxes sur la table crée un désordre flagrant ;
- ♣ Le nettoyage de la table devient pénible avec la présence des boxes ;
- ♣ Plusieurs composants sont mis dans des boxes qui ne leurs sont pas destinés.
- ♣ Au cours de l'élaboration de La VSM et la visite des lignes de production on a constaté d'autres dysfonctionnements qui constituent d'autres mudas qui ne sont pas mentionnés sur la cartographie, cependant ils posent des problèmes énormes et leur résolution va sûrement apporter du bien à la société ces problèmes sont : Surstockage, Transport et mouvements inutiles...etc.

4.3 Muda transport, Mouvement inutiles, gaspillage d'espace : Poste Off Line

a. Description du poste

Le poste Off Line est un poste de préparation indépendant de la chaîne de montage. Il sert à préparer les accessoires des composants qui seront utilisés dans les postes de montage. Parmi ces fonctions:

Applications des bouchons : des connecteurs nécessitent l'introduction de bouchons dans les cavités qui ne seront pas utilisées pendant l'insertion des terminaux des fils dans pour éviter les erreurs au niveau

Applications des accessoires : certains connecteurs sont reçu séparés de leurs accessoires accompagnons, il faut donc les groupés afin de les utiliser par la suite.

Préparation d'une branche pour le poste Visseuse :

Des branches de câble spéciales sont assemblés séparément et ils ne sont pas utilisé dans tous les faisceaux sont préparés dans ce poste pour alimenter ensuite le poste visseuse



Figure 34: Poste OL1



Figure 35: Poste OL2

a. Etude de l'existant

Le poste Off Line est divisé en deux postes complémentaires et situé entre les chaînes MCA 02 et MCA 03 comme la montre la figure ci-dessous

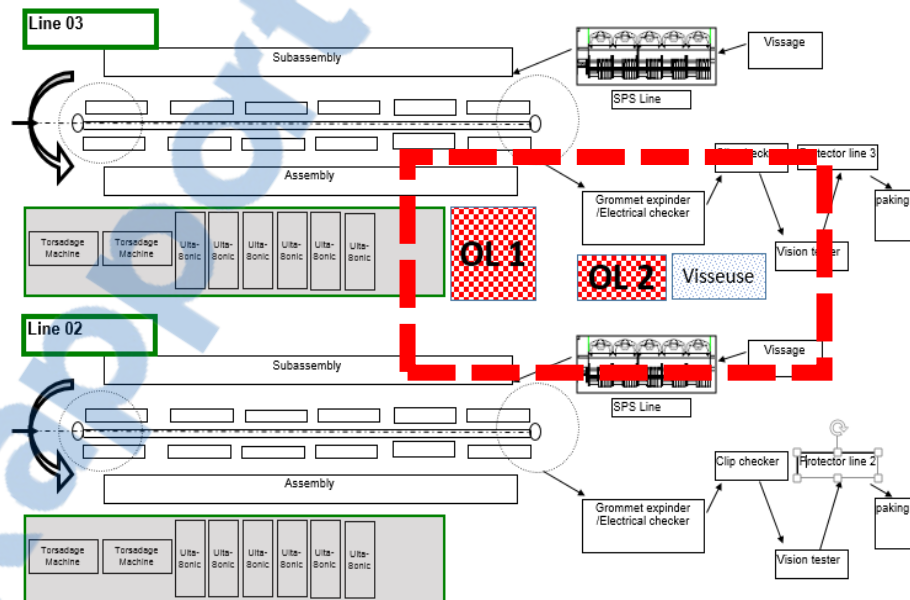


Figure 36: Position du poste OL dans les chaînes de production

Les deux postes OL comptent chacun 2 opérateurs réalisant des tâches différentes, dont plusieurs ne sont plus réalisées ; en effet les postes gardent toujours des emplacements pour des connecteurs expirés.



Figure 37: Emplacements des connecteurs sur le poste OL

Le poste Off Line présente plusieurs problèmes, dont on cite :

- ◆ Le poste Off Line assure la demande des 3 chaînes de montage du projet FORD.
Sa position entre les chaînes MCA 02 et MCA 03 crée un temps de déplacement additionnel et inutile lors de l'opération d'approvisionnement des composants pour la chaîne MCA 01 ;
- ◆ L'espace alloué au poste OL1 est plus grand que le nécessaire, ce qui engendre un gaspillage et une mauvaise implantation des postes de travail dans la chaîne ;
- ◆ Le poste OL2 comporte des emplacements de travail inutiles qu'il faudra revoir ;
- ◆ La capacité de stockage des boîtes de composants sur les postes sont mal déterminés et insuffisants. ;
- ◆ Transport de la matière première au poste visseuse
- ◆ Les deux postes OL ne sont pas standardisés; en effet chaque poste a une conception différente de l'autre.

La figure suivante montre le problème du transport pour alimenter le poste visseuse de la matière première (mouvement Allez/Retour)

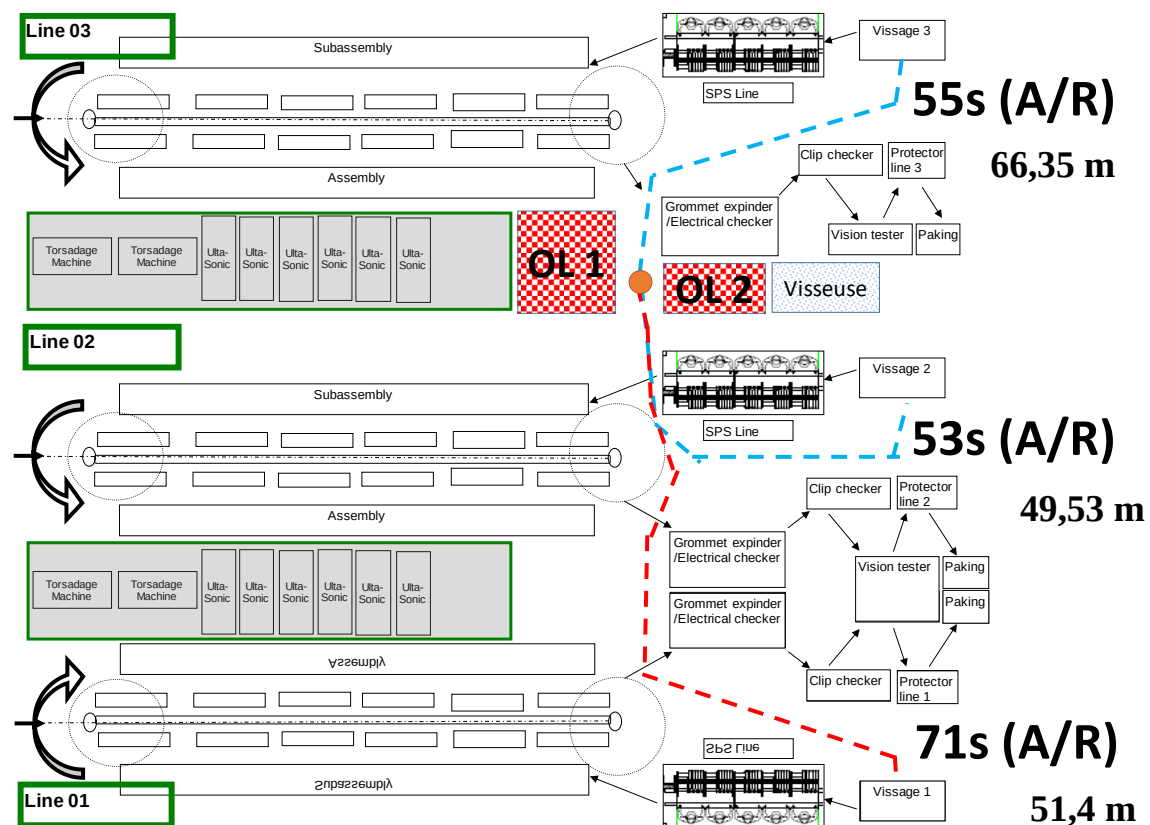


Figure 38: Déplacements entre le poste OL et les visseuses

♦ Méthode de calcul des déplacements

On a pris une distance mesurée : de 12,15m et on a chronométré le déplacement d'un opérateur en allure normale sur celle-ci qui donne 13s

Donc $13s/12,15m = 1,07s/m$ → ainsi on obtient la relation $T(s)/d(m) = t(s/m)$

D'où $d(m) = T(s)/t(s/m)$ avec $t(s/m) = 1,07s/m$

Et par suite : $66,35 = 71/1,07$; $49,53 = 53/1,07$; $51,4 = 55/1,07$ d'où les déplacements :

- ♦ Entre Visseuse MCA 01 et OL : 71s → 12,2 min/ Shift → 66,35m
- ♦ Entre Visseuse MCA 02 et OL : 53s → 10,6 min/Shift → 49,53m
- ♦ Entre Visseuse MCA 03 et OL : 55s → 11min /Shift → 51,4m



4.4 Muda surstock (WIP)

Au cours de d'analyse des postes des 3 chaînes de production dans la phase d'élaboration de la VSM on a identifié les problèmes suivants :



Figure 39: Problèmes observés

A part les problèmes d'organisation et de 5S qui demandent des actions directes d'améliorations, le problème le plus flagrant était celui du surstockage de la matière première dans les postes de travail.

En effet, la production dans les chaînes de montage du projet FORD se fait à travers un 2BIN System, c'est-à-dire que chaque poste est alimenté par deux boxes du même composant.

Chaque box contient la quantité nécessaire et suffisante pour la production d'une durée de 4 heures. Donc au total les deux boxes du 2BIN System doivent assurer la production du shift de 8 heures.

Une fois l'opérateur consomme la quantité d'un box, il le remet dans une structure fixe à boxes vides et continue son travail en utilisant la quantité du 2^{ème} box du 2BIN System.

En principe le niveau de remplissage désigné de tous type de boxes est 80% de celles-ci pour tous les composants.

Les boxes vides sont par la suite collectés de la structure fixe par le distributeur des composants des 3 chaînes.

Les boxes de composants du projet FORD sont de 5 types



Figure 40: Types de boxes

♦ Politique de distribution des composants

Le distributeur muni d'une structure de collecte des boxes vides des composants, circule tout au long des 3 chaînes pour collecter les boxes vides déposées dans les structures fixes dédiées à ce besoin.

Une fois collectés, le distributeur ramène les boxes vides au supermarché des matières premières pour l'opération de remplissage.

Le remplissage se fait par les magasiniers du supermarché qui s'occupent de chercher les composants et les remplir dans les boxes. Une fois l'opération terminée, ils préparent la structure du distributeur et attendent son retour.

Le distributeur se dirige muni de la structure des boxes remplis vers les 3 chaînes de montage.

En se déplaçant à travers chaque poste, il dépose les boxes remplis correspondants selon l'identifiant de la chaîne ainsi que du poste.

Finalement, après l'alimentation des postes par le besoin en composant, le distributeur reprend l'opération de collecte des boxes vides et continue son travail.

Chapitre 4

RECHERCHE DES IDEES ET ELABORATION DES SOLUTIONS

Ce chapitre est dédié à la recherche et l'élaboration des solutions pour éliminer les sources de gaspillages identifiées lors de la phase précédente

L'objet du chapitre précédent était la détermination des dysfonctionnements et des sources de gaspillages rencontrés dans les chaînes de production du projet Ford. Ce chapitre s'occupera de la recherche des causes racines de ces problèmes et les résoudre.

I. Réduction du Muda Surstockage (WIP)

Comme cité auparavant, le problème du WIP concerne les 3 chaînes du projet FORD. Toutefois, on a choisi de commencer l'étude par la chaîne MCA 02 puis la projeter sur les deux autres chaînes. Pour ce faire, on a adopté la méthode PDCA.

1. Définition de la méthode PDCA

L'application de la méthode PDCA ce n'est qu'une mise en œuvre de l'état d'esprit kaizen, donc avant de définir PDCA on définit le kaizen.

Kaizen se prononce « Caill' Zèn' » ; « Kai » signifie « Changement » ; « Zen » signifie « meilleur ». Le Kaizen est l'amélioration graduelle, ordonnée et continue, l'amélioration continue impliquant tout le monde. C'est une des composantes essentielles du Lean Manufacturing.

Pour mettre en œuvre l'état d'esprit Kaizen, on utilise la méthode PDCA, l'outil indispensable nécessaire à l'amélioration continue.

PDCA est un acronyme anglais pour:

- ◆ « **P** » pour Plan, ce qui signifie Préparer. C'est la phase de définition de l'objectif, du plan d'actions et des indicateurs mesurables de progrès.
- ◆ « **D** » pour Do, ce qui signifie Faire. C'est la phase de déroulement du plan d'action défini précédemment.
- ◆ « **C** » pour Check, ce qui signifie Contrôler. C'est la phase de contrôle de la réalisation des actions et des effets. C'est aussi la phase de détection des écarts éventuels par rapport aux objectifs définis.
- ◆ « **A** » pour Act, ce qui signifie Réagir. C'est la phase de mise à jour du standard si le résultat est atteint et de définition de nouveaux objectifs. Sinon, c'est la phase de recherche de causes racines et de définition d'un nouveau plan d'action correctif

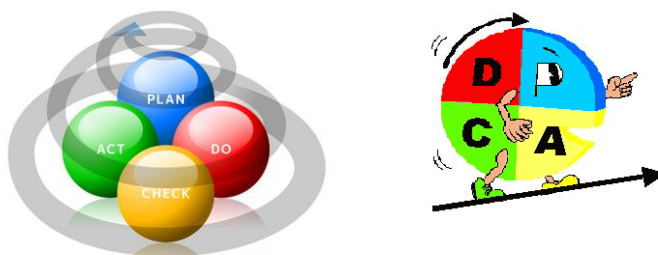


Figure 41: PDCA, amélioration continue

2. Application de la méthode PDCA

2.1 Plan

Une étude préliminaire a été réalisée pour diagnostiquer l'état des lieux. On a prélevé en premier temps les boxes pour chaque composant, ensuite on a fait une liste des composants existant par chaînes afin de sélectionner les composants communs et spécifiques entre ces dernières. Comme cité avant on a commencé l'étude par la chaîne MCA 02 ensuite on va projeter notre étude sur les autres lignes similaires et enfin étudier les postes qui sont communs et alimente les 3 chaînes !

La première étape était d'étudier le besoin en composant pour chaque poste pour procéder à l'ajustement des quantités des composants adéquates.

Pour cela, on s'est basé en premier temps sur l'EDI, qui communique la commande du client (annexe1) tout au long d'une période donnée.

L'analyse de l'EDI nous permettra de classer les références des faisceaux de câble selon leur fréquence de production.

Dans ce cas nous obtenons 3 catégories de références :

- ◆ **High Runner** : sont les références de faisceau de câble qui sont les plus commandés et produit dans les chaînes de montage ;
- ◆ **Medium Runner** : sont les références de faisceau de câble commandé et produits avec une fréquence moyenne ;
- ◆ **Low Runner** : sont les références de faisceau de câble commandés et produits rarement dans les chaînes de montage.

Cette classification servira par la suite à décider de la fréquence d'utilisation d'un composant dans une référence de faisceau de câble.

En plus de cette classification, nous avons pris en considération plusieurs facteurs :

- ◆ **Output/shift** : est le nombre de faisceaux de câble produits par Shift (8heures de travail), dans le cas du projet FORD l'Output est en moyenne 238 faisceau de câble ;
- ◆ **Pénétration des composants** : est le nombre de pénétration d'un composant dans tous les faisceaux de câble ; un composant peut pénétrer un câble une à plusieurs fois, comme il peut ne pas être présent dans d'autres (annexe 2) ;
- ◆ **Type de boxes** : les boxes de composants du projet FORD sont de 5 types comme étant présenté dans le chapitre précédent (figure 40) ;

Chaque composant est destiné à un type défini selon le besoin en composant calculé et la fréquence d'utilisation ;

- ♦ **Prix du composant** : est le prix d'achat de chaque composant depuis son fournisseur, il nous permettra par la suite d'évaluer les gains apportés à cette amélioration.

Une fois toutes les informations retenues, l'étape suivante était de calculer le taux de pénétration qui est égal à la moyenne de toutes les pénétrations d'un composant dans les faisceaux de câble.

On a procédé par deux méthodes :

- ♣ **Moyenne arithmétique** : consiste à sommer toutes les pénétrations d'un composant et diviser la somme par le nombre de faisceaux de câble concernés.

$$\text{Moyenne arithmétique} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Pénétration}}{\text{Nombre total des faisceaux de câble}}$$

- ♣ **Moyenne pondérée** : consiste à faire le même calcul en pondérant les pénétrations des composants selon la classe des faisceaux de câble (High, Medium ou Low Runner).

$$\text{Moyenne pondérée} = \frac{\text{Poids.HR} * \sum_{i=1}^n \text{Pénétration HR} + \text{Poids.MR} * \sum_{i=1}^n \text{Pénétration MR} + \text{Poids.LR} * \sum_{i=1}^n \text{Pénétration LR}}{\text{Poids.HR} * \text{NombreHR} + \text{Poids.MR} * \text{NombreMR} + \text{Poids.LR} * \text{NombreLR}}$$

Ensuite, il fallait calculer le besoin en composant de 4heures de production pour tous les composants, tel que :

$$\text{Besoin en composant} = 125 * \text{Taux de pénétration}$$

Or, la moyenne pondérée présentait dans les cas des Low Runner des conflits avec la production dans les chaînes de montage. En effet, la moyenne pondérée attribuait pour certains composants des quantités très réduites ce qui ne serait pas pratique dans le cas d'une commande urgente qui sera lancée tout au long des 4heures ou du shift même.

Pour cela, on a décidé de garder les deux moyennes pour le calcul du taux de pénétration et d'ajuster les quantités dans les cas nécessaires.

Après le calcul du besoin en composant pour les 4heures de production, il fallait attribuer à chaque composant le type de box adéquat. Pour ce faire, nous avons établi pour chaque composant les quantités que chaque type de box pourra supporter en respectant les normes de remplissage. Cette opération a été faite en appliquant le principe du pesage (peser une unité de composant, enregistrer son poids, puis peser le box plein de composant et en déduire le nombre de composants remplis).

Pour certains composants, les boxes ne sont pas tolérés cela est dû à l'exigence du client, qui demande à ce que ces composants restent dans leurs emballages d'origines, ou bien à la sensibilité et la fragilité de certains autres.

En plus, on a proposé d'utiliser un nouveau type de box (Type P) pour certains composants qui nécessitent de très petites quantités.

Finalement, une évaluation du gain entre l'état actuel et l'état futur a été faite.

La figure ci-après représente quelques exemples du calcul établi pour le poste Visseuse. La suite de l'étude est jointe dans l'annexe 3.

Output moyen=238 /shift

Safety stock(h)	Qty/4h	Output/shift
4	125	250

MCA 02

Poste	Référence	Box actuel	Taux p MN	Besoin /4h	MP	Besoin /4h	Type de box								Prix	Prix/ pcs	Etat actuel			Nouvel etat			Evaluation/ Euro	
							A stand	B actuel	B standard	C standard	C actuel	P	G	Plat			Carton	Box	Quantité	Valeur	Box	Quantité		Valeur
VISS	71275041	C	1	125	0,60	75				1023	814	190				19,4	0,02	C	814	15,8079	C	190	3,6898	12,11808
VISS	715013650W	C	1	125	1,00	125				500		130				33,9	0,03	C	500	16,93	C	130	4,4018	12,5282
VISS	715112400W	C	1	125	1,00	125				750		110				30,7	0,03	C	750	23,0325	C	110	3,3781	19,6544
VISS	715112420W	C	3	375	2,54	318				774	700	210				17,1	0,02	C	700	11,963	C	700	11,963	0
VISS	7154542430	G	1	125	0,54	68							72			298	0,3	G	72	21,4855	G	72	21,486	0
VISS	7171356730	C	1	125	0,60	75				220	180	75				24,1	0,02	C	220	5,2998	C	180	4,3362	0,9636
VISS	725459503W	SUP	1	125	1,00	125								175	5127	5,13	SUP	175	897,222	SUP	175	897,22	0	
VISS	73021023	B	1	125	1,00	125	180	85	110	30						848	0,85	B	85	72,0732	B	110	93,271	-21,198
VISS	7287598730	SUP	1	125	1,00	125							20			836	0,84	SUP	20	16,7184	SUP	20	16,718	0
VISS	732763143W	G	1	125	1,00	125						80				2516	2,52	G	80	201,28	G	80	201,28	0

Figure 42: Etude du besoin en composant et affectation des boxes

2.2 Do

Après avoir réalisé les calculs et les ajustements nécessaires, l'étape suivante est d'appliquer ces améliorations sur la chaîne concernée par le travail MCA 02. Ces implémentations ont été faites selon les étapes suivantes :

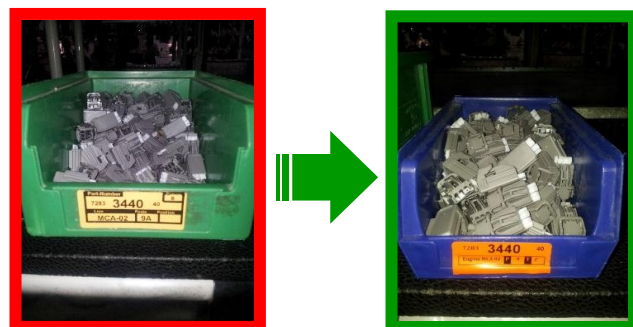
- ◆ Adaptation des quantités de composants/poste au besoin réel de la production

En suivant les commandes des faisceaux de câble faites par le client FORD durant la période « Février-Septembre 2014 », il a été nécessaire de prendre en considération la variation de celle-ci et de redéfinir le besoin en composant actuel.

- ◆ Application des modifications nécessaires au niveau des boxes

Une fois les quantités des composants déterminées, le changement des boxes des composants a été l'étape suivante.

En effet, il a fallu ajuster les boxes actuels avec les besoins en composants établis. La figure à côté montre le remplacement d'un box de type B par un box de type C parce que le besoin en composant



de cette référence de connecteurs a diminuée.

Cette opération a été réalisée pour tous les composants de la chaîne MCA 02, ensuite pour les 2 autres chaînes MCA 01 et MCA 03, en se basant sur le fichier réalisé, en comparant les besoins en composants actuels avec les nouveaux calculés. D'autre part, les boxes utilisés pour les changements appartiennent tous aux chaînes du projet Ford sans avoir à investir ou emprunter des boxes des autres chaînes de d'autres projets.

♦ **Proposition pour les boxes C dont les quantités de composants dépassent largement le besoin :**

Pendant la réalisation de l'étude et l'affectation des nouveaux boxes aux composants, certains composants présentaient des ennuis ; en effet, si on utilise un box de type C pour un composant on aurait une quantité plus grande que le nécessaire donc augmentation du WIP.

En revanche, le projet FORD dispose d'un autre type de box qu'on appellera box P plus petit que le box de type C.



Figure 44: box P

De ce fait on a pensé à deux propositions :

- ♦ Faire les calculs de capacités pour les boxes P et vérifier leur adéquation au besoin ;
- ♦ Garder les boxes C et définir un niveau maximal de remplissage (marqueur ou pvc à l'intérieur du box)



Figure 45: Niveau maximal de remplissage du box

- ♦ De cette manière , nous avons parcouru tous les composants des chaînes de montages pour rectifier le besoin en composant, ajuster les types de box et vérifier l'adéquation de ceux-ci avec les définitions du départements ingénierie (identifiant ;étiquette).

- ◆ Parallèlement à cette implémentation, on a veillé à remettre en place les 5S des structures comportant les composants des postes de travail sur lesquels on a travaillé (figure 46).



Avant

Figure 46: 5S des structures de composants

Après

2.3 Check

Après implémentation des actions sur la chaîne MCA 02, nous avons procédé à l'évaluation des gains relatifs à celle-ci. En effet, l'implémentation des actions a permis de :

- ◆ Ajuster le besoin en composant des postes de travaux de la chaîne MCA 02 ;

Réduire la valeur du WIP dans la chaîne MCA 02 du projet FORD de **77636,90Dhs** à **65682,07Dhs** soit un gain de **11954, 83 Dhs** ;

- ◆ Améliorer les 5S des postes de travaux et des structures des composants.

2.4 Act

L'évaluation des gains de l'implémentation des actions effectuée dans la chaîne MCA 02 nous a poussés à réaliser ces mêmes actions pour les deux chaînes MCA 01&03.

Pour ce faire nous avons réalisé le calcul du besoin en composant ainsi que l'affectation des boxes aux composants de la même façon. Cette étude et le gain pour chaque chaîne sont joints dans le livrable 2.

II. Optimisation du poste Test Vision

On a vu dans le chapitre précédent qu'on a un problème de déséquilibre des postes et que le poste qui dépasse largement le takt time est celui du test vision.

Afin de régler le problème on procède par la méthode « équilibrage des poste » qui est un outil de lean manufacturing très important et efficace qui consiste comme son nom l'indique à équilibrer les durées de travail des postes de la ligne de production. Comme expliqué précédemment, le takt time déjà défini cadence la production et les temps de cycle de tous les postes des lignes de production doivent être inférieures ou égal au takt time.

Tout d'abord pour analyser ce processus et faire une recherche exhaustive des causes racines du problème dont on a exprimé au paravent, pour ce faire on utilise le diagramme d'Ishikawa.

1. Diagramme d'Ishikawa ou 5M

1.1 Objectifs & Enjeux

- ♦ Rechercher les causes d'un effet ;
- ♦ Classer par famille les causes d'un effet observé ;
- ♦ Structurer la vision des causes d'un effet.

1.2 Principe

Le diagramme causes/effet (appelé aussi diagramme d'Ishikawa ou arête de poisson) se pratique en groupe de travail.

Il consiste à classer par famille les causes susceptibles d'être à l'origine d'un problème afin de rechercher des solutions pertinentes.

Cet outil se présente sous la forme d'arêtes de poisson classant les catégories de causes inventoriées selon la loi des 5 M (Matière, Main d'œuvre, Moyen, Milieu, Méthodes).

Les résultats trouvés lors de la réunion de brainstorming- avec l'ensemble du personnel de maintenance, développement informatique et production qui sont en interaction avec ce poste- sont illustrés dans les diagrammes suivants :

1.3 Application

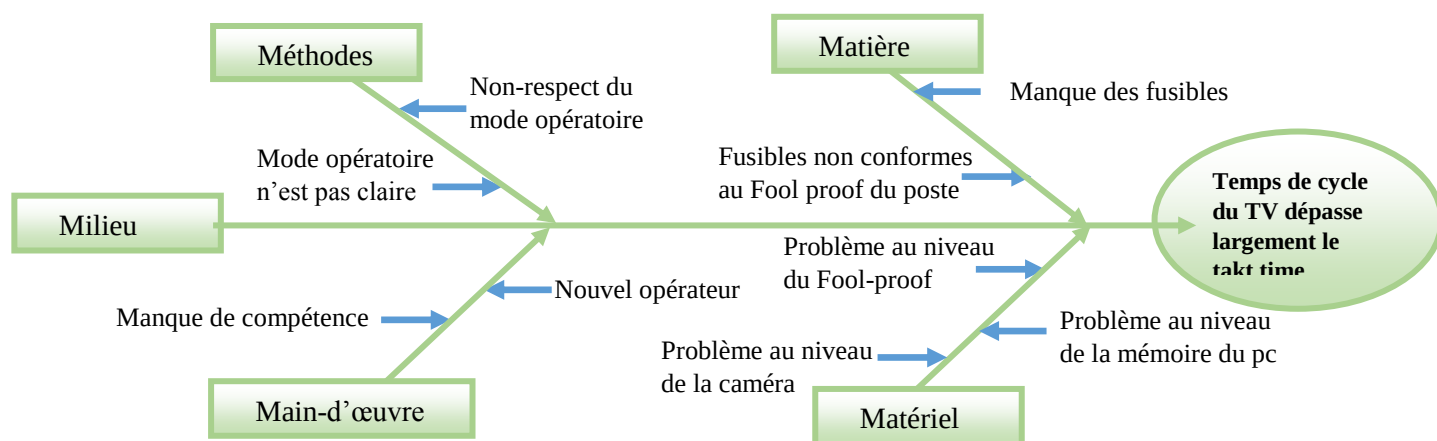


Figure 47: Diagramme Ishikawa du retard TV

Ensuite il a fallu rechercher parmi les causes potentielles exposées, les causes réelles du problème identifié afin de trouver l'origine de celui-ci. Ce sera notamment la cause la plus probable qu'il restera à vérifier dans la réalité et à corriger.

L'élaboration du diagramme Ishikawa nous a permis de déceler plusieurs problèmes relatifs aux 5M. En effet, le système Poka-Yoké est composé de deux tests comme étant expliqué dans le chapitre précédent :

- ♣ **1^{er} Test** : permet de scanner la référence du câble pour la détecter dans le système,
- ♣ **2^{ème} Test** : permet de reproduire une image des fusibles insérés pour la comparer avec une autre dans le système de la référence du faisceau de câble correspondant ;

Dans le cas d'équivalence le Test retourne 'OK' et dans le cas échéant, il retourne 'Erreur'.

Pendant la réalisation des deux tests, le programme manifeste plusieurs problèmes, dont :

- ♣ Des erreurs du message affiché : pour la majorité des câbles, si les fusibles sont bien placés le système retourne 'Erreur' ou l'inverse, ce qui engendre un temps additionnel pour la vérification des positions des fusibles ;
- ♣ Le système est trop lent : l'affichage des messages prend beaucoup de temps ;
- ♣ La caméra qui prend les clichés s'avère des fois inefficace.

Il a fallu donc décortiquer les 5M et s'assurer de chacune d'eux s'elle est responsable de ces problèmes :

♦ **Méthode**

Pour s'assurer de causes liées à la main d'œuvre, on a suivi le travail de l'opérateur depuis l'arrivée du câble à sa sortie du poste plusieurs fois et on l'a comparé avec le mode opératoire inscrit dans les consignes attachées au poste, les résultats étaient les suivants :

- ♣ Mode opératoire claire
 - ♣ Respect du mode opératoire
- 
- Le retard du poste est loin d'être causé par la méthode du travail de l'opérateur

♦ **Main d'œuvre**

De même pour la main d'œuvre, les gens qui travaillent dans ce poste sont des opérateurs qui ont une expérience justifiée dans un poste similaire et les opérateurs de ce poste pour tous les shifts ne sont pas nouveaux et ils ont une expérience de plus de deux ans pour chacun.



La main d'œuvre n'est pas la cause d'origine du retard du test vision

◆ Matière

Les documents remplis par les gens de qualité dans la période d'étude ont montrés que les composants sont conformes et ne présente aucune anomalie.

L'étude qu'on fait pour réduire le WIP et optimiser le muda de surstockage nous a permis de déterminer le besoin en matières premières dans le poste test vision et ceci a été implémenté sur terrain, ce qui confirme que le besoin de 4h de travail est assuré pour chaque box selon le principe de 2bin système (elle dépasse même le besoin et on l'avait réduit).



On a pas de manque ni non-conformité du composants, ainsi
la matière n'est pas responsable du retard du poste

◆ Matériel

Il ne reste que la vérification du matériel après l'élimination des autres causes en étant sûr qu'elles n'ont pas de relation avec le problème.

Après avoir examiné le matériel on a trouvé qu'il n'y a pas de problème dedans ce qui nous a amené à penser que la cause racine du problème n'est pas d'une origine physique mais s'agit d'un dysfonctionnement propre au système d'information.

Chose qui a été confirmé après l'intervention des gens du département technologie d'information ce qui dévoile enfin l'origine du problème qui est :

- ⌘ Non compatibilité d'image donnée par la caméra et celle du système.
- ⌘ La RAM du PC n'est plus opérationnelle.
- ⌘ Problèmes au niveau du code (programme installés au pc)

Ainsi après avoir trouvé les causes de provenance du problème, on a pu le réglé grâce à aux interventions faites. Les actions qui ont été mises en place sont :

- ◆ Changement de la caméra qui reproduit l'image des fusibles ;
- ◆ Changement de la RAM de l'unité centrale qui causait des retards au niveau de l'affichage des messages des Tests.

Un nouveau chronométrage du temps de cycle du poste a été nécessaire pour s'assurer que le problème a vraiment disparu !

1.4 Résultats

- ◆ Correction des erreurs des messages affichés lors de l'affichage des messages des tests ; le message retourne 'OK' lorsque les fusibles sont correctement placés et retourne 'Erreur' dans le cas échéant ;
- ◆ Elimination des erreurs de reproduction des images des fusibles dans la caméra ;

- ◆ Réduction du temps de traitement des requêtes dans le système du Poka-Yoké ;
- ◆ Diminution des fréquences de vérification des fusibles placés dans le faisceau de câble ;

La collaboration avec les techniciens Maintenance et IT ont permis de traiter les problèmes du poste Test Vision et ce en réduisant les temps de traitements et d'attente du matériel et au système.

- ◆ Le chronométrage fait nous a permis d'évaluer la réduction du temps opératoire du poste Test Vision et le modéliser par rapport au Takt Time de la chaîne de production et nous avons obtenu le diagramme suivant :

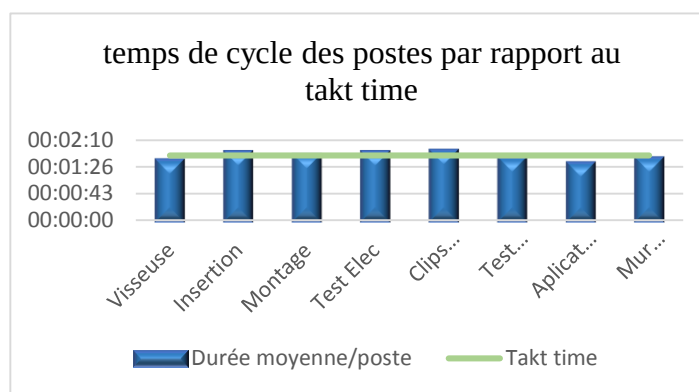


Figure 48: Equilibrage du poste Test Vision

Le temps de cycle du poste a été réduit du 2min47s à 1min 36s donc un gain de 1min11s !

III. Optimisation du poste clips checker

Afin de minimiser le temps d'attente causé par le changement de la base du poste Clip Checker, ainsi que les mouvements et les traitements inutiles causés par les dysfonctionnements déjà expliqués dans le chapitre précédent, il s'est avéré nécessaire de concevoir un modèle amélioré du poste qui pourra absorber le temps d'attente engendré.

Pour cela, nous avons choisi d'entamer notre analyse en suivant le PDP (Processus de développement du produit) qui englobe l'analyse fonctionnelle et des matrices de choix multicritères, afin d'aboutir à une conception optimale du poste.

1. Recherche de fonctions

1.1 Diagramme pieuvre

Le diagramme pieuvre (ou APTE) nous permet de répertorier toutes les fonctions de notre produit.

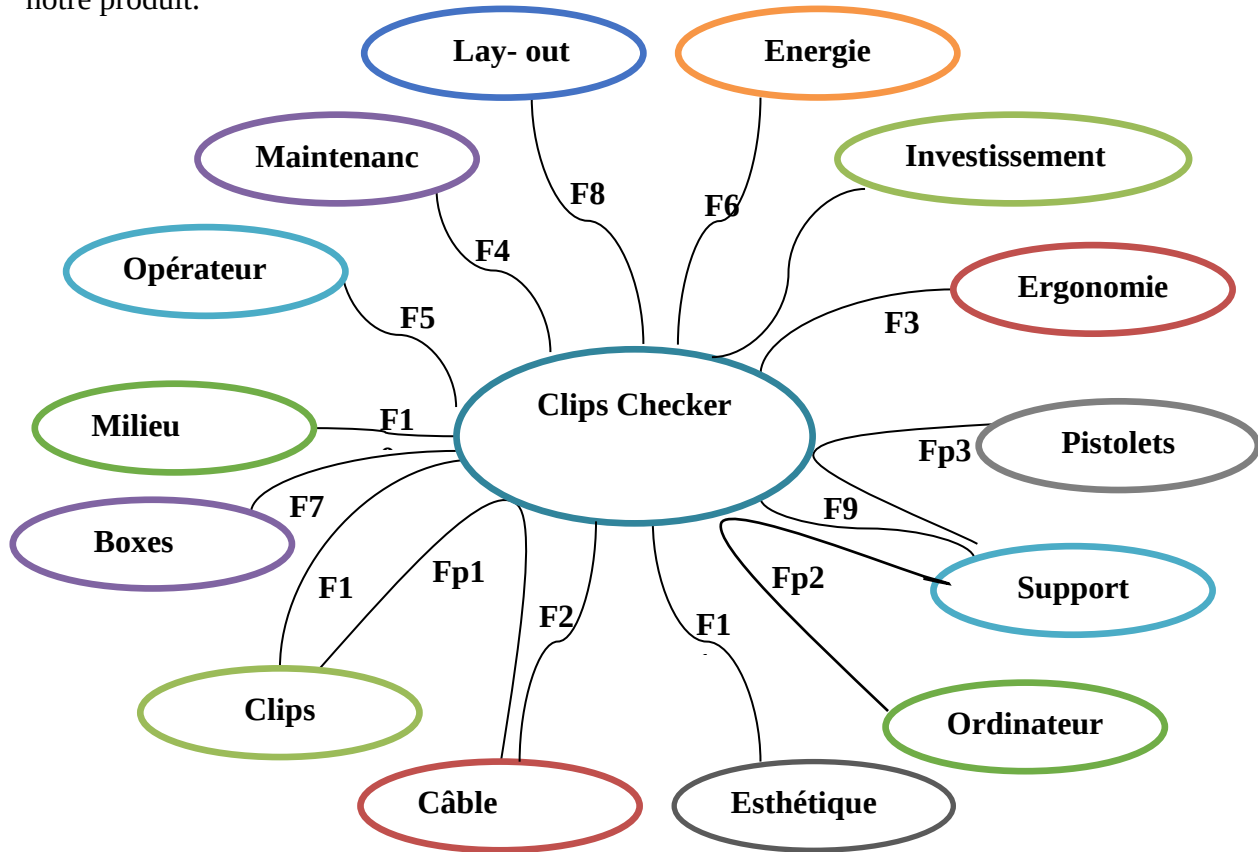


Figure 49: Diagramme pieuvre poste Clip Checker

Fonctions d'interactions	
Fp1: Vérifier les emplacements des clips sur le câble.	
Fp2 : Positionner l'ordinateur sur le support.	
Fp3 : Assurer le positionnement des pistolets sur le support.	
Fonctions d'adaptation	
F1 : S'alimenter en clips.	F7 : comporter le maximum des boxes.
F2 : Assurer le positionnement du câble.	F8 : s'adapter aux changements techniques du lay-out.
F3 : Assurer l'ergonomie.	F9 : Permettre la rotation de la table.
F4 : Etre facile à maintenir.	F10 : Etre robuste.
F5 : Faciliter le travail de l'opérateur.	F11 : Etre esthétique.
F6 : S'adapter à la source d'énergie.	F12 : Etre abordable.

Tableau 4: Les fonctions d'interactions et adaptation

2. Classification et caractérisation des fonctions

Le tableau ci-après permet de classer les fonctions selon Kano, tel que :

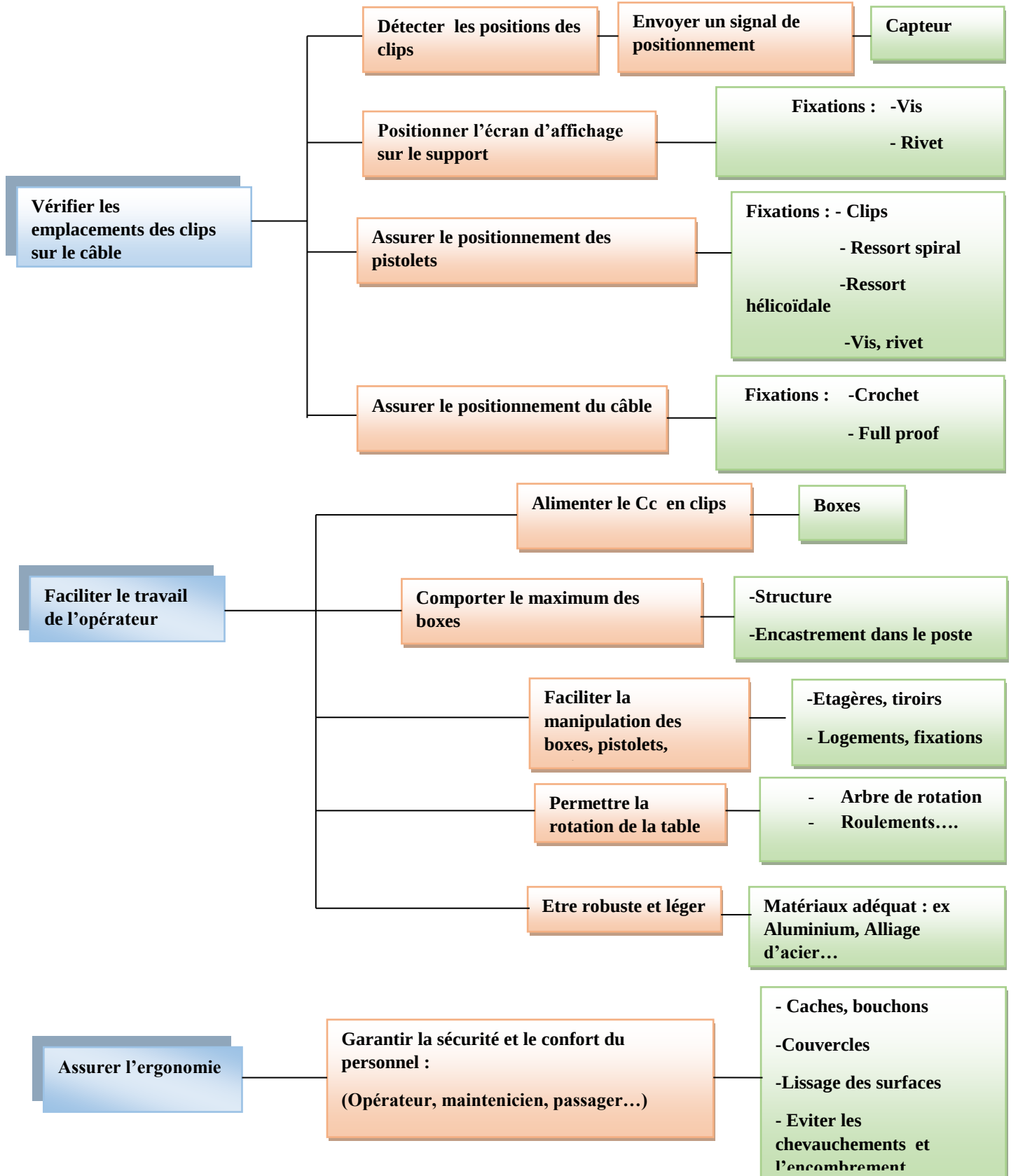
- ◆ **Fonction de base** : correspond au descriptif standard du produit/service. Elle correspond aux attributs que doit posséder le produit pour rencontrer les besoins du client. Sans de tels attributs, le produit est réputé inutilisable
- ◆ **Fonction de performance** : identifie ce qui va permettre de se distinguer de la concurrence non pas par une innovation, mais par une amélioration des attributs. Cela permet au client d'identifier le produit, et la marque comme performante.
- ◆ **Fonction d'excitation** : Les attributs d'excitation du client ne sont pas des attributs facilement identifiables par une enquête ou par une étude de marché, ce sont des besoins inexprimés et non attendus par le client.

Fonction	Classification Kano	Critère
Vérifier les emplacements des clips sur le câble	Fonction de base	Positionnement, dimensions
Positionner l'Ecran d'affichage sur le support	Fonction de base	Distance, visibilité
Assurer le positionnement des pistolets sur le support	Fonction de performance	Distance
Etre alimenté par des clips	Fonction de base	Capacité
Assurer le positionnement du câble	Fonction de base	Dimensions, espace
Etre facile à maintenir	Fonction de performance	Espace, standardisation
Faciliter le travail de l'opérateur	Fonction de performance	Espace, sécurité, vitesse
S'adapter à la source d'énergie	Fonction de base	Voltage
Comporter le maximum des boxes	Fonction d'excitation	Espace, dimensions
S'adapter aux changements techniques du lay-out	Fonction de performance	Dimensions, Nombre de composants...etc.
Permettre la rotation de la table	Fonction de base	Hauteur
Etre robuste	Fonction de base	choc
Assurer l'ergonomie	Fonction de performance	Espace, Etat de surface...etc.
Etre esthétique	Fonction d'excitation	Couleur, design
Etre abordable	Fonction de performance	Coût

Tableau 5: Classification des fonctions selon Kano

3. Ordonnancement des fonctions (Diagramme FAST)

L'ordonnancement des fonctions permet de traduire chacune des fonctions de services en fonctions techniques puis en solutions constructives.



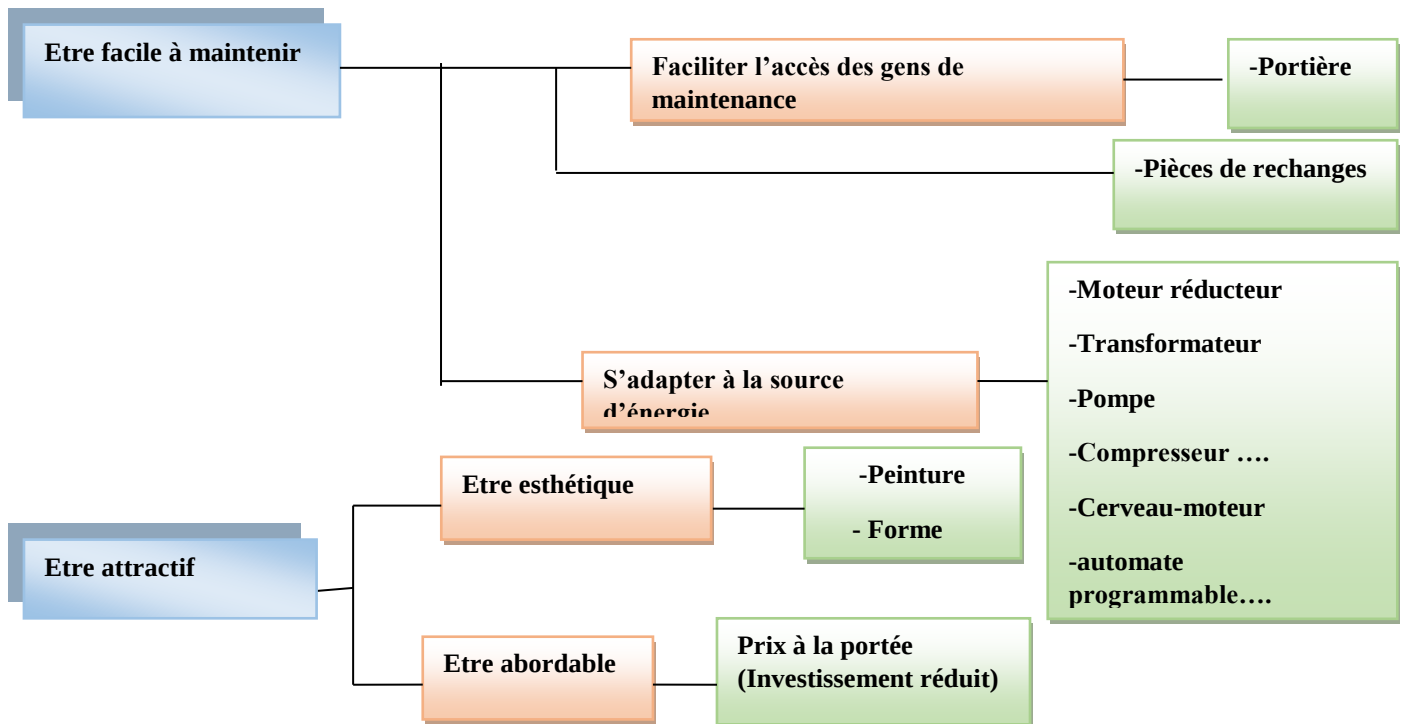


Figure 50: Diagrammes FAST

4. QFD (Maison de qualité)

Une matrice QFD (Quality Function Development, Développement des Fonctions Qualités) est un outil d'aide à la décision dans la conception de produits ou de services. Cette matrice permet de représenter les caractéristiques et paramètres critiques pour le client (attentes, besoin du marché, désirs des futurs utilisateurs) recensés lors d'enquêtes marketing ou d'étalonnage (Benchmarking) par exemple, et de coupler aux différentes solutions envisagées. La grille réalisée permettra ainsi d'évaluer les meilleures solutions dès la conception du produit ou du service.

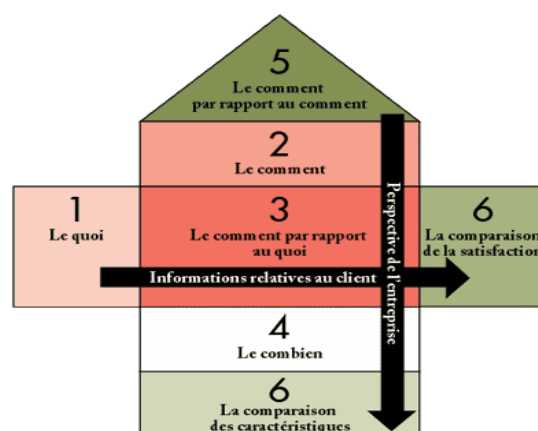
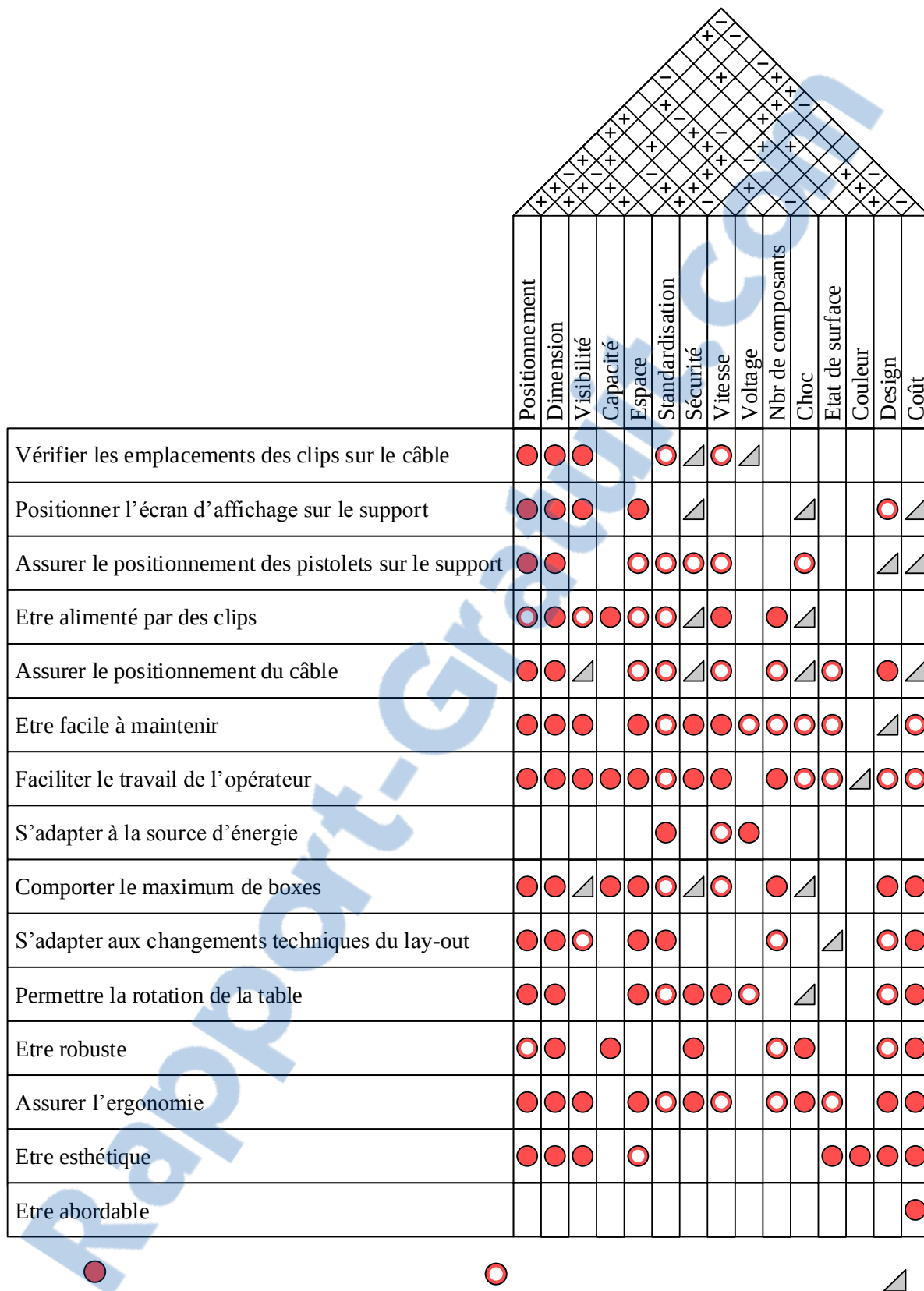


Figure 51: Modèle du QFD



● Relation forte

● Relation moyenne

▲ Relation Faible

Figure 52: Maison de qualité

5. Choix de concept général (la matrice morphologique)

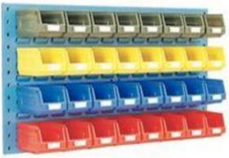
La matrice morphologique, conçue par l'astrophysicien suisse Fritz Zwicky, est une méthode de découverte d'idées elle est fréquemment utilisée pour des problèmes dits de constellation donc par exemple lors de la conception de produits ce qui est le cas pour notre étude

En principe, il s'agit de diviser le problème à résoudre en aspects partiels individuels. En variant et en combinant de manière quelconque ces aspects, de nombreuses solutions potentielles pour votre problème seront générées ; la probabilité augmente de parvenir très près de la solution optimale.

Ainsi si vous avez réalisé l'analyse fonctionnelle de votre système et vous désirez connaître les solutions susceptibles de satisfaire les fonctions techniques identifiées. Vous pouvez coupler ces fonctions à des solutions connues ou expérimentées. De la sorte, vous aboutirez à une solution de conception certes satisfaisante, mais qui risque d'être routinière.

Si vous souhaitez faire émerger des solutions plus créatives, vous pouvez décider d'élargir votre recherche. Vous pouvez ainsi explorer systématiquement l'espace des solutions grâce à l'analyse morphologique.

Dans le même contexte et afin de trouver les résultats souhaitables on a appliqué cette méthode dans l'amélioration du poste clip checker.

Solutions Fonctions	Solutions				
	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	Solution 5
Détecter les positions des clips	 1	Capteur de position sonore  11	Capteur de position sensuel  21	Capteur de position clignotant  31	Capteur de position sensuel et clignotant  41
Positionner l'écran d'affichage sur le support	 2	 12	 22	 32	 42
Assurer le positionnement du câble	 3	 13	 23	 33	 43
Alimenter le Poste par des clips	 4	 14	Clips sur table 24	Boxes cylindrique 34	 44
Comporter le maximum de boxes	 5	 15	 25	Fixation des boxes au poste (sur la table ou sur le support ou bien les deux) 35	 45

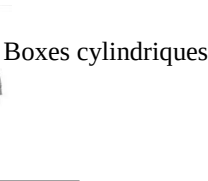
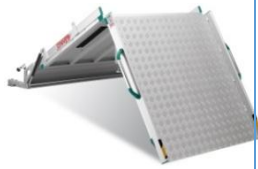
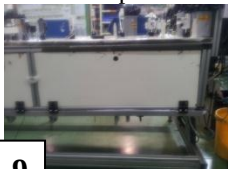
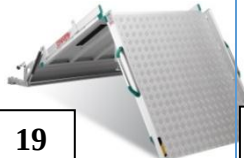
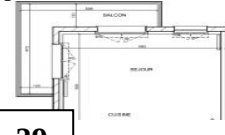
Faciliter la manipulation des boxes	Boxes logées dans poste  6	Structure de boxes coulissantes  16	Boxes cylindriques  26	Structure porte boxes  36	Boxes attachée et glissante sur la table du poste  46
	Faciliter la manipulation des pistolets	Pistolet se déplaçant par un ressort spiral (fixé sur la table ou sur le support...)  7	Pistolet se deplaçant par un ressort hélicoidale (fixé sur la table ou sur le support...)  17	Pistolet combinant entre ressort spiral et helicoidale  27	Pistolet manuel  37
Permettre la rotation de la table (left to right ou l'inverse)	 8	 18	 28	 38	 48
Faciliter l'accès des gens de maintenance	Porte permettant de vérifier le câblage interne du poste  9	Observer le câblage interne directement en dessous de la table  19	Table démontable à moitié rotative (table capôt)  29	Les 2 tables sont séparée en forme de murs horizontales et parallèles fixes au sol  39	49
S'adapter à la source d'énergie	Energie électrique 10	Poste automatisé 20	Energie mécanique 30	Energie pneumatique 40	Energie solaire 50

Tableau 6: Matrice Morphologique

6. Choix de concept (la matrice de Pugh)

6.1 Principe de la méthode

La matrice de Pugh, ou matrice de décision, est un outil simple d'aide à la décision multicritères permettant de progresser dans la résolution de problèmes de décision où plusieurs objectifs, souvent contradictoires, doivent être pris en compte. En appliquant plusieurs critères de décision simultanément, l'objectif de cet outil est d'effectuer le choix optimal malgré des critères conflictuels.

6.2 Application de la méthode

En se basant sur des combinaisons logiques et créatives entre les solutions techniques présentées dans la matrice morphologique, on a pu tirer les concepts suivants :

Concept	Solutions techniques retenues
1	{21, 12, 33, 14, 5, 16, 27, 18, 9, 30}
2	{41, 12, 33, 14, 5, 16, 27, 18, 9,30}
3	{ 41,12,43,34,35,46,18,9,30,27}
4	{41, 12, 43, 14, 5,16, 27, 18, 9, 20}
5	{41, 2, 43, 14, 15, 36, 27, 28, 39,30}
6	{31, 2, 43, 14, 15, 36, 47, 28, 19, 30}
7	{11, 42, 23, 44, 35, 46, 37, 18, 9, 30}
8	{1, 23, 4, 25, 36, 27, 38, 29, 30}
9	{41, 13, 34, 5, 16, 18, 9, 50}
10	{11, 22, 3, 44, 6, 27, 18, 9, 10}

Tableau 7: Les concepts choisis

◆ Choix de concept prioritaire : Matrice de Pugh

On choisit un concept de référence (Pour notre cas : Concept 1) et on compare les autres concepts par rapport à cette référence pour tous les critères tel que :

- ♣ 'S': Same than the base line;
- ♣ '+' : Better than the base line;
- ♣ '-': Worse than the base line.

Critère	Concept									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Positionnement	S	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Dimension	S	S	S	S	-	S	S	S	S	S
Visibilité	S	S	S	S	-	S	-	-	-	S
Capacité	S	S	S	S	+	+	+	+	S	-
Espace	S	S	S	S	+	-	S	-	S	S
Standardisation	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Sécurité	S	S	S	S	-	S	S	-	S	S
Vitesse	S	-	S	S	-	-	S	-	S	S
Voltage	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Choc	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-
Etat de surface	S	S	S	S	S	S	S	-	S	S
Total +	0	1	1	1	3	2	2	1	1	1
Total -	0	1	0	0	4	2	1	6	1	2
Total score	0	0	1	1	-1	0	1	-5	0	-1

Tableau 8: Matrice de Pugh Niveau1

D'après la matrice les concepts 'winner' sont : Concept 3, Concept 4 et Concept 7.
Pour choisir entre les 3 concepts on fait une 2ème matrice de Pugh :

Critère	Concept 3	Concept 4	Concept 7
Positionnement	S	S	S
Dimension	S	+	-
Visibilité	S	S	-
Capacité	S	+	S
Espace	S	S	S
Standardisation	S	S	S
Sécurité	S	S	S
Vitesse	S	S	S
Voltage	S	S	S
Choc	S	S	S
Etat de surface	S	S	S
Total +	0	2	0
Total -	0	0	2
Total score	0	2	-2

Tableau 9: Matrice de Pugh Niveau 2

Le concept final choisi pour notre étude est donc le **concept 4**.

7. Modélisation du poste Clip Checker sous catia v5

On choisit de faire la conception du nouveau poste Clip Checker en utilisant le logiciel CATIA V5 que nous avons eu l'occasion de manipuler pendant notre période de formation à la FSTF.

The diagram illustrates a 2D network topology with 5 nodes, each represented by a yellow circle with a number. The nodes are connected by a central rectangular area containing various data flows represented by cylinders and rectangles.

Nodes and their associated data flows:

- Node 1 (bottom left):** 0133, 0224, 7539, 3509, 5848, 2749
- Node 2 (bottom center):** 0181, 7539, 7745, 8776, 8695
- Node 3 (bottom right):** 0133, 3048, 7532, 0803, 0513, 0226, 1862
- Node 4 (top left):** 0133, 0224, 0181, 1860
- Node 5 (top right):** 0181, 0224, 0133, 3048

Data Flows (Cylinders and Rectangles):

- Left side:** 0224, 0133, 0513, 0181 (green rectangles); 1860, Dechet (blue rectangle)
- Center:** 2749, 0224, 0181, 0133, 3048, 7539, 7745, 7532, 3048 (cylinders); Dechet (blue rectangle)
- Right side:** 0133, Dechet (blue rectangles); 0224, 1862, 0226, 0513 (cylinders); 8776, 0803, 8695, 877 (blue rectangles)

Ensuite, il a fallu dimensionner la structure porte-boxes qui remplacera tous les boxes qui traînent sur le poste, bloquent le travail des opérateurs et augmentent le temps de changement de base, tout en respectant la distance entre celle-ci et la table, cette distance est nécessaire à l'enlèvement du câble après son contrôle, ainsi qu'un niveau maximal de la structure qui ne faudra pas dépasser afin de ne pas gêner à l'utilisation pistolets suspendus du haut du car ils sont utilisés par les opérateurs de chacun des deux côtés de la table (voir annexe 4,figure 6).

Puisque les boxes doivent être en plastique en raison de légèreté et d'investissement minimum ainsi que la matière premières (clips) sont également en plastique et trop légers, la charge répartie de l'ensemble des boxes sur toute la structure est estimée à une valeur qui ne dépassera pas 50N ce qui rend un calcul RDM de vérification d'adaptation de celle-ci sur le support du poste facultatif.

- ◆ Assurer la rotation de la table du Clip Checker sans temps additionnel ; en effet, la structure comportera tous les boxes de composants du poste, les opérateurs devront juste

soulever la structure, faire tourner la table vers la base voulue, puis rabaisser la structure au niveau de leur espace de travail ;

- ◆ Garantir un box défini pour chaque composant selon le besoin en composant ;
- ◆ Rassembler de chaque côté les composants spécifiques à chaque opérateur ;
- ◆ Libérer l'espace de travail des opérateurs ; en effet, la structure comportera tous les boxes de composants, de ce fait les opérateurs n'auront plus à déposer les boxes sur l'espace de travail et réaliseront leurs tâches sans obstacles ;
- ◆ Assurer l'ergonomie du poste de travail ; la structure est glissante, les opérateurs régleront sa position selon leur confort au travail, en effet, la structure ne sera ni trop élevée, ce qui causera la fatigue des opérateurs, ni trop basse pour ne pas gêner leur travail ;
- ◆ Eviter le gaspillage des composants ; les opérateurs n'auront plus à déplacer les boxes sur la table ce qui crée des chutes de composants par la suite leur détérioration,
- ◆ Assurer la sécurité des opérateurs ; la structure protégera les opérateurs de tout accident de trébuchement ou de glissement à cause des boxes positionnés par terre lors de l'opération de rotation.

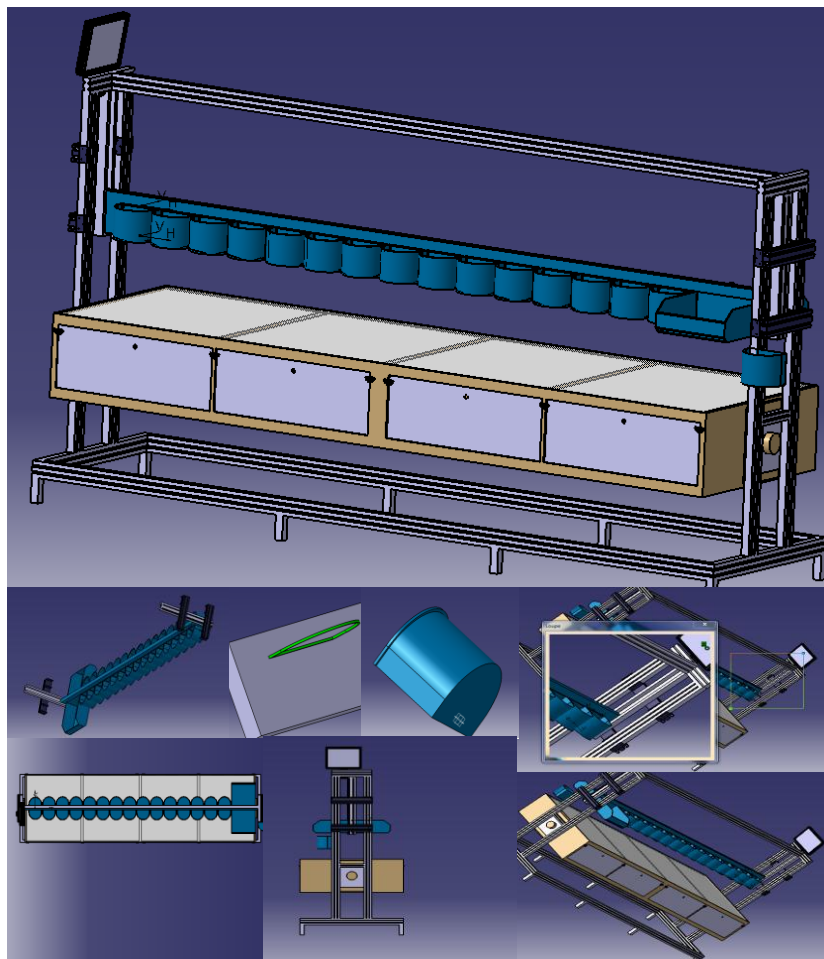


Figure 54: Modélisation du poste Clip Checker amélioré

IV. Optimisation du poste Off Line

Pour réaliser une solution optimale et efficace et qui répond au besoin défini, nous avons tout d'abord cartographié l'emplacement actuel des deux postes OL en interaction avec les postes voisins.

Cette cartographie nous permettra de visualiser de près l'espace occupé par les deux postes et réfléchir aux éventuelles implantations qui optimiseront l'espace dans la chaîne.

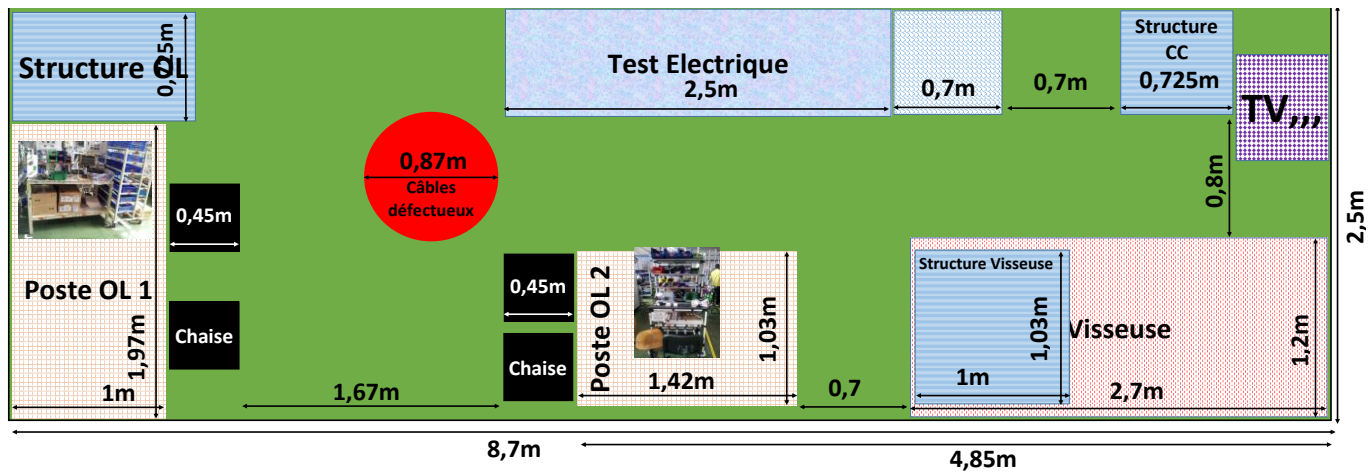


Figure 55: Position actuelle du poste OL

1. Eléments en interaction avec le poste OL

Les éléments en interaction avec le poste vont nous permettre de prendre en considération tout influence sur l'étude qu'on va réaliser pour la conception et l'implantation du nouveau poste OL.

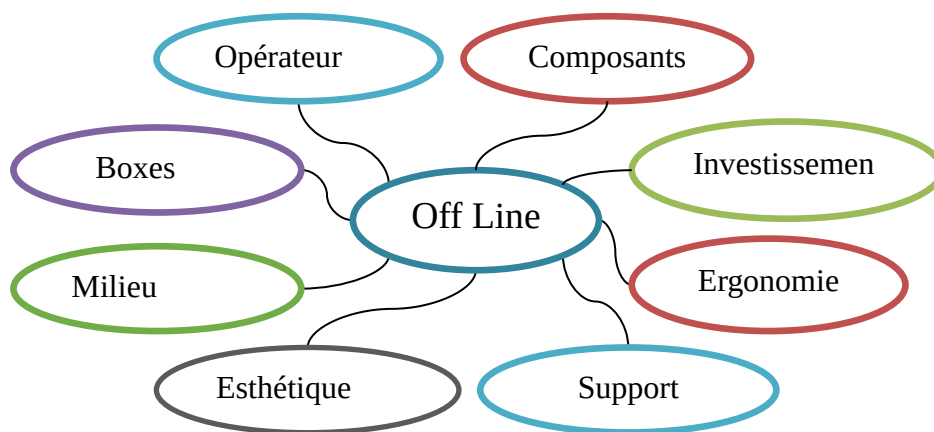


Figure 56: Eléments en interaction avec le poste OL

1. Définition des emplacements des postes de travail

Les deux postes OL comptent 4 opérateurs réalisant 4 tâches différentes. L'idée était de rassembler les deux postes en un seul, qui va réunir tous les opérateurs, les quantités de matières premières nécessaires, les connecteurs à travailler ainsi que les produits finis du poste.

Cette nouvelle disposition permettra de :

- ◆ gagner en espace de travail ;
- ◆ éviter l'encombrement des postes ;
- ◆ éviter les déplacements inutiles entre ceux-ci.

2. Implantation du nouveau poste OL

Précédemment, les deux postes OL étaient situés entre les deux chaînes MCA 02 et 03. Cette implantation était en faveur de ces dernières quoiqu'elle défavorise la chaîne MCA 01.

En étudiant l'espace alloué aux différents postes voisins des postes OL, et tenant compte de l'incapacité de déplacer des postes dans la chaîne, nous avons proposé de positionner le poste OL des deux façons suivantes :

- ◆ **Proposition 1 :** étant donné l'espace regroupant les deux postes OL et le poste Visseuse, la première proposition était de mettre le nouveau poste OL à la place du poste Visseuse et déplacer ce dernier dans la position du poste OL1. Cette implantation permettra de gagner un espace de $2,7\text{m}^2$,

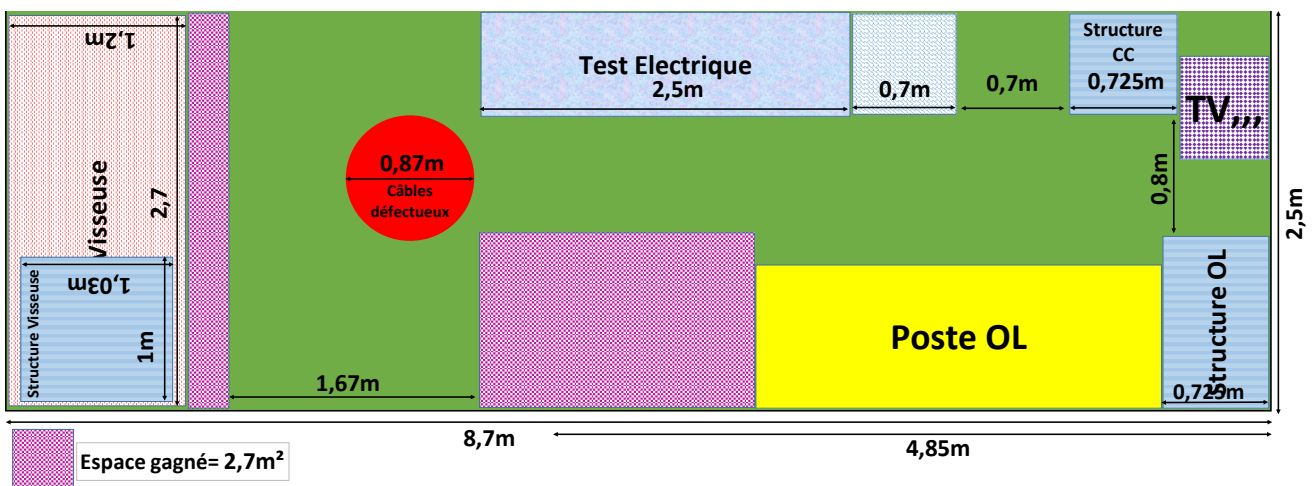
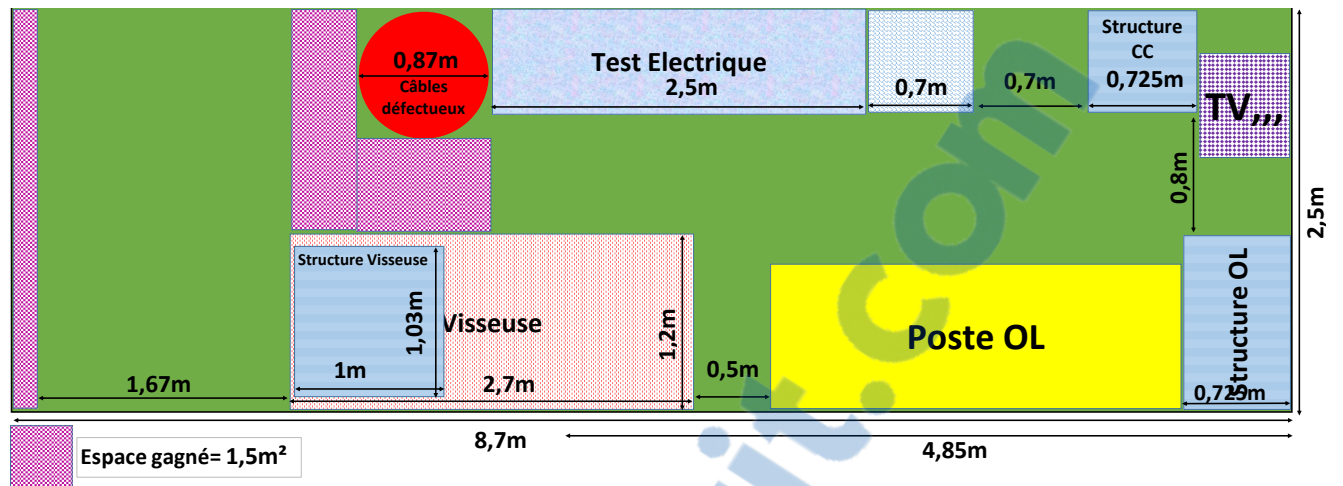


Figure 57: Proposition implantation (1)

- ◆ **Proposition 2 :** comme pour la proposition 1, le nouveau poste OL sera à la place du poste Visseuse tout en décalant ce dernier par rapport à sa position initiale et en laissant une allée de circulation de 0,5m. Cette implantation nous permettrons de gagner $1,5\text{m}^2$.



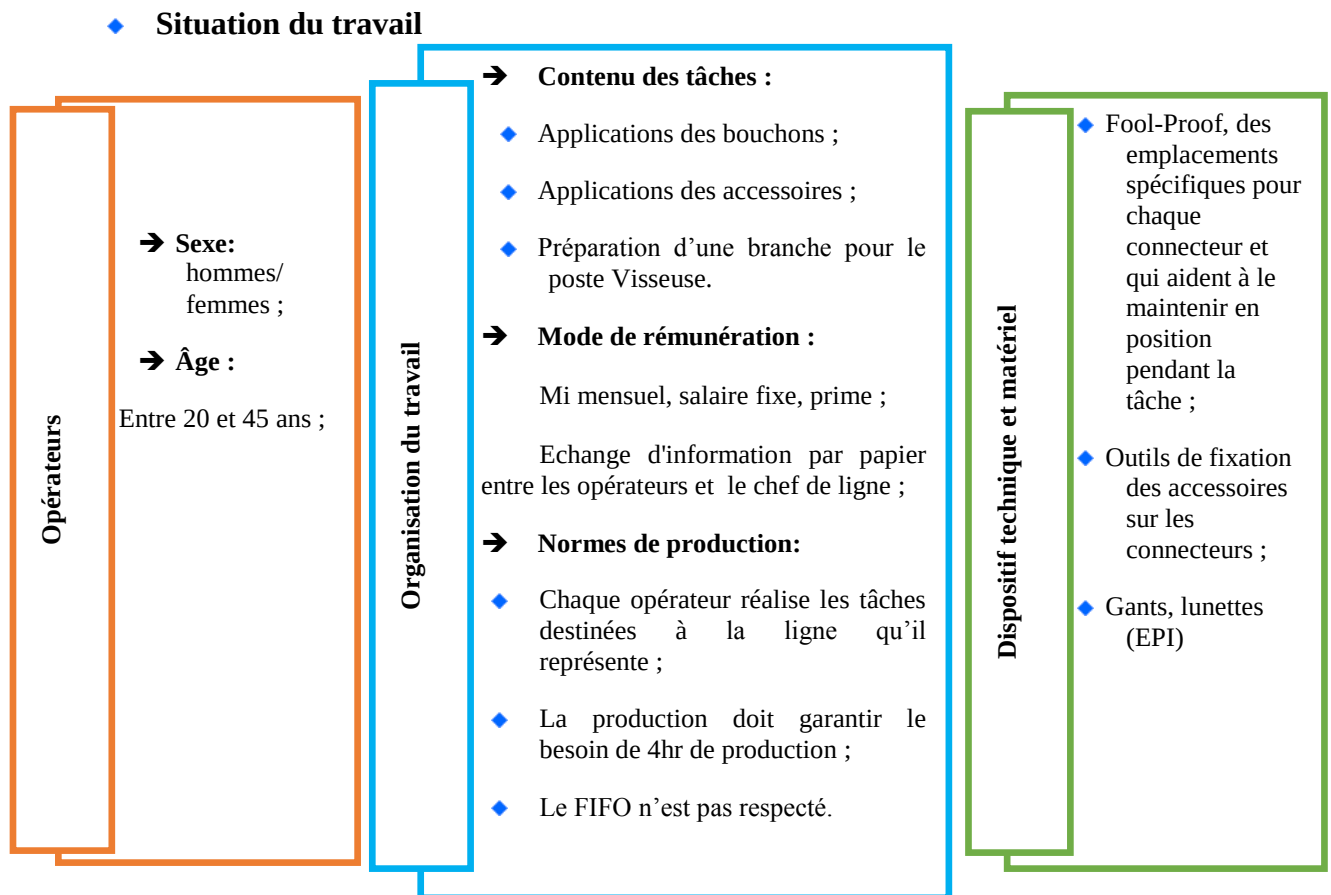


Figure 59: Situation de travail

◆ **Le modèle centré sur la compréhension de causalité**

L'étude des postures est très importante dans une étude ergonomique vue qu'elle nous permet d'exprimer les relations de l'homme avec la situation de travail pour repérer les effets de l'activité sur celui-ci.

L'opérateur dans le poste OL garde toujours la même posture, celle assis dans une chaise. Cette position contribue à plusieurs maux, notamment de dos et de jambes, suite à la succession de plusieurs faits :

- ☞ L'opérateur dans sa chaise est soit à un niveau inférieur ou supérieur du poste de travail ce qui le pousse dans plusieurs cas à ramener les composants sur ses jambes pour travailler ;
- ☞ Pour s'alimenter en composants l'opérateur doit se pencher, à partir de sa chaise, pour prendre une boîte et en ramasser les composants ;

Ces positions nuisent à la santé de l'opérateur et lui procurent de la fatigue, ce qui mène à une déconcentration pendant la réalisation de leurs tâches. Ci-après un tableau qui détaille la posture assis de l'opérateur.

Action	Type de posture	Fréquence	Durée de maintien
Appliquer les bouchons dans le connecteur		Selon le besoin de la chaîne	7h40min

Tableau 10: Mode opératoire du poste

Par la suite, nous avons réalisé le modèle centré sur la compréhension de causalité, en se basant sur la situation de l'espace de travail. Ce modèle permet de définir les détails des acteurs qui agissent sur l'ergonomie du poste (l'homme et l'entreprise), dans le but de rassembler toutes les informations nécessaires pour l'analyse des causalités. Ensuite, il faut définir les effets de ces causes sur le rendement de l'homme ainsi que l'entreprise.

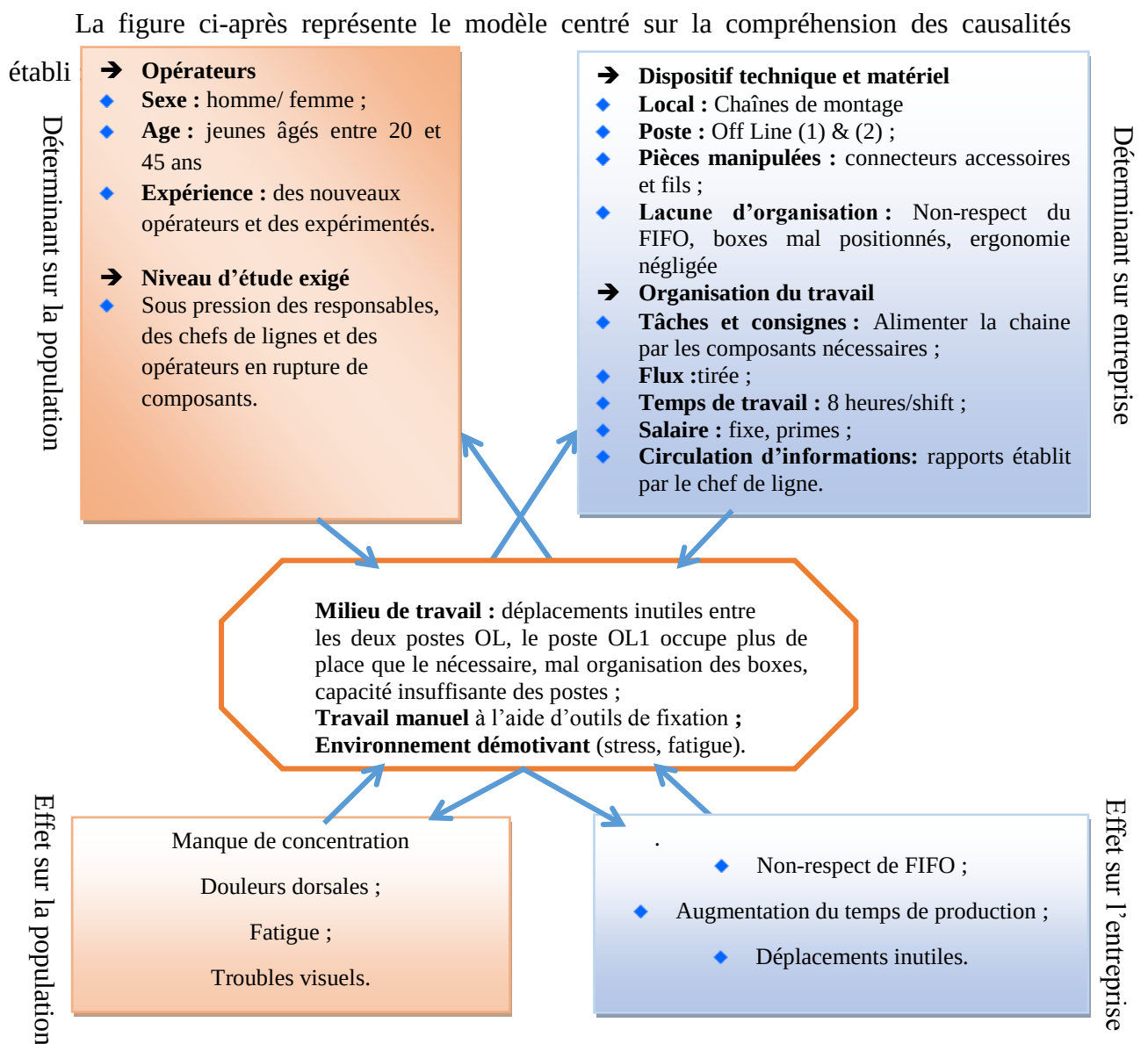


Figure 60: Modèle centré sur la compréhension des causalités

Nous proposons dans ce modèle le plan d'action agissant sur l'homme, l'organisation et les dispositifs techniques et matériels ainsi que l'entreprise. Ce modèle permet de définir les actions à entretenir par la suite pour garantir un niveau satisfaisant d'ergonomie du poste.

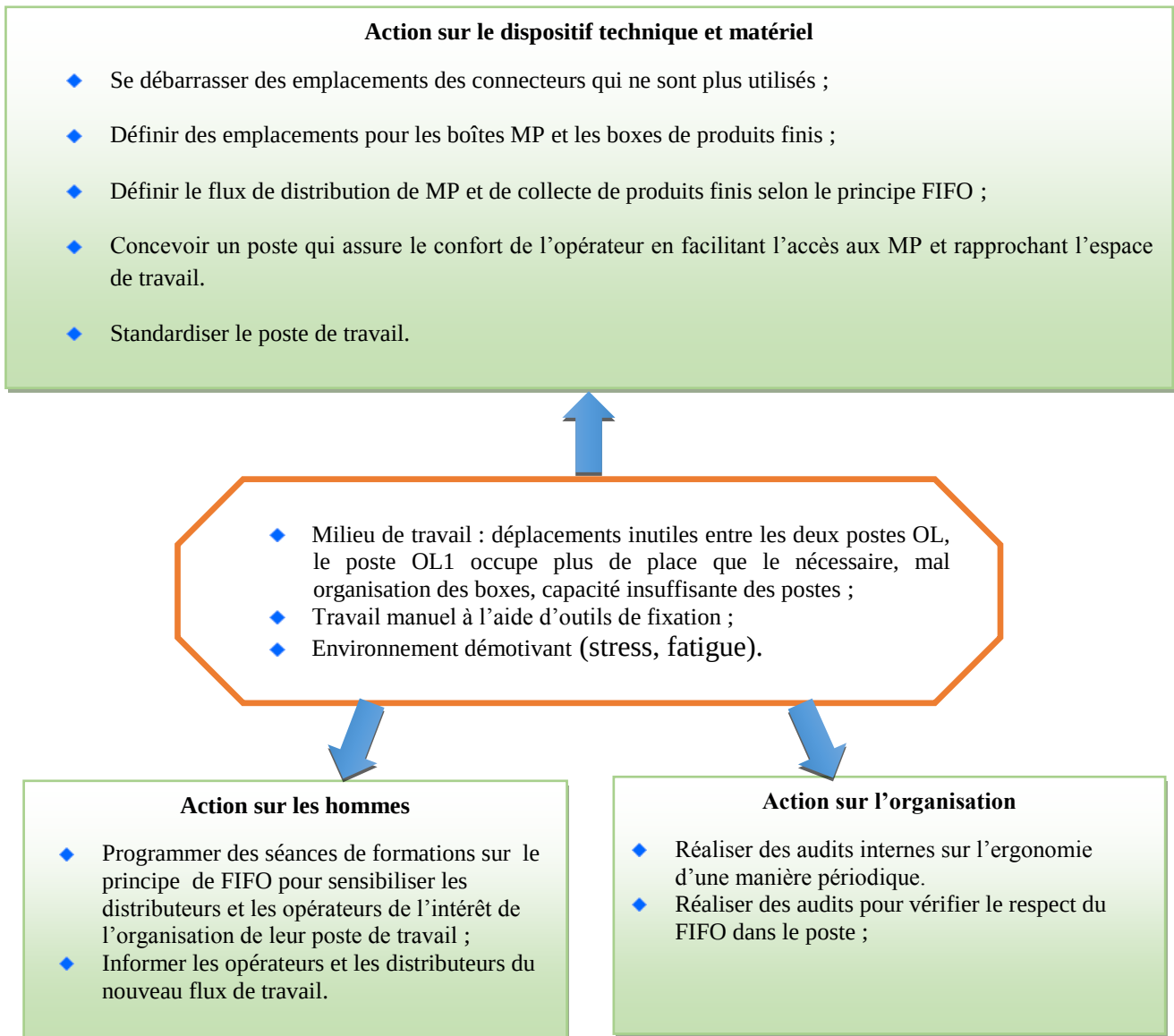


Figure 61:Modèle de compréhension axé sur les actions

4.2 Conception du nouveau poste OL sous catia V5

De la même façon, on a conçu le nouveau poste OL en utilisant le logiciel CATIA V5 et ce, en prenant en compte l'ergonomie du poste, l'espace alloué ainsi que les dimensions requise pour réaliser les tâches dans plus favorables conditions. Les dimensions du poste sont conclues à partir des dimensions des boites de matières premières qui doivent être mis sur celui-ci. L'étude du WIP qu'on a fait précédemment nous a permis d'identifier le nombre

nécessaires de boîtes pour la production de 4h selon le 2bin système et qui doivent être déposés au poste. Vous trouverez les dimensions du nouveau poste à l'annexe 6(figure7).

Nous avons tout d'abord modélisé le nouveau poste en intégrant les différents postes de travail, la position de chaque opérateur ainsi que la position de la matière première

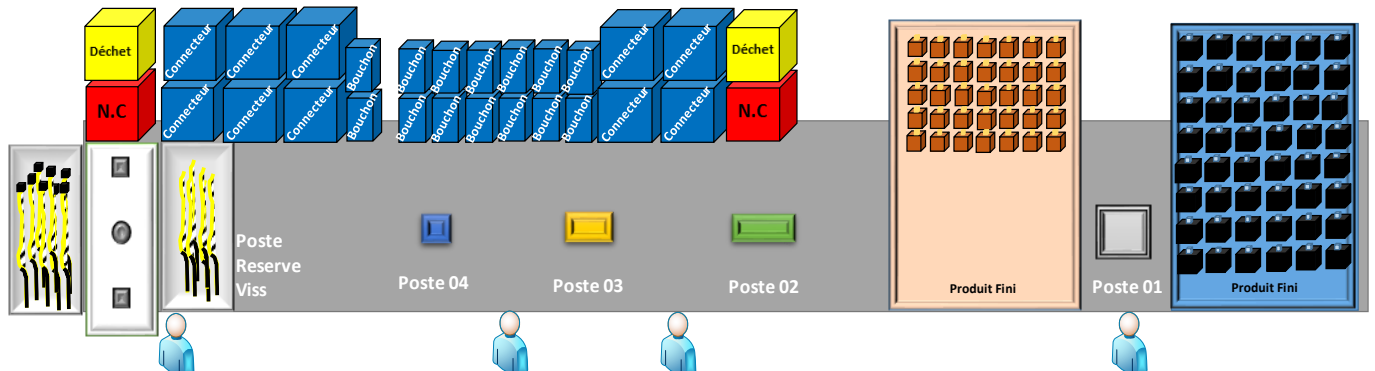


Figure 62: Modélisation du nouveau poste de travail

◆ Modélisation du poste sous catia

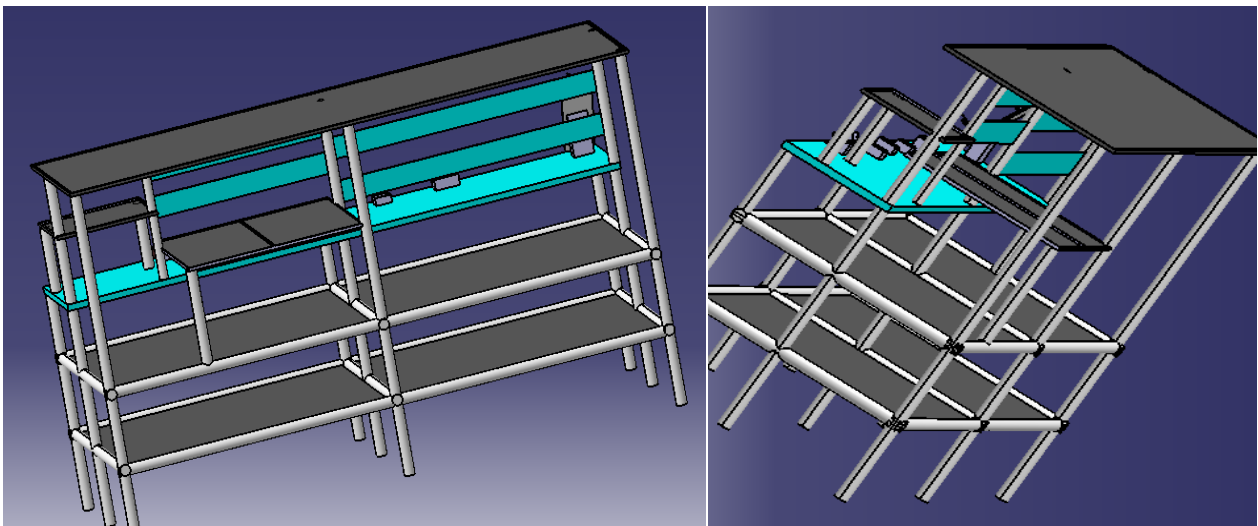


Figure 64: Conception du nouveau poste OL sous catia

◆ Entrées-sorties du poste OL

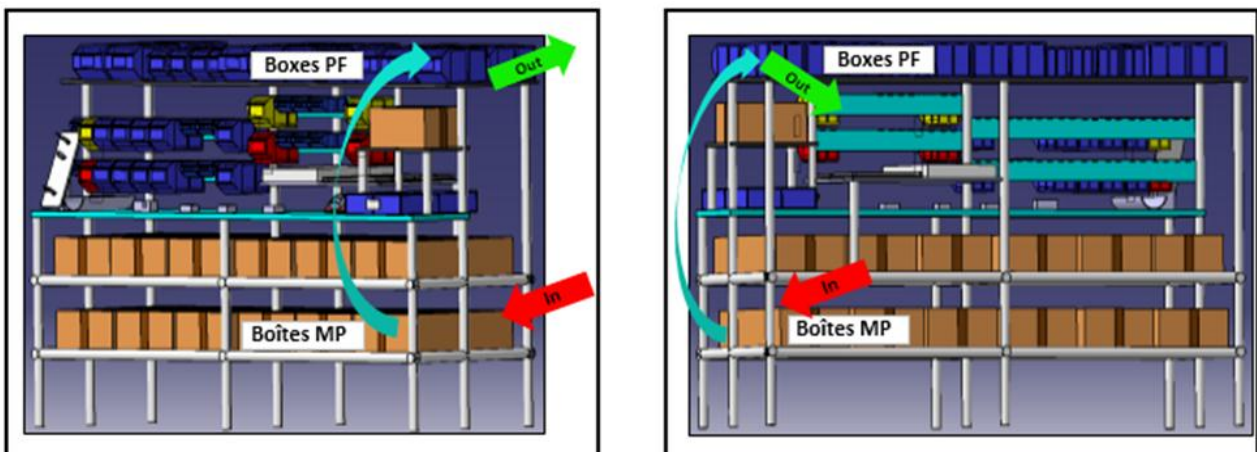


Figure 65: Entrées sorties de la matières au poste OL

Chapitre 5

WIP SYSTEME ET REAMENAGEMENT DU SUPERMARCHE

Ce chapitre donne une description détaillée du magasin des matières première et de la logistique de celle-ci jusqu'à son arrivée aux chaines de production ainsi que les problèmes rencontrés et les solutions proposés

Avant d'entamer la description du problème rencontré au niveau du supermarché, il s'est avéré nécessaire de comprendre le flux logistique des matières premières depuis la réception jusqu'au la livraison aux chaines de production.

I. Flux logistique des matières premières du magasin aux chaines de production

1. Réception des marchandises

Après la décharge des camions, les palettes des boites de marchandises sont déposées dans la zone de réception pour être par la suite contrôlées et séparées en fonction de leurs familles de références.



Figure 63: palette d'une famille de références

Ce contrôle consiste à vérifier les références et les quantités des articles reçus pour les comparer avec les données figurant sur les factures, tandis que la séparation se fait en fonction de la nature des articles : Zone files, connecteurs, terminaux...

Ensuite on procède à l'introduction des matières premières dans le système, l'opération de scan permet d'introduire les informations nécessaire au système afin d'imprimer une carte d'identité sous forme d'étiquette pour chaque lot qui comprend le numéro de lot, le fournisseur, le nombre de pièces, la date d'arrivée, 'YAZAKI Part Number' et une zone pour les remarques d'inspection, les coordonnées de la zone de stockage ;



Figure 64: Etiquette avec code barre YAZAKI



Figure 65: Informations d'une étiquette de YAZAKI

Les lots qui ne demandent pas d'inspection vont directement à la zone du stockage, et comportent sur leur étiquette la lettre 'Y' (YES) ; ceux qui sont suspects vont à l'inspection et comportent sur leur étiquette la lettre 'N'(No) ; ceux qui sont heurtés ou comportent une anomalie externe lors de la décharge sont également envoyés à l'inspection avec une étiquette 'Damaged' afin de vérifier s'ils comportent des composants non conformes ou pas.

Le service inspection du département Qualité contrôle visuellement les articles reçus. En cas d'observation d'une anomalie les articles concernés sont séparés et placés dans la zone d'inspection en attendant la prise d'une décision de la part des 'Stocks Planners'.

Etant passé par ces étapes, les lots sont placés dans la zone de séparation en attendant leur introduction dans la zone de Stockage.

2. Le stockage

La zone du stockage se compose de 6 Rayons, chaque rayon s'étale sur 37 rayonnages de 8 étagères, ainsi les rayonnages sont remplis de palettes de haut en bas, du plus lourd au plus léger, du plus récent au plus ancien comme l'exige la méthode FIFO. Ainsi les palettes sont admises en stockage et placées dans un endroit défini par le système. A signaler que chaque palette possède une fiche appelée 'Fiche Palette' qui décrit sa situation actuelle.



Scan du part number de la boîte



Scan d'un emplacement vide



Scan du code barre global du lot

Figure 66: définition d'un emplacement d'une palette à la zone du stockage

3. La sortie de stock

Les matériaux sont collectés du magasin par le remplissage de la commande de sortie ou présentation de la carte Kanban que ce soit pour alimenter directement les chaînes (PVC) ou pour le stockage au supermarché (pièces, fils...)

4. Le supermarché

Le supermarché est un stock intermédiaire, placé entre la production et le stock principal, qui a pour mission l'alimentation rapide et efficace des points de consommation en matières premières. En effet, le supermarché est aménagé en petits rayons, chaque emplacement du rayon est propre à un seul composant dont on doit garantir la disponibilité à chaque moment.

Une fois reçue par le Supermarché, la palette des boîtes matières premières est scannée afin de confirmer la livraison de la commande et procéder à placer chacune de ces boîtes à son emplacement défini.

Les boîtes ouvertes sont rassemblées dans un chariot puis scannée et on leur colle une étiquette qui porte un chiffre dont la signification est la semaine de consommation de la boîte.

Le scan des boîtes ouvertes se fait afin d'informer le système par ceci, et la quantité de la boîte (SNP) appartient directement au système des chaînes de montage (P1).



Figure 67:boîte ouverte dans le Supermarché

Lorsque la boîte est ouverte et consommée (vide), on scan celle-ci afin de lancer une nouvelle commande de matières premières destinée à la zone du stockage.

I. Problèmes observés au Supermarché

Cette partie du projet porte sur l'amélioration et l'élimination des dysfonctionnements, qui se manifestent dans le supermarché des matières premières qui constituent un élément critique dans la chaîne de production du projet FORD ainsi qu'à d'autres projets de (YMO).

1. Dysfonctionnements physiques

Une analyse de cette partie de l'usine nous a mené à relever les problèmes suivants :

- ◆ Une implantation des rayons du supermarché non convenable qui ne permet pas de garantir la sécurité du personnel ; Les allées de gerbage sont confondues avec les allées de circulation ainsi le chariot élévateur risque d'heurter les distributeurs.
- ◆ Une interférence entre les rayons du supermarché et de la zone du stockage qui doivent être normalement séparés, ce qui augmente le risque de confondre entre les différentes références de matière première ;



Figure 68: allée de gerbage

(Vous trouverez dans la figure 4, livrable 2 l'implantation actuelle du magasin avec les dimensions actuelles) ; La figure suivante montre une vue générale de l'état actuel.

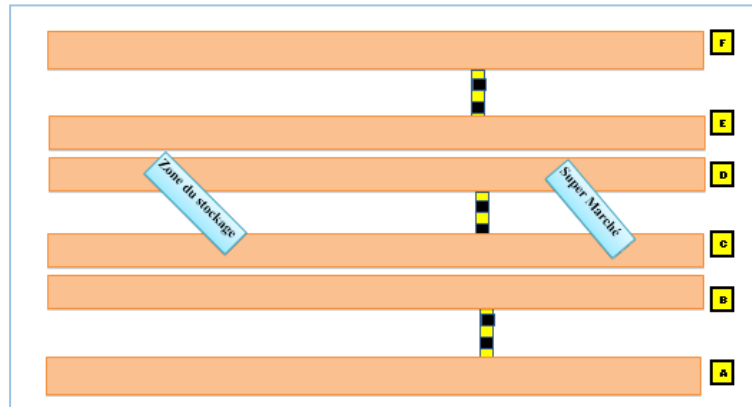


Figure 69: Implantation actuelle du Magasin

- ◆ Une mauvaise organisation des matières premières qui est classée par famille de références dans les rayons ce qui implique une non exploitation des espaces vides en haut de ces derniers ainsi qu'une complication de la tâche du distributeur.



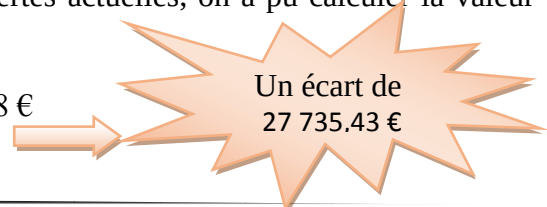
Figure 70: Classification actuelle des MPs au supermarché

2. Dysfonctionnements au niveau du système (WIP)

Une fois qu'une boîte est ouverte dans le supermarché, elle est scannée afin d'informer le système de gestion des stocks ainsi on pourra lancer la commande des nouvelles boîtes au fournisseur de Yazaki. Lorsqu'on scan ces boîtes ouvertes, la quantité de leurs SNP appartient directement à la production (WIP) et n'est plus au supermarché au niveau système alors que physiquement ces boîtes ne sont pas encore consommées ce qui n'est pas pris en considération en MRP car les commandes sont lancées en se basant sur les informations données par le système de la production.

Après avoir fait un inventaire des boîtes ouvertes actuelles, on a pu calculer la valeur du WIP dans les chaînes de montage (P1) :

- ◆ La valeur obtenue par le système : 439 569,38 €
- ◆ La valeur comptée : 411 833,95 €



Ces problèmes cités ci-dessus persistent dans le supermarché des matières premières, cependant agissent grièvement sur la productivité de l'usine, chose qui nous poussent à faire une recherche des solutions et de mettre en œuvre un plan d'actions afin de palier à ces dysfonctionnements qui affectent l'usine entière.

II. Propositions d'amélioration

1. Améliorations physique

D'après l'inventaire qui se fait chaque trimestre à YAZAKI, on a pu connaître les marchandises qui sont propres à la zone de stockage mais placée dans les rayons du supermarché et confondus avec les références de celui-ci. Ainsi on a pu mettre en place la première action qui était :

- ◆ Remettre en place les marchandises propres à la zone de stockage : décalage de celles- de façon qu'elle soit tirée du supermarché et placée juste à côté des autres marchandises de la zone du stockage ; à travers ce changement la longueur des rayons dédiés au stockage des références de la zone du stockage à augmenter d'environ 4,78 m.

Cette action nous a poussés à penser au changement du Lay out du magasin :

En effet, le problème du stockage des nouvelles marchandises dont le nombre est toujours en progression persiste, une proposition d'amélioration à ce sujet est la suivante :

- ◆ Augmenter la surface du stockage en se basant sur l'action précédente en ajoutant 5m à sa longueur initiale ;
- ◆ Exploitation de l'espace en haut des rayons du supermarché pour stocker les nouvelles références propre à celui-ci afin d'éviter le risque d'insuffisance de l'espace dédié à cette opération ;
- ◆ Afin de remédier au risque lié à la sécurité du personnel on propose de séparer entre la zone du stockage et le supermarché et laisser un espace de sécurité entre eux d'une longueur de 5m suffisante pour l'arrêt du chariot élévateur qui est fait par un champ magnétique créé lors de la présentation d'un obstacle devant lui afin d'éviter les dégâts que peut engendrer un dysfonctionnement du système d'arrêt de celui-ci ;

Cette espace alloué à la séparation entre le supermarché et la zone du stockage est soustrait de la longueur du supermarché car l'espace existant au supermarché dépasse le besoin de stockage existant vu qu'on peut exploiter les rayons en haut de celui-ci qui étaient vides (La nouvelle implantation est jointe dans l'annexe6.

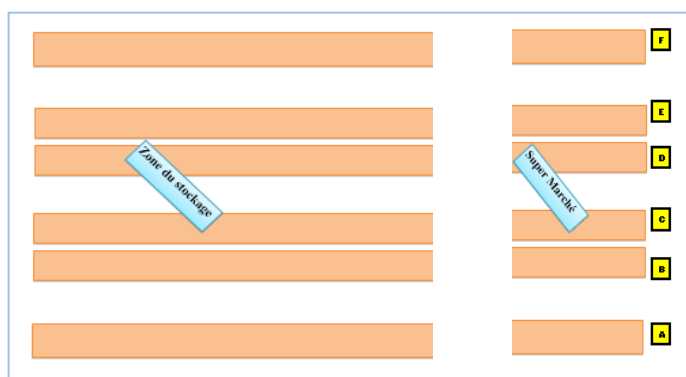


Figure 71: Nouvelle implantation du Magasin

Afin de simplifier le travail des distributeurs magasiniers on propose de changer la classification des matières premières dans les rayons du supermarché qui étaient placées selon les quatre premiers chiffres du code barre de chaque boîte. Cette classification sera faite selon la catégorie des composants à l'intérieur de chaque boîte :

En effet, les catégories des composants placés dans le supermarché sont en nombre de 5 ; on trouve :

- ◆ **Le volume :** Ce sont boîtes qui vont à la production en volume c'est-à-dire fermée, pour une raison donnée : soit que les composants sont fragiles, ou bien ces composants sont très grand pour être remplis dans des bacs à bacs ;
- ◆ **Les pièces :** Ce sont les composants qui sont transporté aux chaines de montage dans des boxes (bacs à bec) ;
- ◆ **Les sachets :** Ces composant vont en P1 en sachets ;
- ◆ **Les plateaux :** Ces composant vont en P1 en plateaux vu qu'ils sont fragiles et risquent de se détériorer s'ils vont dans des boxes ;
- ◆ **Les rouleaux :** Ces composants vont en P1 sous forme de rouleaux.

Le tableau suivant présente chaque catégorie de composants avec un exemple l'illustrant :

Catégories des composants au supermarché					
	Volume	Sacs	Plateaux	Rouleaux	Pièces
Illustrations					

Tableau 11: Catégorie des composants au supermarché de YAZAKI

La figure suivante montre la fréquence de ces catégories de composants à Yazaki basée sur le nombre de boîtes de chacune.

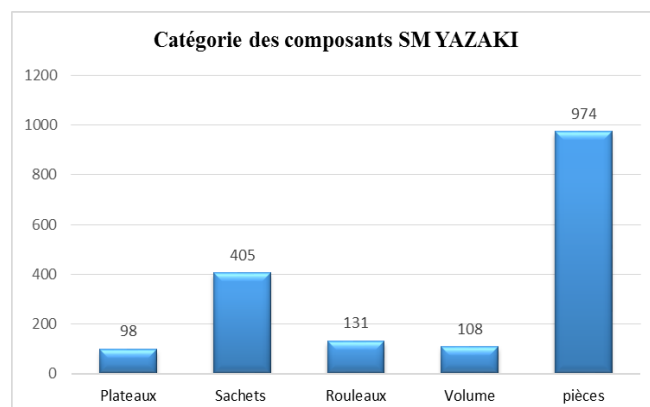


Figure 72 : Catégorie des composants de supermarché à Yazaki

Afin de pouvoir appliquer la nouvelle implantation et classer les composants selon leur code barre et catégorie en même temps, il était nécessaire de réaliser la séparation des composants en catégorie par références existants au supermarché. Ceci est fait dans un fichier Excel dont vous trouverez un extrait à l'annexe7. La figure suivante montre la présentation de chaque catégorie par rapport aux références données.

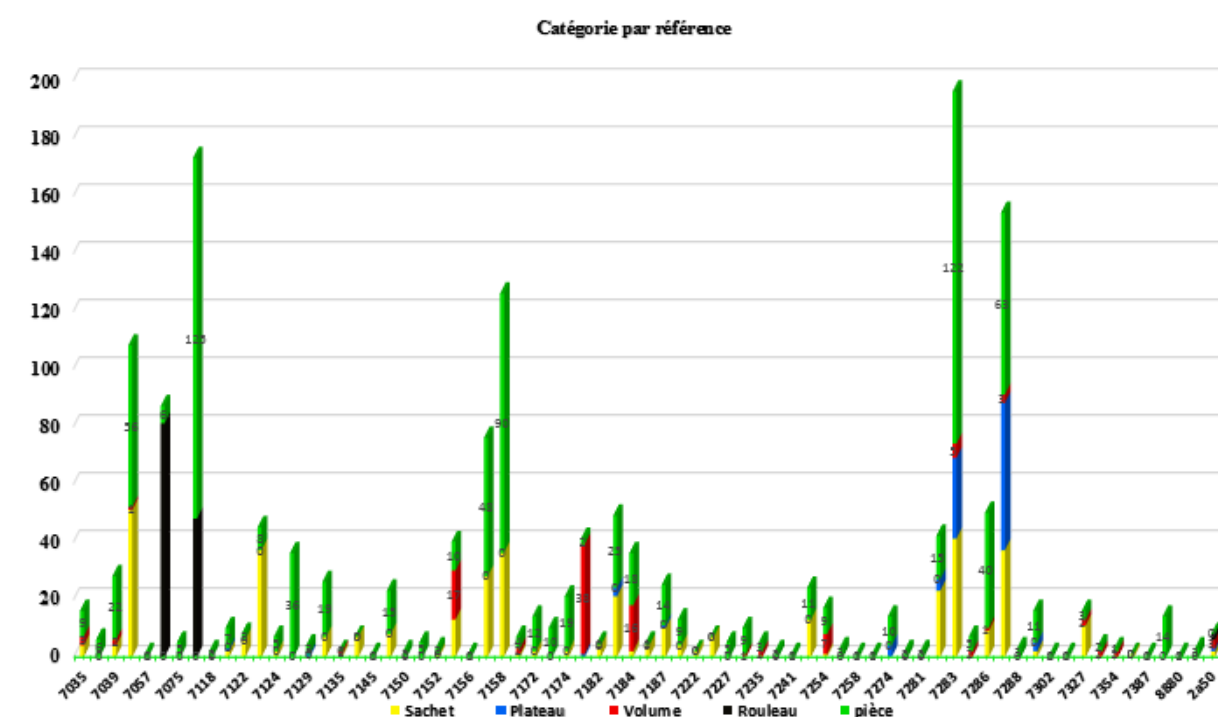


Figure 73: Catégorie des composants de supermarché par référence

L'implémentation de cette action sur terrain et l'emplacement de chaque boîte dans son endroit approprié est dédiée aux magasiniers qui faisant partie de l'équipe du travail au niveau du supermarché.

La figure suivante présente l'application de la nouvelle classification des matières premières pour la catégorie volume :

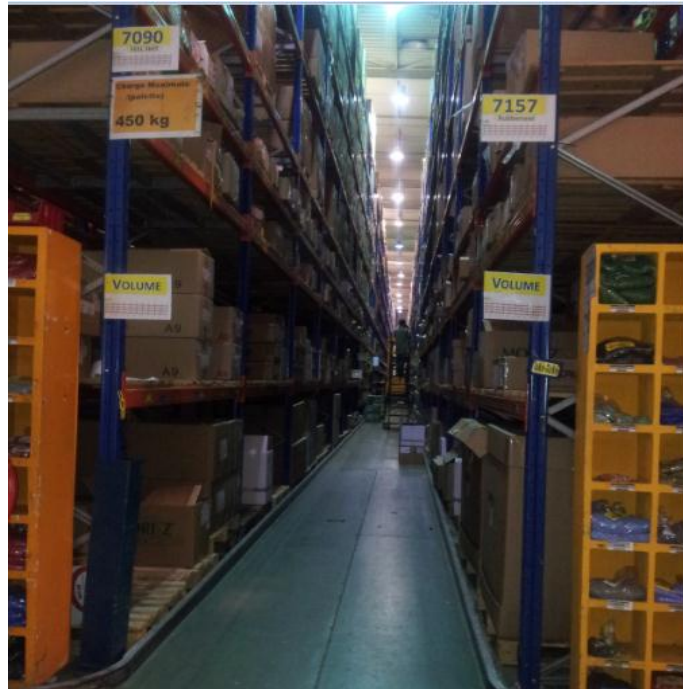


Figure 74: Exemple de la nouvelle classification appliqué sur les volumes

2. Amélioration au niveau du système

Comme expliqué précédemment le problème du WIP est lié aux SNP des boîtes : la valeur de la quantité totale de celle-ci appartient directement à la production au niveau système alors qu'elle n'est pas encore consommée physiquement une fois qu'une boîte ouverte est scannée.

L'idée générale de l'amélioration faite repose sur l'appartenance de la quantité tirée de la boîte seulement à la production (P1), c'est-à-dire si une boîte de $SNP=150$ pièces est ouverte et on a tiré de cette boîte 50 pièces, l'information qui doit être au système de production c'est qu'on a 50 pièces du composant au lieu de 150 qui s'affichait auparavant dans le système ce qui augmentait toujours le WIP.

Les propositions d'améliorations faites par un brainstorming afin de palier à ce problème grave se devisent en deux parties :

La première partie s'occupe des sacs, rouleaux et plateaux car ils sont similaires et on peut les traiter de la même façon.

La deuxième partie concerne la catégorie pièces qui seront traité séparément des autres catégories.

Quant à la catégorie volume ne pose aucun problème car ils vont à la production comme ils sont reçus sans aucune intervention au supermarché.

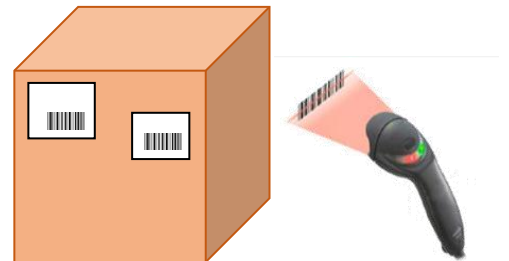
5.1 Solutions propres à aux sac/plateau/rouleaux

◆ Proposition (1)

- Imprimer une étiquette mère qui est l'étiquette de l'état actuel en ajoutant une étiquette secondaire.

L'étiquette mère comporte les informations suivantes :

- YPN (YAZAKI Part Number) ;
- Quantité ;
- Inspection...



L'étiquette secondaire comporte les informations suivantes :

- YPN (YAZAKI Part Number) ;
- Catégorie (sacs/plateaux/rouleaux) ;
- Quantité /unité (Quantité/sac, plateau...).

- Les opérations de scan vont se dérouler comme suite :

On va imprimer les étiquettes mères et secondaires dans la phase de réception, on les colles sur chaque boîte de palette selon le processus de réception déjà décrit. Arrivant à la phase du supermarché on procède comme suite :

- Lorsque la boîte est ouverte on scan l'étiquette mère ;
- Lorsqu'on prend un sac/rouleau/plateau on scan l'étiquette secondaire ;
- Afin de lancer une nouvelle commande (boîte ouverte et consommée) on scan de nouveau l'étiquette mère.

◆ Proposition (2)

- Placer une imprimante dans le supermarché.

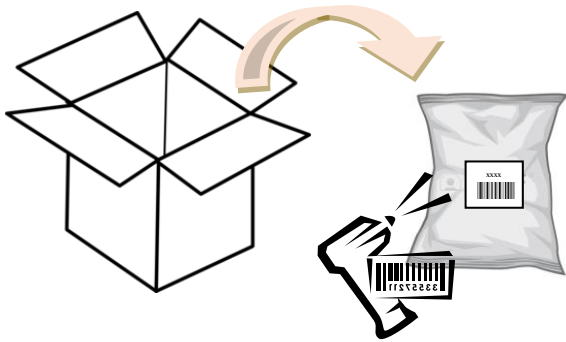
Une fois qu'une boîte est ouverte elle est scannée, Ceci doit lancer l'impression des étiquettes secondaires comportant les informations :

- YPN
- Quantité /unité



On place ces étiquettes dans une chemise de protection en plastique et on les pose à l'intérieur de la boîte ouverte.

Lorsqu'on prend un sac/rouleaux/plateau de la boîte, on lui colle l'étiquette secondaire et on le scan afin de réaliser le mouvement de cette quantité à la production au niveau du système.



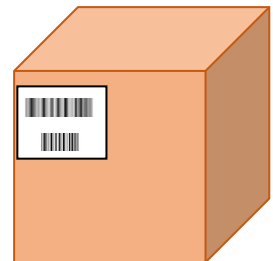
◆ Proposition (3)

C'est une proposition qui a le même principe que la proposition 1, sauf ici au lieu d'imprimer 2 étiquettes (une qu'on colle toujours +l'étiquette secondaire rajoutée) on va changer carrément d'étiquette.

La nouvelle étiquette globale comporte toutes les informations concernant la boîte et ce qu'il y a dedans, les informations qu'on trouve dans ces étiquettes sont :

- YPN ;
- Un grand code barre comportant la quantité de la boîte (SNP) ;
- Un petit code barre comportant la quantité/unité (SPOOL) ;
- Catégorie des composants.

Lorsque la boîte est ouverte on scan le grand code, et lorsqu'on prend le sac/rouleau/plateau on scan le deuxième code afin de réaliser le mouvement de la quantité de celui-ci vers la production. Lorsque boîte est vide et consommée on scan de nouveau le grand code pour lancer la commande.



◆ Proposition (4)

La quatrième proposition consiste à garder la même étiquette mère sans rien changer dans celle-ci et on ajoute dans le système l'information de la quantité /sac (rouleaux, plateau) soit Qu.

Dans cette proposition on se base sur le nombre de scan :

- ☞ On scan la boîte ouverte, ce 1^{er} scan donne l'information que la boîte est ouverte ainsi que la quantité totale de celle-ci, Soit Qt

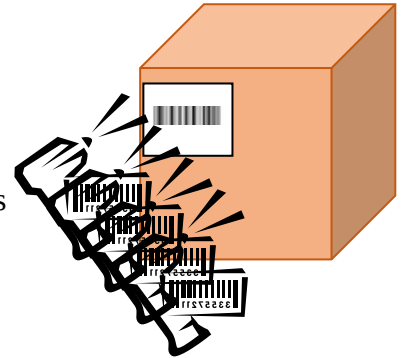
➤ Le 2^{ème} scan affiche au système la deuxième quantité, soit $Q2 = Q_t - Q_u$

➤ Le 3^{ème} scan affiche au système la 3^{ème} quantité, soit $Q3 = Q_t - 2Q_u$

⋮

➤ Le n^{ème} scan affiche la n^{ème} quantité, soit $Q_n = Q_t - (n-1) Q_u$

Une fois la boîte est consommée on la scan pour la dernière fois afin de lancer une nouvelle commande.



 En cas de prise d'un sac/rouleau/plateau et oubli de scan de la boîte, un système Poka-Yoké s'occupera de l'ajustement automatique de la quantité à la fin du scan, car on scan n fois jusqu'à expiration des chances ! La dernière valeur possible dans le système est 'o', si on scan une nouvelle fois après cette valeur le scan sera rejeté.

 En cas de scan plusieurs fois jusqu'à expiration des chances c'est-à-dire on a la valeur 'o' dans le système mais physiquement la boîte n'est pas totalement consommée on pourra ajuster la quantité manuellement dans le système et reprendre d'une façon normale les opérations de scan.

5.2 Choix de la meilleure solution

Pour pouvoir choisir la meilleur solution on a procédé par un vote pondéré.

a. Définition du vote pondéré

Le vote pondéré est un outil qui permet de faciliter le choix entre plusieurs possibilités lorsqu'il est important pour un groupe d'obtenir une décision conconsensuelle. Il s'agit de mettre en relief des idées, des solutions afin d'appliquer un traitement approprié.

b. Principe

Le vote pondéré se pratique en groupe de travail. Lorsque l'évaluation factuelle des critères d'une liste n'est pas possible ou difficile, le vote pondéré s'appuie sur l'expérience des participants au groupe de travail afin d'identifier quels sont ceux qui semblent être les plus important.

c. Application de la méthode

- ◆ Nombre de participant : 5 (ils seront représentés par leur service ou département)
- ◆ 4 solutions
- ◆ Critère de pondération : Libre

	Supermarché	Réception et stockage	Logistique	Technologie d'information	Production	Total	Classement
Proposition (1)	2	1	1	2	1	7	4
Proposition (2)	3	3	2	3	2	13	2
Proposition (3)	1	2	4	1	3	11	3
Proposition (4)	4	4	3	4	4	19	1

Tableau 12: Vote pondéré des solutions WIP Proposées

La méthode du vote pondérée nous a permis de choisir la meilleure solution à appliquer qui est la **solution 4**.

5.2 Solutions propres à aux pièces

Dans le cas des pièces on a proposé de mettre en place une balance liée au pc .Dans le système on introduit les poids de chaque composant ainsi que ceux de chaque type de boxes. Ainsi le PC affichera directement le nombre de pièces dans le box lors de l'opération du pesage.

◆ Description de la méthode suggérée

Etape 1 : Le distributeur des chaines de montages apporte comme d'habitude les boxes vides dans son chariot roulant afin de les remplir des matières premières.

Le distributeur du magasin prend ce chariot et place la balance liée au pc sur la structure, il scan les boxes vides afin d'afficher la références des composants au système.

Etape 2 : le distributeur remplit et pèse les boxes, ceci permet d'afficher les quantités remplies dans les boxes.

Etape 3 : Le distributeur doit scanner les boites après le remplissage afin d'assurer le mouvement des quantités affichées du Supermarché (SM) à la production (P1).



Chapitre 6

GAINS APPORTES PAR LES SOLUTIONS PROPOSEES

Le présent chapitre est consacré à l'estimation et calcul des gains apporté par les solutions proposés.

I. Résultats et gains apportés par les améliorations faites sur le poste test vision

1. Le coût d'investissement des actions mises en place

Les actions mises en place dans ce poste ont été accomplies grâce aux ressources internes de l'entreprise donc l'amélioration de ce poste est faite à **0 investissement**.

2. Gains associés aux actions mises en place

L'implémentation des actions mises en place sur le poste test vision nous a permis d'évaluer les résultats et gains suivants :

- ✎ Correction des erreurs des messages affichés lors de l'affichage des messages des tests ; le message retourne 'OK' lorsque les fusibles sont correctement placés et retourne 'Erreur' dans le cas échéant.
- ✎ Elimination des erreurs de reproduction des images des fusibles dans la caméra ;
- ✎ Réduction du temps de traitement des requêtes dans le système du Poka-Yoké ;
- ✎ Diminution des fréquences de vérification des fusibles placés dans le faisceau de câble ;
- ✎ Après le chronométrage le temps opératoire du poste Test Vision on a pu modéliser la réduction du temps dont on a parlé au paravent par rapport au Takt Time de la chaîne de production et on a obtenu le diagramme suivant :

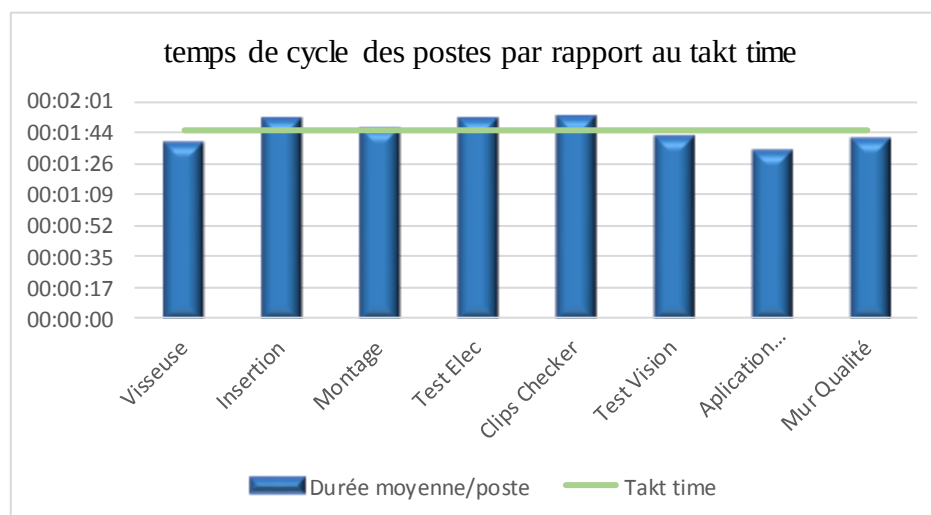


Figure 75: Equilibrage du poste Test Vision

L'équilibrage du poste Test Vision a réduit le temps de cycle du poste du 2min47s à 1min 36s donc un gain de **1,11 min**.

II. Résultats et gains apportés par l'amélioration du poste Off Line (OL)

1. Le coût d'investissement des actions mises en place

- ◆ Le coût de la nouvelle structure, estimé d'après son fournisseur est de 850 euros.

2. Gains apportés par l'amélioration du poste OL

- ◆ Réduction de l'espace occupé par les deux postes :

↗ Espace avant (Voir les dimensions dans la figure 55) :

$$[1,45 \times (1,97 + 0,725)] + [(1,42 + 45) \times 1,03] = 5,83385 \text{ m}^2$$

↗ Espace après (Voir les dimensions dans la figure 57) :

$$1,40 \times 2,75 = 3,85 \text{ m}^2$$

Ainsi on obtient une réduction de l'espace alloué au poste, soit un gain de **1,98385 m²**

Et si on fait un réaménagement des postes présentés dans la carte (figure 55) on peut gagner plus d'espace soit **2,7 m²** comme illustré dans la proposition d'implantation (2) (la figure 58).

- ◆ La structure comporte 30 boxes (2Bin System), pour les produits finis, et des emplacements pour 6 boîtes de matières premières;
- ◆ Le nouveau poste OL remplit le besoin en composant pour toute la référence utilisée dans ce poste en évitant le problème du WIP et obligeant le distributeur d'alimenter le poste avec le juste nécessaire de la matière première ;
- ◆ Amélioration des 5S du poste OL
 - Réorganiser les boxes mal placés du poste OL;
 - Libérer l'espace de travail;
 - Réorganiser les composants dans le poste.
- ◆ Réduction des déplacements entre les postes Visseuse des 3 chaînes et le poste OL

Nb : Le temps de sortie d'un câble est 1,8min, le nombre de câbles sortant/shift est 210câbles, la productivité est 110% avant la mise en place des actions.

Déplacement	Avant	Après	Gain	Câble	Augmentation de la productivité
Entre Visseuse MCA 01 et OL	14,6min	10,6min	4min/Shift	1,22	0,58%
Entre Visseuse MCA 02 et OL	10,6min	5min	5,6min/Shift	3,11	1,62%
Entre Visseuse MCA 03 et OL	11min	6,4min	4,6min/Shift	2,56	1,34%

Tableau 13: gain en temps de déplacement entre OL et les Visseuses

◆ Réduction du nombre des opérateurs :

Le nombre défini par le poste est de 6 personnes. La solution proposée va permettre de diminuer le nombre des opérateurs à seulement 4 personnes.

Ainsi en gagne en terme d'argent une somme de : $7000 \times 12 = 84000 \text{ DH/an}$

Et en productivité : selon la formule suivante :

$$\frac{\text{Heures produites}}{\text{Heures payées}} = \frac{\text{Output} \times \text{MH}}{\text{No} \times \text{Hp}}$$

Avec No : Nombre des opérateurs = 37 personnes

Hp : Heures de production = 7,67h

MH : Man hour défini par l'ingénierie de 1,5

Output : nombre des faisceaux de câbles produits = 210

Ainsi la productivité est de $\frac{210 \times 1,5}{37 \times 7,67} = 110\%$

Par la réduction de deux opérateurs on obtient par la même formule une productivité de 117%

Soit donc un gain en **productivité de 7%**

III. Gain apporté par l'optimisation du muda surstockage (WIP)

1. Le coût d'investissement des actions mises en places

Les actions mises en place dans ce poste ont été accomplies grâce aux ressources internes de l'entreprise donc l'amélioration de ce poste est faite à **0 investissement**.

2. Les gains apportés après l'implémentation des actions

- ◆ Ajustement du besoin en composant de tous les postes de travail des chaînes d'assemblage du projet FORD ;
- ◆ Réduction de la valeur du WIP dans les 3 chaînes d'assemblage de 272245,18 Dhs à 215164,94 Dhs soit un gain de **57081,2398 Dhs** ;
- ◆ Amélioration des 5S des postes de travail dans les chaînes d'assemblage.

IV. Résultat et gains apportés par l'amélioration du poste clip checker

1. Le coût d'investissement des actions mises en place

- ◆ Le coût de la nouvelle structure, estimé d'après son fournisseur est de 1200 euros soit 3600 euros pour les trois chaînes.

2. Les gains apportés par l'amélioration du poste clip checker

◆ Temps de changement de base réduit: 4,25 minutes à 20secondes :

-Un gain de deux faisceaux de câbles par changement de base : donc 2 faisceaux de câble/shift.

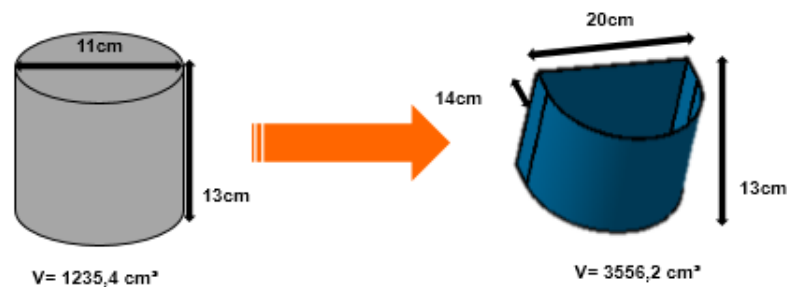
-Un gain de deux autres faisceaux de câbles après l'élimination des mouvements inutiles dans ce poste

Soit 4 faisceaux de câbles gagnés, équivalent à une augmentation de **2,09% de productivité**.

-4 faisceaux/shift donnent 12 faisceaux par jour soit un gain de **4380 faisceaux par an**.

◆ La structure comporte 32 emplacements de boxes et assure la production de 4heures à l'exception de 3 composants qui seront mis dans la structure voisine;

◆ Un gain en **volume des boxes de 35%**



◆ Eviter le WIP au poste CC; les composants auront des emplacements définis selon les besoins de la production; aucun dépassement des quantités à utiliser **0 WIP**

◆ Amélioration des 5S du poste CC

- Eliminer les boxes mal placés de la table du CC;
- Libérer l'espace de travail;
- Réorganiser les composants dans la structure.

◆ Assurer une ergonomie satisfaisante du poste CC.



V. Résultat et gains estimés des solutions proposées au supermarché

1. Le coût d'investissement des actions proposées

La mise en place des actions proposée à cette phase sera faite à **0 investissement**, il suffit d'appliquer les changements nécessaires au lay-out manuellement ainsi que faire les changements nécessaires dans l'application informatique (programme installé) au système de contrôle de mouvements des informations entre le supermarché et les chaînes de production.

2. Les gains estimés par les solutions proposées

- ◆ Ordonnancement des matières premières dans le supermarché ce qui facilitera le travail des magasiniers ainsi que les distributeurs aux chaînes de montage de la société.
- ◆ Garantir la sécurité du personnel après la séparation entre le supermarché et la zone de stockage.

Réduction du WIP total des chaînes de montage de toute l'entreprise par la valeur **27 735,43 €** équivalent à **312023,5875 Dhs** vu que celui-ci n'alimente pas seulement le projet Ford mais tous les projets de l'entreprise.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le travail présenté dans ce document est l'aboutissement de plusieurs semaines partagées entre réflexion, recherche, développement et analyse.

Ce travail était l'occasion de mettre en œuvre mes connaissances théorique et pratique acquises pendant ma formation d'ingénieur ainsi qu'une expérience de plus gagnée dans le chemin professionnel.

Pendant mon stage, j'ai pu travailler sur un sujet qui introduit plusieurs points d'ingénierie dont je cite :

- ◆ Optimisation des chaînes de production du projet FORD par les outils de Lean manufacturing ;
- ◆ Réduction du WIP et séparation entre celui du supermarché des matières premières et des chaînes de montage ;
- ◆ Réaménagement et changement du Lay-Out du supermarché des matières premières.

Sur le plan personnel, ce stage m'a permis de développer certaines qualités telles que :

- ◆ La bonne écoute, la confiance en soi, l'esprit d'initiative et d'analyse ;
- ◆ L'habileté de communiquer efficacement et de convaincre les responsables d'appliquer mes solutions proposées malgré la résistance aux changements ;
- ◆ La prise de décisions, gestion de stress ainsi que la flexibilité et le dynamisme afin de répondre rapidement aux besoins de l'entreprise et de l'équipe.

Le travail réalisé s'est avéré très enrichissant pour mon expérience professionnelle aussi bien en ce qui concerne le domaine technique que l'aspect humain.

Les perspectives pouvant découler de mon travail peuvent être résumées comme suit :

- ◆ Réimplantation des postes de travail ;
- ◆ Réaménagement du supermarché selon l'étude faite ;
- ◆ Faire le changement nécessaire dans le code du programme responsable de la gestion logistique du stock MP entre le supermarché et les chaînes de production en se basant sur le cahier des charges définit et les solutions proposées.

Livrable

2

ANNEXES

Cette partie est une complémentation du livrable 1 qui est le rapport du projet de fin d'études, elle contient les figures des documents utilisés pour mener à bien ce dernier.

ANNEXE 1 : EDI (Electronic data interchange ; Echange de Données Informatisées)

YPN	Base	11 13/03/2014	12 20/03/2014	13 27/03/2014	14 03/04/2014	15 10/04/2014	16 15/04/2014	17 24/04/2014	18 30/04/2014	19 08/05/2014	20 15/05/2014	21 22/05/2014	22 27/05/2014	23 04/06/2014	24 12/06/2014	25 17/06/2014	26 26/06/2014	27 03/07/2014	28 10/07/2014	29 17/07/2014	33 14/08/2014	34 21/08/2014	35 28/08/2014	36 04/09/2014	37 11/09/2014	38 18/09/2014	39 25/09/2014	Grand Total
E1BT14K012PDB	E1RHD JOB1+180	0	0	1120	1400	1140	1120	820	760	720	760	460	1320	1100	820	1380	1320	1280	680	860	880	900	1000	1020	1000	1040	380	23280
E1BT14K012CMC	E1RHD JOB1+180	20	800	900	1120	900	880	660	1040	1000	1040	620	1240	1000	760	1260	1260	1240	620	840	840	860	960	1000	980	1000	362	23202
E1BT14K012A2B	E1LHD JOB1+180	240	2620	1160	1000	860	640	600	1440	1360	1360	820	680	580	440	720	760	740	400	640	700	740	780	800	760	820	302	21962
E1BT14K012NDB	E1LHD JOB1+180	980	500	580	720	580	300	420	780	760	780	480	740	600	440	760	620	580	320	760	780	760	660	680	640	700	234	16154
E1BT14K012JJB	E1LHD JOB1+180	780	200	440	460	360	160	300	900	860	920	540	460	380	300	480	500	500	240	460	460	480	540	560	540	560	218	12598
E1BT14K012BZB	E1LHD JOB1+180	380	720	300	300	220	100	180	300	300	340	220	420	340	240	420	360	340	180	480	480	500	380	420	420	400	126	8866
E1BT14K012VFB	E1LHD JOB1+180	0	860	480	380	240	220	180	400	420	460	260	320	280	200	340	280	260	140	300	300	300	320	360	360	360	103	8123
C1BT14K012JCE	C1LHD JOB1+180	0	100	380	340	280	300	220	400	420	420	260	260	240	160	280	380	400	180	340	380	360	240	260	240	240	95	7175
E1BT14K012LDB	E1LHD JOB1+180	0	780	340	300	220	180	180	400	380	400	240	260	220	160	260	240	260	120	260	280	260	280	280	260	280	85	6925
E1BT14K012KJB	E1RHD JOB1+180	0	0	360	320	240	220	180	260	240	280	140	380	300	240	400	360	380	200	260	280	280	300	300	300	320	110	6650
E1BT14K012MDC	E1RHD JOB1+180		340	280	380	320	300	240	200	200	220	120	340	280	220	360	320	320	160	220	220	220	240	260	260	260	86	6366
E1BT14K012CSB	E1RHD JOB1+180	0	40	200	200	160	120	160	240	260	220	140	280	240	160	260	300	280	160	180	180	200	220	220	200	220	76	4916
E1BT14K012UCB	E1RHD JOB1+180	0	280	180	220	160	180	120	180	180	180	120	200	160	120	200	240	220	120	120	140	140	140	160	140	160	36	4096
E1BT14K012JLB	E1LHD JOB1+180	0	60	140	100	120	80	100	200	180	160	100	180	140	100	140	160	160	60	200	220	180	180	180	160	160	48	3508
E1BT14K012RFC	E1RHD JOB1+180	240	100	100	140	100	60	80	160	180	160	80	140	120	80	140	160	180	80	160	160	160	160	160	160	140	35	3435
E1BT14K012XFB	E1LHD JOB1+180	100	20	80	100	60	40	60	100	100	100	60	160	140	100	180	200	240	80	180	180	180	160	160	160	180	57	3177
E1BT14K012SFC	E1LHD JOB1+180	80	40	120	200	140	120	120	80	80	80	60	140	120	100	140	140	140	60	100	100	100	100	100	100	100	38	2698
E1BT14K012JFB	E1LHD JOB1+180	0	40	200	80	80	60	60	160	140	140	80	100	80	80	100	120	80	40	120	100	120	100	120	100	100	34	2434
C1BT14K012CEE	C1RHD JOB1+180	0	0	120	200	180	160	120	120	100	120	60	100	80	60	100	160	160	80	80	100	80	40	40	60	40	10	2370

Figure1 : Extrait de l'EDI Mars-Septembre Projet FORD

ANNEXE 2: BOM (Bill Of Materials: liste des taux de pénétrations des composants dans les faisceaux de câble)

[illegible]

Figure 2: Extrait du BOM projet FORD

ANNEXE 3: Besoin nécessaire à la production en composants pour les 3 chaînes de montage FORD par poste

Output moyen=236 /shift

Safety stock(h)	Qty/4h	Output/shift
4	125	250

MCA 01

Poste	Référence	Box actuel	Tau x p M	Besoi n/ 4h	MP	Besoi n/ 4h	Type de box								Prix	Prix/ pcs	P2	Etat actuel			Nouvel etat			Evaluation /DH	
							A	B	B	C	C	P	G	Plat				Carton	Box	Quantité	Valeur	Box	Quantité		Valeur
TV	73276128	C	4	500	3,71	464		670	850	250					87	0,1	1,2	C	250	288,51	B	670	773,207	-484,697	
TV	73276127	C	1	125	0,13	16		670	850	228					87	0,1	1,2	C	228	263,121	C	228	263,121	0	
PROT	7,15E+03	SUP	1	125	0,01	1							30		1507	1,5	17	SUP	30	1533,26	SUP	30	1533,26	0	
PROT	7,15E+03	SUP	1	125	0,06	8							160		181	0,2	2,1	SUP	160	329,016	SUP	160	329,016	0	
PROT	7,17E+03	SUP	1	125	0,58	73							350		872	0,3	10	SUP	350	3630,5	SUP	350	3630,5	0	
PROT	7,17E+03	SUP	1	125	0,54	68							75		432	0,5	5,6	SUP	75	419,044	SUP	75	419,044	0	
CC	7,05E+03	G	17	2125	16,60	2075	450		160				1000		2000	3,5	0	0,1	G	1000	107,82	2G	2000	215,64	-107,82
CC	7,05E+03	G	6	750	5,60	700							1000			16	0	0,2	G	1000	183,86	G	1000	183,86	0
CC	7,05E+03	G	9	1125	8,42	1052			195				1500			11	0	0,1	G	1500	178,77	G	1500	178,77	0
CC	7,25E+03	A	1	125	0,03	11	80						250			145	0,1	1,6	A	80	131,658	A	80	131,658	0
CC	7,25E+03	A	2	250	1,54	193	##		500	456						64	0,1	0,7	A	1000	726,38	B	500	363,19	363,19
CC	7,25E+03	A	1	125	0,16	20	130									153	0,2	1,7	A	130	225,303	A	130	225,303	0
OL	7,15E+03	G	1	125	0,54	68							63			298	0,3	3,4	G	63	213,373	G	63	213,373	0
OL	7,16E+03	C	1	125	0,06	8		500		130						21	0	0,2	C	130	31,7824	C	130	31,7824	0
OL	7,16E+03	C	2	250	0,14	18		1300		450						5	0	0,1	C	450	25,6905	C	450	25,6905	0
OL	71588240	B	26	3250	3,77	471	###			5000						3,1	0	0	B	15000	527,7	C	5000	175,9	351,8
OL	7,16E+03	B	3	375	0,45	56		7500		2500		500				3,4	0	0	B	7500	285,15	C	2500	95,05	190,1
OL	71589221	B	7	875	1,15	144	###			4000		##				53	0,1	0,6	B	12000	7705,8	P	986	633,16	7072,64
OL	7,25E+03	B	1	125	0,60	75		140								183	0,2	2,2	B	140	312,543	B	140	312,543	0
OL	7,28E+03	SUP	1	125	0,13	16								100		1138	1,1	11	SUP	100	1091,58	SUP	100	1091,58	0
OL	7,29E+03	SUP	2	250	1,09	136								288		199	0,2	2,3	SUP	288	650,932	SUP	288	650,932	0
OL	7,29E+03	B	1	125	0,60	75			470	130		35				170	0,2	1,3	B	470	909,459	B	470	909,459	0
OL	7,29E+03	SUP	1	125	0,04	5								120		1041	1	12	SUP	120	1429,87	SUP	120	1429,87	0
Total																			83419,6			65682,1			23737,6

Valeur optimisée
23737,5558 Dhs

Figure 3: Extrait de l'étude du WIP MCA 01

Output moyen=238 /shift

Safety stock(h)	Qty/4h	Output/shift
4	125	250

MCA 02

Poste	Référence	Box actu el	Tau x p MIN	Besoi n/ 4h	MP	Besoi n/ 4h	Type de box								Prix	Prix/ pos	Etat actuel			Nouvel etat			Evaluatio n/Dhs
							A rtan	B actuel	B rtan	C rtan	C actuel	P	G	Plat			Carton	Box	Quantité	Valeur	Box	Quantité	
CC	7,047E+03	A	1	125	0,83	104	##		605	140					23	0,26	A	1020	266,271	A	605	157,9353	108,3358
CC	7,047E+03	C	1	125	0,42	52			304	30					52	0,53	C	90	53,1171	C	90	53,1171	0
CC	7,047E+03	B	2	250	1,42	177	450		160				1000		16,8	0,19	B	160	30,5088	B	160	30,5088	0
CC	7,048E+03	B	1	125	0,36	45	450		160			50	1000		12,3	0,15	B	160	23,4432	B	160	23,4432	0
CC	7,048E+03	B	4	500	3,67	459			600						21	0,24	B	600	143,004	B	600	143,004	0
CC	7,185E+03	G	1	125	0,58	73							172		103	1,17	G	172	201,01296	G	172	201,013	0
CC	7,185E+03	G	1	125	0,83	104							50		286	3,25	G	50	162,466	G	50	162,466	0
CC	7,247E+03	A	2	250	1,54	193	##		500	456					64	0,73	A	1000	726,38	B	500	363,19	363,19
CC	7,247E+03	A	1	125	0,16	20	130								153	1,73	A	130	225,303	A	130	225,303	0
OL	7,155E+03	G	1	125	0,54	68							63		298	3,39	G	63	213,37344	G	63	213,3734	0
OL	7,158E+03	C	1	125	0,06	8		500		130					21,3	0,24	C	130	31,7824	C	130	31,7824	0
OL	7,158E+03	C	2	250	0,14	18		1300		450					4,96	0,06	C	450	25,6905	C	450	25,6905	0
OL	71588240	B	26	3250	3,77	471		15000		5000					3,1	0,04	B	15000	527,7	C	5000	175,9	351,8
OL	7,159E+03	B	3	375	0,45	56		7500		2500		500			3,35	0,04	B	7500	285,15	C	2500	95,05	190,1
OL	71589221	B	7	875	1,15	144		12000		4000		986			53,5	0,64	B	12000	7705,8	P	986	633,1599	7072,64
OL	7,254E+03	B	1	125	0,60	75			140						183	2,23	B	140	312,5486	B	140	312,5486	0
OL	7,282E+03	SUP	1	125	0,13	16								100	1138	10,3	SUP	100	1091,583	SUP	100	1091,583	0
OL	7,287E+03	SUP	2	250	1,09	136								288	199	2,26	SUP	288	650,93184	SUP	288	650,9318	0
OL	7,288E+03	B	1	125	0,60	75			470	130		35			170	1,34	B	470	909,4594	B	470	909,4594	0
OL	7,288E+03	SUP	1	125	0,04	5								120	1041	11,3	SUP	120	1429,8732	SUP	120	1429,873	0
Total																		77636,9	Total			65682,07	11954,8

Valeur optimisée
11954,8

Figure 4: Extrait de l'étude du WIP MCA 02

Output moyen=238 /shift

Safty stock(h)	Qty/4h	Output/shift
4	125	250

MCA 03

Poste	Référence	Box actuel	Taux p MN	Besoin /4h	MP	Besoi n/4h	Type de box								Prix	Prix/ pcs	valeu r	Etat actuel			Nouvel etat			Evaluation /Euro	
							A stand	B actuel	B standard	C standard	C actuel	P	G	Plat				Carton	Box	Quantité	Valeur	Box	Quantité		Valeur
OL	71589221	B	7	875	1,15	144		12000		4000	986				53,45	0,05	0,64	B	12000	7705,8	C	986	633,1599	7072,64	
OL	7,254E+09	B	1	125	0,60	75		140							182,9	0,18	2,23	B	140	312,5486	B	140	312,5486	0	
OL	7,282E+09	SUP	1	125	0,13	16								100	1138	1,14	10,9	SUP	100	1091,583	SUP	100	1091,583	0	
OL	7,287E+09	SUP	2	250	1,09	136								288	199,1	0,2	2,26	SUP	288	650,93184	SUP	288	650,9318	0	
OL	7,288E+09	B	1	125	0,60	75			470	130		35			170,5	0,17	1,94	B	470	909,4594	B	470	909,4594	0	
OL	7,288E+09	SUP	1	125	0,04	5								120	1041	1,04	11,9	SUP	120	1429,8732	SUP	120	1429,873	0	
OL	7,155E+09	G	1	125	0,54	68							63		298,4	0,3	3,39	G	63	213,37344	G	63	213,3734	0	
OL	7,158E+09	C	1	125	0,06	8		500		130					21,25	0,02	0,24	C	130	31,7824	C	130	31,7824	0	
OL	7,158E+09	C	2	250	0,14	18		1300		450					4,96	0	0,06	C	450	25,6905	C	450	25,6905	0	
OL	71588240	B	26	3250	3,77	471		15000		5000					3,1	0	0,04	B	15000	527,7	C	5000	175,9	351,8	
OL	7,159E+09	B	3	375	0,45	56		7500		2500		500			3,35	0	0,04	B	7500	285,15	C	2500	95,05	190,1	
OL	71589221	B	7	875	1,15	144		12000		4000	986				53,45	0,05	0,64	B	12000	7705,8	P	986	633,1599	7072,64	
OL	7,254E+09	B	1	125	0,60	75		140							182,9	0,18	2,23	B	140	312,5486	B	140	312,5486	0	
OL	7,282E+09	SUP	1	125	0,13	16								100	1138	1,14	10,9	SUP	100	1091,583	SUP	100	1091,583	0	
OL	7,287E+09	SUP	2	250	1,09	136								288	199,1	0,2	2,26	SUP	288	650,93184	SUP	288	650,9318	0	
OL	7,288E+09	B	1	125	0,60	75			470	130		35			170,5	0,17	1,94	B	470	909,4594	B	470	909,4594	0	
OL	7,288E+09	SUP	1	125	0,04	5								120	1041	1,04	11,9	SUP	120	1429,8732	SUP	120	1429,873	0	
Total																			105188,67			82924,42			22264,25

Valeur optimisée
22264,25 Dhs

Figure 5: Extrait de l'étude du WIP MCA 03

ANNEXE 4: Dimensions des postes Clips Checker et Off Line

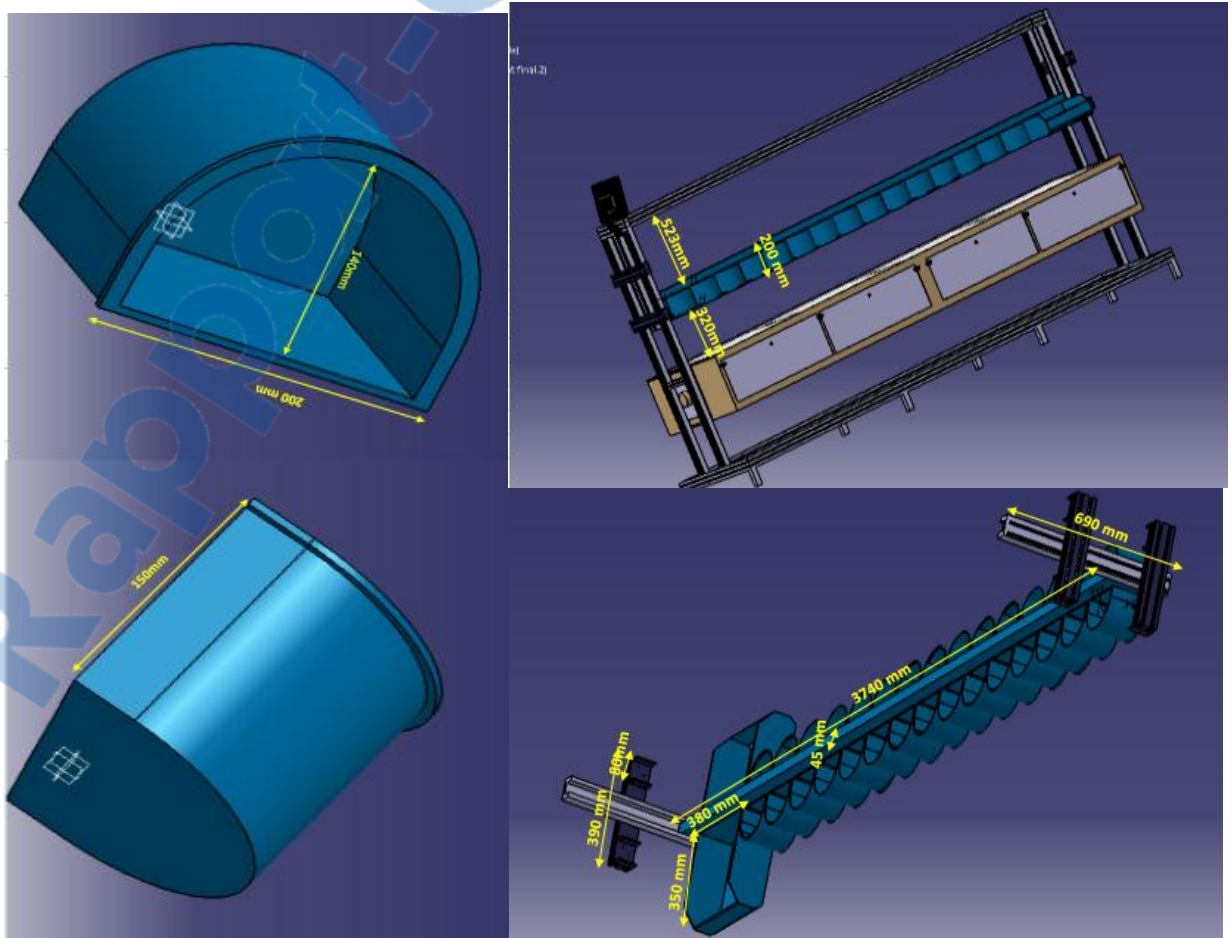


Figure 6: Dimensions de la structure du poste clips checker

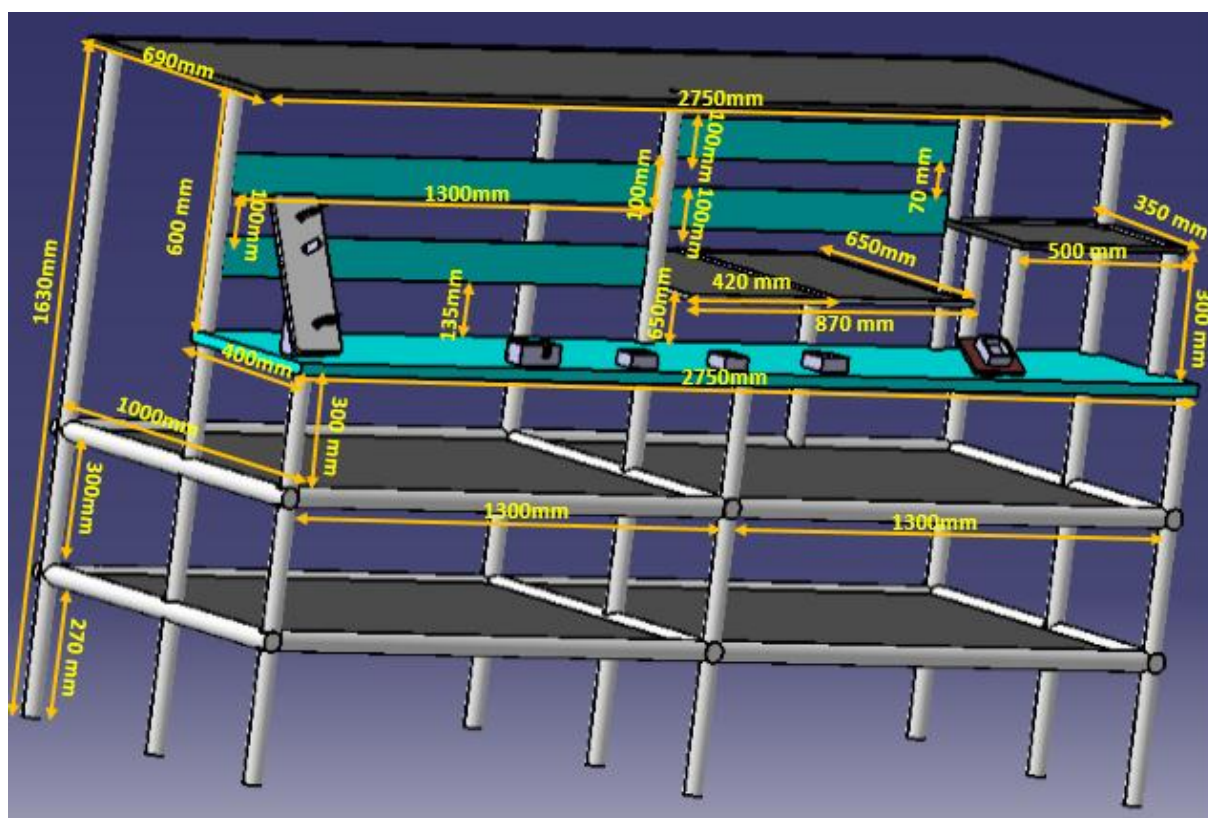
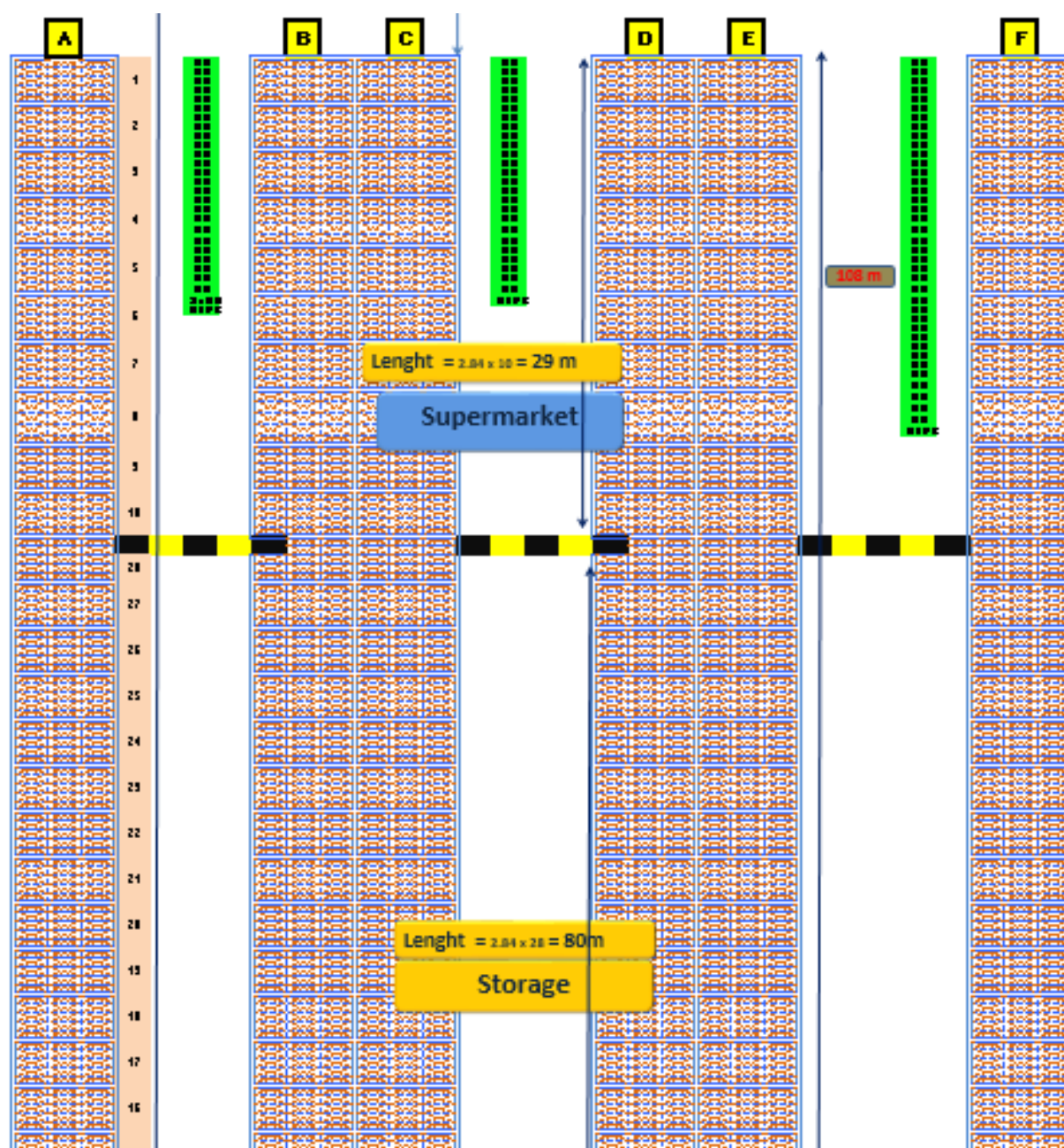


Figure 7: Dimensions du nouveau poste Off Line

ANNEXE 5: Inventaire des composants selon leurs part number et catégorie

7035		7038		7039		7047		7057		7058		7075		7090		7118		7119		7122		7123		7124		7127	
Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan	Réf	Fan
7035007830	sac	7038966430	inc	70397230	sac	7047018130	sac	70572922	inc	7058216030	rlk	7075102330	inc	7090193130	rlk	7118128230	inc	7119114930	plat	7122182440	sac	71231349	sac	71243198	sac	71275011	inc
7035028530	sac	7038975530	inc	70397238	sac	7047019630	sac			7058290630	rlk	7075106930	inc	7090178730	rlk	71181584	inc	7119114430	sac	7122411430	sac	7123150450	sac	71243642	sac	71275012	inc
7035227630	sac	7038975830	inc	70397260	sac	7047022430	sac			7058290730	rlk	7075120330	inc	7090109230	rlk			71191941	sac	7122432030	sac	71231508	sac	71242730	inc	71275013	inc
70356921	sac	7038975930	inc	70397261	sac	7047004530	sac			7058308730	rlk	7075123930	inc	7090181730	rlk			7119101330	inc	71226329	sac	7123162530	sac	71242990	inc	71275014	inc
7035262930	vol	7038979530	inc	7039795230	vol	7047009430	sac			7058290930	rlk	7075139530	inc	7090109330	rlk			71191147	inc	71226347	sac	71231630	sac	71243403	inc	71275015	inc
7035272430	vol	7287703830	inc	7287039330	vol	7047021630	sac			7058290330	rlk			7090193830	rlk			7119136130	inc	71226367	sac	7123192330	sac	71243646	inc	71275016	inc
7035013330	vol			70392720	inc	70470220	sac			7058291530	rlk			7090178630	rlk			7119137530	inc	7122412990	inc	7123323330	sac	71246160	inc	71275022	inc
70352347	inc			70393212	inc	70470226	sac			7058216930	rlk			7090166330	rlk			7119153830	inc	7122632630	inc	7123421040	sac			71275030	inc
7035272530	inc			7039702630	inc	7047034630	sac			7058292530	rlk			7090166530	rlk			7119625330	inc			7123422040	sac			71275032	inc
7035291430	inc			7039702930	inc	7047051540	sac			7058255230	rlk			7090179330	rlk			7119625930	inc			7123431030	sac			71275033	inc
7035292430	inc			7039757130	inc	7047073130	sac			7058290230	rlk			7090405830	rlk							7123431140	sac			71275034	inc
7035294230	inc			7039763330	inc	7047186230	sac			7058309530	rlk			7090289130	rlk							7123431230	sac			71275041	inc
7035294430	inc			7039763630	inc	7047186430	sac			7058290430	rlk			7090143930	rlk							7123431280	sac			71275062	inc
7035737330	inc			7039764930	inc	7047274930	sac			7058207130	rlk			7090143130	rlk							71234313	sac			71275063	inc
7035926930	inc			7039769130	inc	7047296430	sac			7058255530	rlk			7090179630	rlk							7123432030	sac			71275064	inc
7035994530	inc			7039769230	inc	7047304230	sac			7058171830	rlk			7090405130	rlk							7123521230	sac			71275066	inc
				7039769340	inc	7047315330	sac			7058207730	rlk			7090438430	rlk							71236260	sac			71275082	inc
				7039769440	inc	70473243	sac			7058294430	rlk			7090189130	rlk							7123631430	sac			71275086	inc
				7039770930	inc	70473255	sac			7058291130	rlk			7090203630	rlk							7123631480	sac			71275091	inc
				7039781230	inc	70473353	sac			7058294930	rlk			7090193630	rlk							71236317	sac			71275092	inc
				7039781330	inc	7047345730	sac			7058315530	rlk			7090203530	rlk							7123632330	sac			71275093	inc
				7039781530	inc	7047350930	sac			7058290830	rlk			7090203030	rlk							7123632630	sac			71275094	inc
				7039781630	inc	7047362330	sac			7058309630	rlk			7090289330	rlk							7123632780	sac			71275096	inc
				7039781930	inc	7047362480	sac			7058309730	rlk			7090203330	rlk							71236329	sac			71275129	inc
				7039784930	inc	7047362630	sac			7058315430	rlk			7090178230	rlk							71236339	sac			71275150	inc
				7039790230	inc	7047376430	sac			7058317130	rlk			7090289230	rlk							71236347	sac			71275157	inc
				7039813530	inc	7047376530	sac			7058315330	rlk			7090255930	rlk							7123636630	sac			71275160	inc
				7039945730	inc	7047380340	sac			7058317430	rlk			7090289030	rlk							71236367	sac			71275170	inc

Figure 8: Extrait de la classification des composants selon leurs part number et catégorie



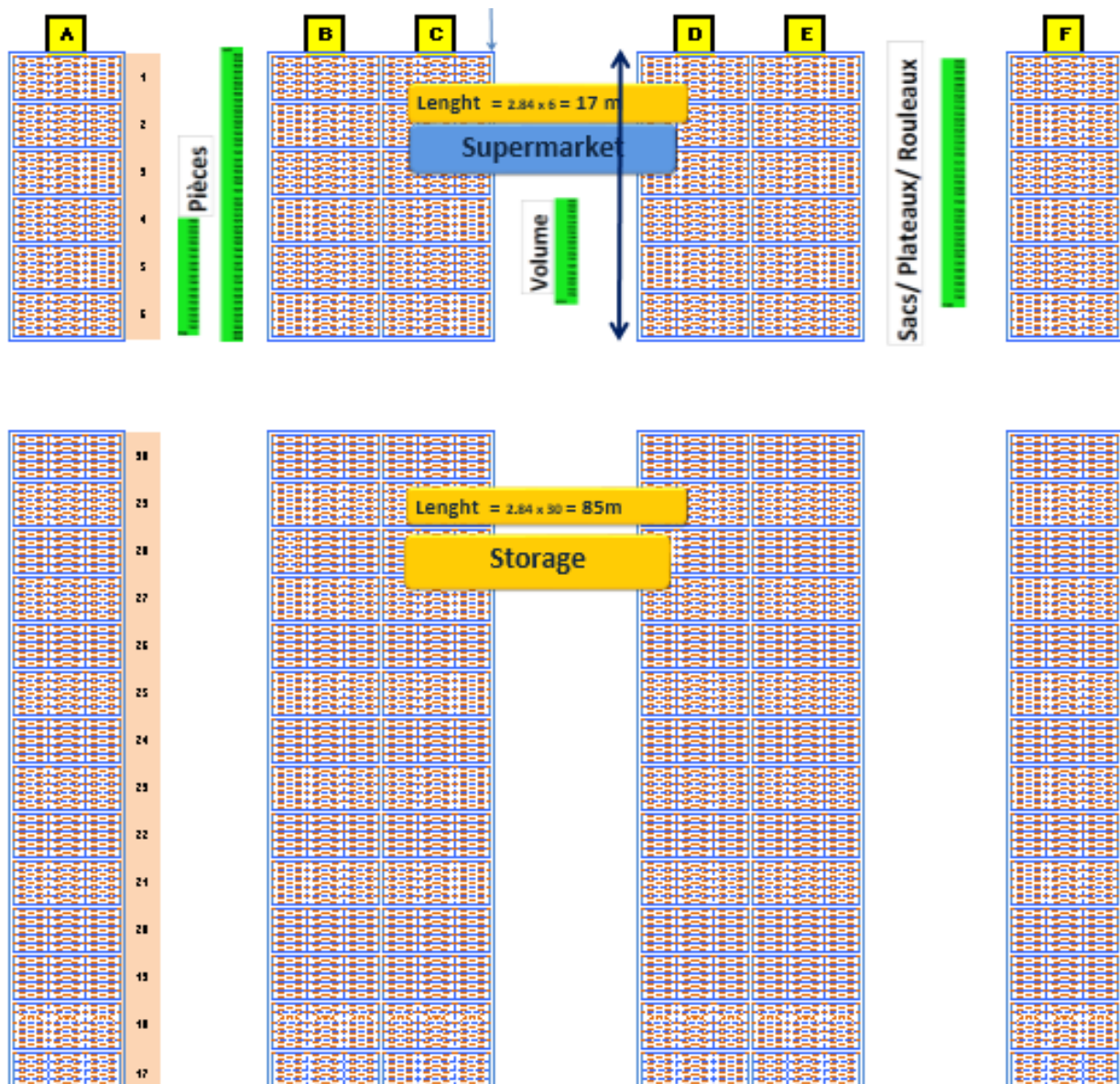


Figure 10 : Etat des rangs après la réimplantation du supermarché des MP



UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH - FÈS
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

