



Année Universitaire : 2011-2012



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Amélioration du taux d'efficience du projet Ford Mix-2

Présenté par:

ZINEB DILAI

Stage effectué à : Delphi Packard Tanger

Soutenu Le 21 Juin 2012 devant le jury composé de:

- Mr. A. CHAFI (encadrant)
- Mr. A. ENNADI (examineur)
- Mr. L'H. HAMEDI (examineur)
- Mr. Y. ELKASMI (encadrant au sein de la société)



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom: Dilai Zineb

Année Universitaire : 2011/2012

Titre: Amélioration du taux d'efficacité du projet Ford Mix-2

Résumé

Pour demeurer toujours compétitive, DELPHI suit un certain nombre d'indicateurs de performance pour concrétiser ses orientations et atteindre ses objectifs.

L'objectif de ce projet est de mener une étude sur les arrêts de la chaîne (Down Time) afin d'améliorer le taux d'efficacité de la chaîne d'assemblage du projet Ford Mix-2 de l'usine Delphi Packard Tanger.

A cet effet et après avoir fait plusieurs analyses sur les arrêts de la chaîne qui ont un impact direct sur la perte d'efficacité, j'ai consacré mon étude aux problèmes détectés au sein de la zone de coupe et la zone d'assemblage du projet Ford famille Mix-2. Le travail effectué a été divisé en quatre grandes parties :

- L'analyse entre la zone de coupe et la chaîne d'assemblage Ford Mix-2, elle comprend le flux et les arrêts de maintenance de la machine de coupe.
- L'analyse des non conformités du câble par l'étude des défauts majeurs objets de réclamations internes : défaut d'enrubannage et d'encliquetage.
- L'analyse des pannes du banc électrique de la chaîne Ford Mix-2.
- L'équilibrage entre les postes de la chaîne.

Mots clés: Delphi Packard Tanger, Down time, Kanban, Ford Mix-2, Equilibrage des chaînes, Efficacité.



Dédicace

Je dédie ce travail

A mes parents

Rien au monde ne pourrait récompenser tous les sacrifices que vous avez consentis

pour

Mon éducation et mon bien être. Mon plus vif espoir est de vous voir à mes côtés le

plus

Longtemps possible.

Veillez trouver dans ce travail le témoignage de mes profondes affections.

A mon cher frère

A mes chères sœurs

A toute ma famille

A ceux que j'aime

A mes amis

Pour les moments qu'on a passé ensemble

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans mon parcours

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance et mon estime.



Remerciements

Je tiens à remercier la direction générale de **DELPHI Packard Tanger** de m'avoir accordé la possibilité d'effectuer ce projet de fin d'étude dans lequel j'ai pu vivre une expérience sociale et professionnelle fructueuse couronnée par un travail de dur labeur.

J'exprime ma profonde gratitude à mon encadrant à la FST **Mr. CHAFI Anas**, qui m'a encadré lors de l'élaboration de ce travail et qui a partagé avec moi ses informations précieuses, ainsi que pour son soutien et sa confiance.

Je tiens également à rendre hommage à tous les employés du service Ingénierie Process et Manufacturing pour leur soutien et leur accueil chaleureux et ce tout au long de la période de stage, ce qui m'a aidé à accomplir ma mission dans les meilleures conditions.

Mes remerciements vont également à mon tuteur au sein de la société **Mr. ELKASMI Yassine**, Coordinateur Process DPT pour son intérêt considérable porté pour mon travail.

Enfin, Je remercie les honorables membres du jury d'avoir accepté de juger mon travail et toute personne ayant participé de près ou de loin à son élaboration.



Glossaire

- DASM:** Delphi Automotive System Maroc
DPT: Delphi Packard Tanger
IP LHD: Instrument Panel Left Hand Driver
IP RHD: Instrument Panel Right Hand Driver
FWD: Front Wheel Drive
RWD: Rear Wheel Drive
BTO: Build To Order
CE: Contrôle Electrique
BCE: Banc de Contrôle Electrique
WI: Work Instruction
TMS: Time Measurement Sheet
TMBC: Team Member Balance Chart
TT: Takt Time
ATT: Actual Takt Time
US: Ultrasonique
CM: contrôle molette
VM: Vision Machine
OE: Opération Elémentaire



Sommaire

Dédicace	
.....	
Remerciement	
.....	
Glossaire.....	
.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des photos.....	
Liste des figures.....	
Liste des annexes.....	
Introduction.....	
.....	0
<u>Chapitre I</u> : Présentation de l'organisme d'accueil.....	1
1- Le groupe multinational Delphi	
.....	2
1-1-Présentation générale.....	
	2
1-2-Innovation de Delphi.....	
	2
1-3-Evolution du groupe.....	
	3



1-4-	Divisions	3
.....		
2-	DELPHI	6
MAROC.....		
2.1-		6
DASM.....		
2.2DELPHI	PACKARD	TANGER
.....		7
2.2.1-	Structure	et
.....		organigramme
.....		0
2.2.2-	Missions	des
départements.....		1
2.2.3-	Politique	de
DPT.....		2
<u>Chapitre II</u>	: Processus	de
<i>production</i>		4
I-	Processus	de
.....		production
.....		5
II-Définition	des opérations	de la fabrication
.....		d'un câble
.....		8
1-La		8
coupe.....		
2-Le		8
sertissage.....		
3-		9
L'épissure.....		



4-	L'encliquetage.....	9
5-	L'enrubannage et l'habillage du câble.....	0

Chapitre III : Problématique du projet et description de la chaîne Ford Mix-

2.....		1
I-	Contexte général du projet.....	2
1-	Introduction.....	2
II-	Cahier des charges.....	2
1-	Le sujet de l'étude.....	2
2-	Description du sujet.....	2
3-	Notion d'efficience.....	3
III-	Présentation de la chaîne Mix-2 du projet FORD.....	4
1-	Description de la chaîne FORD Mix-2.....	4
2-	Exigences.....	6
3-	Le flux d'information.....	6



<u>Chapitre IV</u> : Etude d'efficience de la chaîne.....	7
I- Etude d'efficience.....	8
1- Production et exigence.....	8
II-Application des méthodes d'identification du problème.....	9
1-Clarification du problème par QQQQCP.....	9
2-Diagramme d'Ishikawa.....	1
3-Diagramme Pareto.....	2
III-Analyse des arrêts de la chaîne (Down time).....	6
<u>Partie 1</u> :.....	6
I-Zone de coupe : problème du manque fils.....	6
1-Analyse du flux actuel entre la coupe et la chaîne Ford Mix-2.....	6
2 Analyse des arrêts de la machine de coupe.....	7
2-1 Analyse du temps de maintenance.....	



	9
II-Plan	
d'action.....	3
1-Le flux entre la chaîne d'assemblage Ford Mix-2 et le supermarché.....	3
1-1 Mise en place des cartes Kanban entre le supermarché et les chaînes d'assemblage.....	4
1-2 Procédure de travail.....	6
1-3 calcul du nombre de Kanban.....	9
2-Les arrêts de la machine de coupe.....	0
<u>Partie</u>	
<u>2</u> :.....	1
I-Les non conformités du câble.....	1
1-Défaut d'enrubannage.....	2
2-Défaut d'encliquetage.....	3
II-Plan	
d'action.....	4
1-Défaut d'enrubannage.....	4
1.1-Remarques sur terrain.....	4



1.2- Recommandations.....	4
2-Défaut d'encliquetage.....	6
2.1-Remarques terrain.....	sur 6
2.2-Plan d'action.....	7
<u>Partie</u> 3:.....	8
I-Les électrique.....	pannes du banc 8
1-Calcul électrique.....	de la disponibilité du banc 8
II-Plan d'action.....	0
1-Remarques terrain.....	sur 0
2-Amélioration opérateurs.....	des compétences des 2
3-Elaboration niveau.....	d'un plan de maintenance 1 ^{er} 3
IV-Equilibrage postes.....	entre les 3
V-Etude économique.....	0



Conclusion.....	2
.....	
Bibliographie.....	4
.....	
Webographie.....	4
.....	
Résumé.....	5
.....	



Liste des tableaux

Tableau 1 : Les composants du câble	19
Tableau 2 : Les projets au sein de Delphi Packard	20
Tableau 3 : Taux d'efficience des différentes familles de FORD	34
Tableau 4 : Taux d'efficience de la chaîne Ford Mix-2 du mois de Mars	38
Tableau 5 : Application de la méthode QQQQCP sur la chaîne Mix-2	40
Tableau 6 : Les temps d'arrêts de la chaîne Mix-2	43
Tableau 7 : Fréquence d'apparition des arrêts de la chaîne	45
Tableau 8 : La fréquence d'apparition des défauts de qualité	61
Tableau 9 : Plan d'action du défaut d'enrubannage	65
Tableau 10 : Plan d'action du défaut d'encliquetage	67
Tableau 11 : Temps d'arrêt par rapport au temps de fonctionnement	69
Tableau 12 : Disponibilité du banc électrique	70
Tableau 13 : Nombre d'interventions du service maintenance sur le BCE	71



Tableau 14 : Chiffrage des temps dans les postes	75
Tableau 15 : Chronométrage des cellules et des postes	77
Tableau 16 : Chiffrage des temps après le balancement	78
Tableau 17 : Les temps d'arrêts de la chaîne	80

Liste des photos

Photo 1 : Siège de DELPHI (Michigan) aux Etats-Unis	2
Photo 2 : Siège de DPT	7
Photo 3 : Faisceau électrique	8
Photo 4 : La machine Komax	6
Photo 5 : Sertissage semi-automatique	7
Photo 6 : Jointure des fils	7
Photo 7 : Un fil dénudé	9
Photo 8 : Un terminal	9



Photo 9 : Epissure	9
Photo 10 : Fils encliquetés	0
Photo 11 : Enrubannage continu	0
Photo 12 : Enrubannage en spiral	0
Photo 13 : La machine de coupe Komax	7
Photo 14 : Outil de sertissage	1
Photo 15 : Exemple d'une carte Kanban	6
Photo 16 : Détache la carte Kanban du lot	6
Photo 17 : Mettre la carte Kanban dans la boite	6
Photo 18 : Collecter les cartes Kanban	7
Photo 19 : L'alimentateur se dirige vers le supermarché	7



Photo 20 : L'alimentateur s'approvisionne du supermarché	8
Photo 21 : L'alimentateur attache la carte Kanban au lot	8
Photo 22 : L'alimentateur se dirige vers le poste scan	8
Photo 23 : La carte Kanban est attachée au lot fermé	59
Photo 24 : Défaut d'enrubannage	4
Photo 25 : Position des fourches	4
Photo 26 : Fil désencliqueté	6
Photo 27 : Banc électrique et ses accessoires	8

Liste des figures

Figure 1 : Implantation mondiale de Delphi	15
Figure 2 : Les clients majeurs de Delphi	15
Figure 3 : Fiche signalétique de DPT	17
Figure 4 : Les types de câblage produits au sein de la DPT	18



Figure 5 : Organigramme de Delphi Packard Tanger	20
Figure 6 : Processus de production	25
Figure 7 : Un fil serti	29
Figure 8 : Taux d'efficience des différents projets au sein de DPT	33
Figure 9 : Processus d'assemblage du câble dans la chaîne Mix- 2	34
Figure 10 : Out-put de la chaîne Mix-2 du mois de Mars	38
Figure 11 : Diagramme causes-effet des arrêts de la chaîne d'assemblage Mix-2	41
Figure 12 : Pareto des arrêts de la chaîne Mix-2	44
Figure 13 : Pareto des arrêts de chaîne Mix-2	45
Figure 14 : Répartition du temps d'ouverture de la zone de coupe	48
Figure 15 : Les temps d'arrêts des machines de coupe de la famille Mix-2	49
Figure 16 : Pourcentage des arrêts de la maintenance des machines de coupe	50
Figure 17 : Les étapes du sertissage du fil par l'outil	51
Figure 18 : Temps d'arrêt des pannes de l'outil de sertissage	52



Figure 19 : Le flux actuel entre la coupe et la chaîne d'assemblage	54
Figure 20 : Mise en place des étiquettes de transfert	55
Figure 21 : Les déchets causés par le sertissage	60
Figure 22 : Pareto de la fréquence d'apparition des défauts de qualité	62
Figure 23 : Diagramme causes-effets du défaut d'enrubannage	63
Figure 24 : Diagramme causes-effets du défaut d'encliquetage	63
Figure 25 : Diagramme de Pareto des pannes du BCE	71
Figure 26 : Plan de maintenance 1 ^{er} niveau du BCE	73
Figure 27 : Team member balance chart actuel	76
Figure 28: Team member balance après le balancement	79
Figure 29 : Evolution du Down time de la zone d'assemblage	80
Figure 30 : Evolution de l'Out-Put	81

Liste des annexes

Annexe 1 : Tableau de répartition du temps d'ouverture de la zone de coupe

Annexe 2 : Plan de maintenance 1^{er} niveau pour les machines Komax



Introduction

De part sa position géographique et sa situation socio-économique, le Maroc a des caractéristiques qui lui confèrent un certain nombre d'avantages susceptibles d'intéresser les multinationales du secteur de câblage automobile. En effet nombreuses sociétés multinationales de ce domaine délocalisent une grande partie de leur production sur son territoire, afin de profiter de divers facteurs outre que le prix.

L'exemple illustratif d'une telle entreprise est DELPHI Packard Tanger : équipementier mondial dans l'industrie automobile ayant l'excellence industrielle comme culture et le dépassement des attentes du client comme politique générale, son implication sur le secteur internationale rend la tâche de ses responsables beaucoup plus difficile à cause de la rigidité et les exigences fermes de la qualité à l'échelle internationale.

A cet égard, l'entreprise DELPHI est convaincue que l'amélioration continue des procédés de fabrication et de la qualité de ses produits constitue la démarche adéquate à suivre afin d'atteindre l'excellence industrielle.

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 taux d'efficacité du projet Ford Mix2 est qui est l'un des projets critiques managés par la société DELPHI.

Dans cette optique, j'étais amené à faire une étude détaillée sur l'ensemble des problèmes au sein de la zone de production du projet Ford et cela dans le dessein de se focaliser sur la famille la plus critique afin de remédier à ses problèmes.

Le présent travail a été réparti sur quatre chapitres, dans le premier j'ai fait une présentation sur l'organisme d'accueil, pour le deuxième chapitre j'ai défini le processus de production des câbles ainsi les opérations de fabrication. J'ai abordé dans le troisième chapitre la description de la chaîne Ford Mix-2 sur laquelle j'ai effectué une étude d'efficacité comportant l'analyse des arrêts de la chaîne détaillée dans le quatrième chapitre.



Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil

1. Le groupe multinational Delphi :

1.1 Présentation générale :

Delphi est un groupe multinational américain leader dans l'industrie automobile, spécialisé dans la conception et la fabrication d'équipements pour l'automobile et dont la clientèle s'étend de plus en plus vers des secteurs de haute technologie comme les télécommunications, le matériel médical, l'informatique et ses périphériques.

Son siège se situe dans la ville de Troy (Michigan) aux Etats-Unis, Elle est issue d'une filiation de General Motors et fournisseurs de plus de 30 marques de voitures.

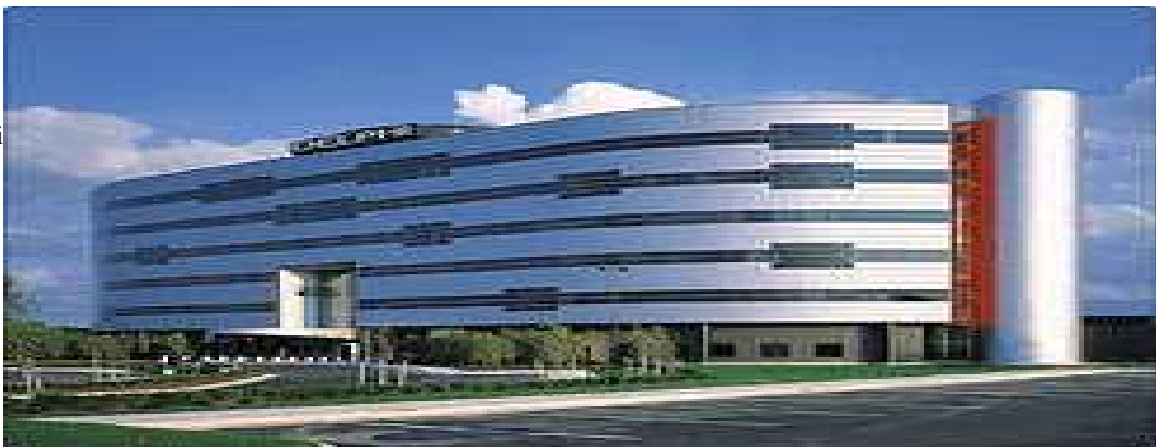




Photo 1 : siège de DELPHI (Michigan) aux Etats-Unis

L'origine de Delphi remonte à la création de la New Départure Bell Company à Bristol, dans le connecticut. La société fut créée en 1888 pour fabriquer le premier carillon de porte d'entrée. En 1897, l'entreprise commença à contribuer à l'histoire des transports en donnant le jour au premier frein de bicyclette à rétropédalage. C'était là le coût d'envoi de toute une série de « premières » qui allaient émailler l'histoire de Delphi.

1.2 Innovation de Delphi :

Aujourd'hui Delphi est l'équipementier automobile dont la gamme de composants et de systèmes est la plus diversifiée. Il est également le fournisseur le plus inventif sur le plan technique. Chaque jour, plus d'une invention sont créées par les ingénieurs Delphi, et c'est un nouveau produit ou un nouveau procédé qui est créé chaque semaine.

D'année en année, tous ces génies de l'invention ont fini par bâtir une tradition bien ancrée : plutôt que de se contenter de répondre aux besoins exprimés par le client. Ils ont bouleversé le monde des transports pour en faire celui que nous connaissons aujourd'hui.

Les principales innovations Delphi :

- 1912 : premier démarreur électrique
- 1929 : premier chauffage automobile
- 1936 : premier autoradio au tableau de bord
- 1951 : première direction assistée
- 1963 : premier régulateur de vitesse
- 1973 : premier fournisseur d'airbag de série
- 1975 : premier pot catalytique : l'échappement devient propre
- 1993 : premier système d'alerte anti-collision
- 2002 : Lancement en série du premier autoradio à réception des bandes satellite.
- 2004 : premières portes coulissantes motorisées sur une petite voiture (peugeot 1007)

1.3 Evolution du groupe :

- 1988 : ACG Worldwide est un secteur spécial au sein de GM.
- 1995: ACG Worldwide deviant Delphi Automotive systems.
- 1998: Delphi devient filiale de General Motors Corporation.
- 1999: Le 5 février. Mise en bourse de Delphi a New York (DPH).



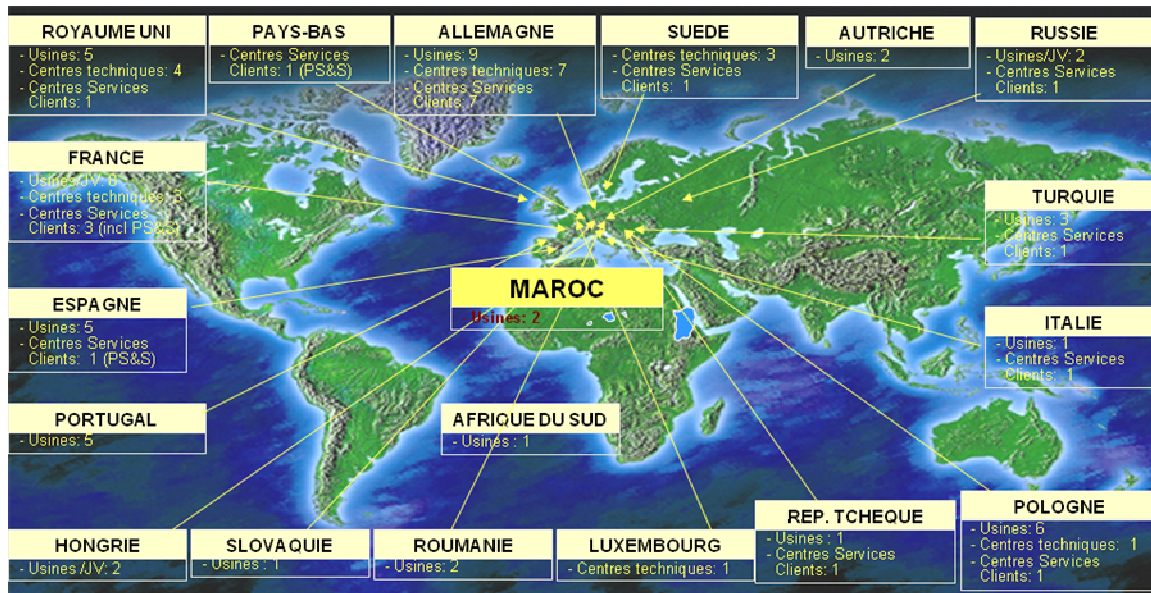
- 1999: Le 28 mai. Delphi devient totalement indépendant de GM.
- 2000 : Acquisition de l'activité Diesel de Lucas (Delphi Diesel Systems).
- 2000 : Acquisition de Automotive products Distribution services [AP Lockheed]
- 2001: Acquisition de Eaton VS/ED (Delphi Mechatronic systems).
- 2002: Delphi Automotive systems devient Delphi Corporation.
- 2002: Delphi aftermarket devient Delphi solutions produits & services.
- 2003: Acquisition de Grunding Car InterMedia systems (Delphi Grunding).
- 2004: Acquisition de Dynamit Nobel AIS GmbH Automotive Ignition Systems.
- 2004 : Acquisition de Peak Industries (matériel médical).

1.4 Divisions :

Chez Delphi, on distingue six divisions selon le produit. Ces divisions sont le résultat du regroupement de sociétés plus petites, dont la création remonte à plus d'un siècle et qui n'ont cessé d'évoluer. Leurs noms se claquent souvent sur l'histoire de l'automobile, et sont synonymes d'inventivité : Packard, Remy, Kettering, Champion, Harrison.

Les différentes divisions de Delphi sont :

1. **Delphi Packard Electric** : qui produit les faisceaux électriques (câblage pour voiture).
2. **Delphi Thermal & Interior** : qui fabrique les systèmes de contrôle du climat automobile, les systèmes de refroidissement, les modules du poste de pilotage, les produits intérieurs tels que les tableaux de bord, les systèmes de sac à air et les systèmes de la fermeture intégrée.
3. **Delphi Product & Service Solutions** : appelé aussi service center qui lie les clients avec les autres divisions de production de Delphi.
4. **Delphi Energy & Chassis** : qui produit les systèmes de gestion des moteurs, les systèmes des freins complets, les systèmes de contrôle des freins, les châssis...
5. **Delphi Steering** : qui produit les systèmes de contrôle des voitures et les systèmes driveline.
6. **Delphi Electronics & safety** : qui produisent les contrôleurs de pouvoir, les sondes et les modules du pouvoir, les radios satellites....



D
E
L
P
H
I
P
o
s
è
d
e
1

71 unités de fabrication à travers le monde dont 49 aux Etats-Unis et Canada, 61 à l'Europe, le Moyen-Orient et l'Afrique, 47 au Mexique et en Amérique du sud et 14 à l'Asie Pacifique, et ceci dans 41 pays différents.

Delphi dispose de 35 joint venture, 28 centres techniques et 53 centres clients et bureaux commerciaux au Mexique et l'Amérique du Sud. Parmi eux on trouve environ 16.000 ingénieurs. Le groupe multinational Delphi emploie plus de 205.700 personnes à travers le monde dont la majorité est représentée dans la figure1 :

Delphi compte plus de 120 fournisseurs de matière première à travers le monde. Et il est le fournisseur de plus de 40 marques de voitures. La liste de ses clients majeurs est représentée dans la figure 2 :



Figure 1 : Implantation mondiale de Delphi



Figure 2 : Les clients majeurs de Delphi

2 DELPHI MAROC :

Le groupe Delphi dispose de deux sites de production au Maroc : Delphi Automotive Système (DASM), comptant plus de dix ans à Tanger et le nouveau site Delphi Packard Tanger (DPT) où j'ai effectué mon stage.

2.1 DASM :

Implantée à Tanger depuis 1999, DELPHI Automotive System Maroc est filiale de l'une des sept du groupe DELPHI Packard Electric Systems. Cette dernière, dont la direction centrale se trouve à Warren, Ohio, aux Etats-Unis, est le leader mondial des systèmes de distribution des signaux électriques pour véhicules.

Elle est localisée à l'entrée de la ville de Tanger sur une surface totale de 70000m², c'est une société anonyme dont le capital social s'élève à 83.000.000 MAD.

DELPHI Maroc est spécialisée dans la fabrication des faisceaux électriques pour voitures, et emploie plus de 3000 personnes. Parmi ses principaux clients, on peut citer de grands constructeurs automobiles tels que les groupes Fiat, Volvo, Renault et Opel.

DASM est certifiée ISO9001, ISO 14001 & ISO TS 16949.



2.2 DELPHI PACKARD TANGER :

Delphi Packard Tanger est implantée au Maroc en 2008. Elle appartient à la première division : Packard Electric Systems. Cette dernière dont la direction centrale se trouve à Warren, Ohio, aux Etats-Unis, est le leader mondial des systèmes de distribution de signaux électriques pour véhicules.

Raison sociale : Delphi Packard Tanger-DPT
Nationalité : Multinationale Américaine, Warren Ohio aux Etats Unis.
Forme juridique : société anonyme – SA
Siège social : Ilot 53, lot n°1 Zone Franche d'exportation de Tanger, Maroc.
Superficie : 60000m²
Catégorie : Industriel
Secteur d'activité : industrie Automobile
Effectif permanent : 3000
Effectif actuel : 3000
Produit : Faisceaux électriques
Directeur général : El khiyati Issam
Début de production : Août 2008
CA annuel : 12.500.000 euros
Téléphone : 0539398700
Fax : 0539398729
E-mail: akesbimouna@delphi.com
Site web: www.delphi.com

Figure 3 : Fiche signalétique de DPT

DELPHI PACHARD TANGER produit les faisceaux électriques pour voitures. Ces faisceaux sont composés d'un ensemble de composants ordonnés de façon logique : fils électriques, terminaux, connecteurs, passe-fils, rubans, tubes isolants, etc...



Photo 3 : faisceau électrique

Les faisceaux électriques (photo 3) sont les premiers composants qui se fixent sur la carrosserie et dont le rôle est d'alimenter électriquement tous les composants et les options de la voiture. Par exemple : Actionner le moteur, les essuie-glaces, allumer les fards...

Les types de câblage :

- Câblage principale (Main)
- Câblage moteur (Engine)
- Câblage sol (Body)
- Câblage porte (Door)
- Câblage toit (Roof)
- Autres...



Figure 4 : les types de câblage produits au sein de la DPT

Un câble se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre elles. Cette division est très utile pour :

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

Composants d'un câble :

Fil conducteur : conduit le courant électrique d'un point à un autre.



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

Connecteur : ce sont des pièces où les terminaux sont insérés, ils permettent de :

- × Établir un circuit électrique débranchable
- × Établir un accouplement mécanique séparable
- × Isoler électriquement les parties conductrices

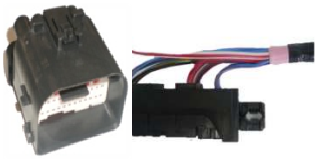



Accessoires : Ce sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage.

- × Les rubans d'isolement
- × Les tubes
- × Les seals

Matériel de protection (Fusibles) : sont des pièces qui protègent le câble et tous ses éléments de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.

Clips ou agrafes : Les clips sont des éléments qui permettent de fixer le câble à la carrosserie de l'automobile. Sans les clips le montage serait impossible, le câble restera détaché provoquant des bruits et exposé aux détériorations à cause des frottements.

Les projets managés par l ^{DPT} [Tableau 1 : les composants du câble](#)

Exemple de connecteurs	Termi naux et seals	Tubes de ruban d'isolement	PVC
			

Le tableau 2 présente les quatre principaux projets managés par la DPT :



Les certifications de Delphi Packard Tanger :

Projet	Famille	Del phi Pac kar d Tan ger a été cert ifié
Prince	P85 PSA, P105/P125 PSA, Q125 PSA TVDI, P125 BMW, P85 BMW, Q125 BMW TVDI, BB Adapteur	
Fiat	IP LHD, IP RHD, Driver Doors, Passenger Doors, Rear Doors, Engine Cool, MULTIAIR, Park Sensor	
Renault	X65, BC85	
Ford	<u>Tableau 2 : les projets au sein de Delphi Packard Tanger</u> Galaxy, Mondeo, Puma FWD, Puma RWD, Puma Land Rover, Puma Transmission, Puma Glow Plug	

e aux normes internationales ISO TS 16949 :2009 et ISO 14001 :2006.

2.2.1 Structure et organigramme :

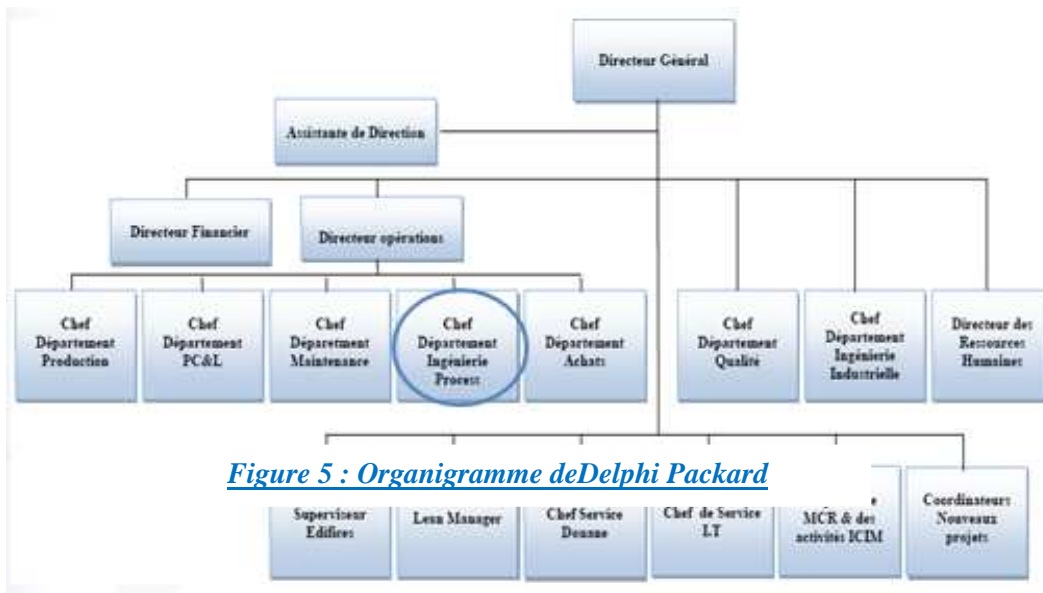


Figure 5 : Organigramme de Delphi Packard

2.2.2
Missions

des
départements :



La Société DELPHI PACKARD se compose de huit départements ou services. Ces services ont des activités diverses, et assurent une certaine coordination afin de minimiser le pourcentage de défauts et de dysfonctionnements internes.

Le département des ressources humaines :

Le département des ressources humaines assure l'effectif suffisant et en permanence, assure une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation. Il joue aussi le rôle de facilitateur, accompagnateur, et social afin d'atteindre des objectifs escomptés par le groupe en matière de ressources humaines.

Le département financier :

Assure les fonctions financières et comptables de l'entreprise, développe et implante les pratiques, les procédures financières et le contrôle de gestion qui affectent la santé financière de la compagnie tout en veillant à la préservation du patrimoine financier de l'entreprise.

Le département informatique :

Ce département est chargé d'animer et d'assurer la cohérence des divers systèmes traitant l'information et les mettre à la disposition des utilisateurs, il est chargé également de la gestion des réseaux, des postes et des logiciels de bureautique.

Le département qualité :

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

Le département production :

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

Le département maintenance :

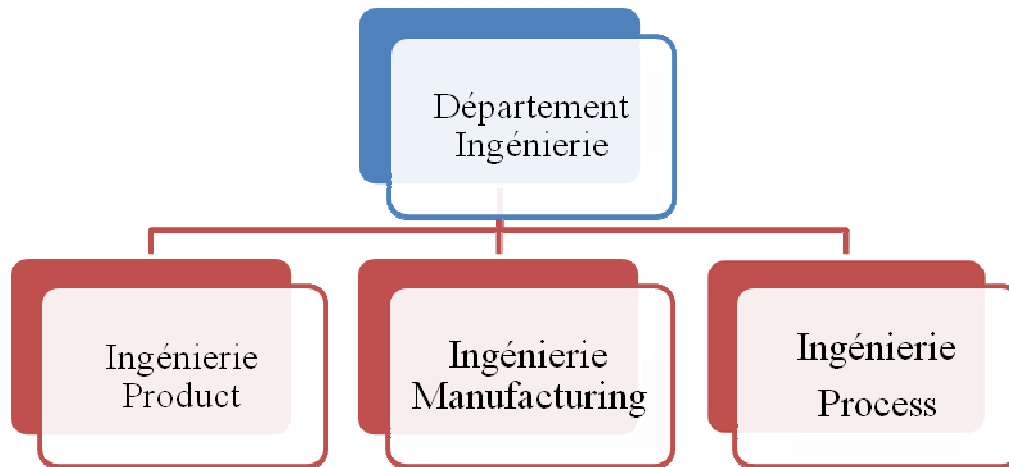
Il assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale.

Le 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.

Le département engineering :

Il a pour mission la gestion et l'implantation des nouveaux projets, le suivi des changements demandés par les clients, ainsi que l'adaptation des procédés de fabrication conformément aux règles définies par les Directions Engineering et qualité du groupe.



été affecté au département Ingénierie Process et qui a pour rôle d'assurer et d'installer tous les équipements nécessaires des nouveaux projets, mais la réalisation de mon sujet a nécessité un suivi avec l'Ingénierie Manufacturing.

2.2.3 Politique de DPT :

DPT est régie par trois politiques de base : la politique de Qualité, la politique d'Environnement et la politique de Sécurité.

➤ Politique de Qualité

Pour faire face à la compétitivité et dans le but de fabriquer un produit avec zéro défaut pour dépasser les attentes du client, Delphi Packard a développé un système de Management de la qualité appelé DBS Delphi Business System. Ce system répond aux perspectives du client et aux exigences des normes comme ISO 9001, ISO TS 14001 et ISO TS 16949.

➤ Politique de l'Environnement

Afin de participer à la protection des ressources naturelles et d'environnement, l'entité a imposé quelques normes d'environnement dont tout le personnel de Delphi est invité à respecter. Les objectifs de ces normes peuvent se résumer comme suit :

- Mise en conformité avec toutes les normes de l'environnement.
- Protection de la santé des personnes.
- Réduction des déchets et des contaminations.
- Conservation des ressources naturelles.

➤ Politique de sécurité et hygiène



La priorité absolue de Delphi est la protection de la santé et de la sécurité de chaque employé. Dans ce cadre, la compagnie impose des consignes concernant :

➤ **L'hygiène**

Le port des blouses et l'interdiction de fumer en dehors des zones des fumeurs.

➤ **La sécurité**

Le port des gants et des lunettes est obligatoire pour le personnel travaillant sur terrain.

➤ **La santé**

Une structure d'assistance médicale est prête à intervenir en cas d'urgence, ainsi un suivi médico-social est mis en place afin de détecter l'évolution de santé du personnel.



Chapitre 2 : Processus de production

I-Processus de production :

La production des faisceaux électriques passe par plusieurs étapes, donc par plusieurs zones de production : magasin des matières premières, la zone de coupe/la zone de préparation, l'alimentation, l'assemblage, et finalement le magasin des produits finis.

La figure 6 présente le processus de production au sein de Delphi depuis la réception des matières premières jusqu'à l'expédition des produits finis.

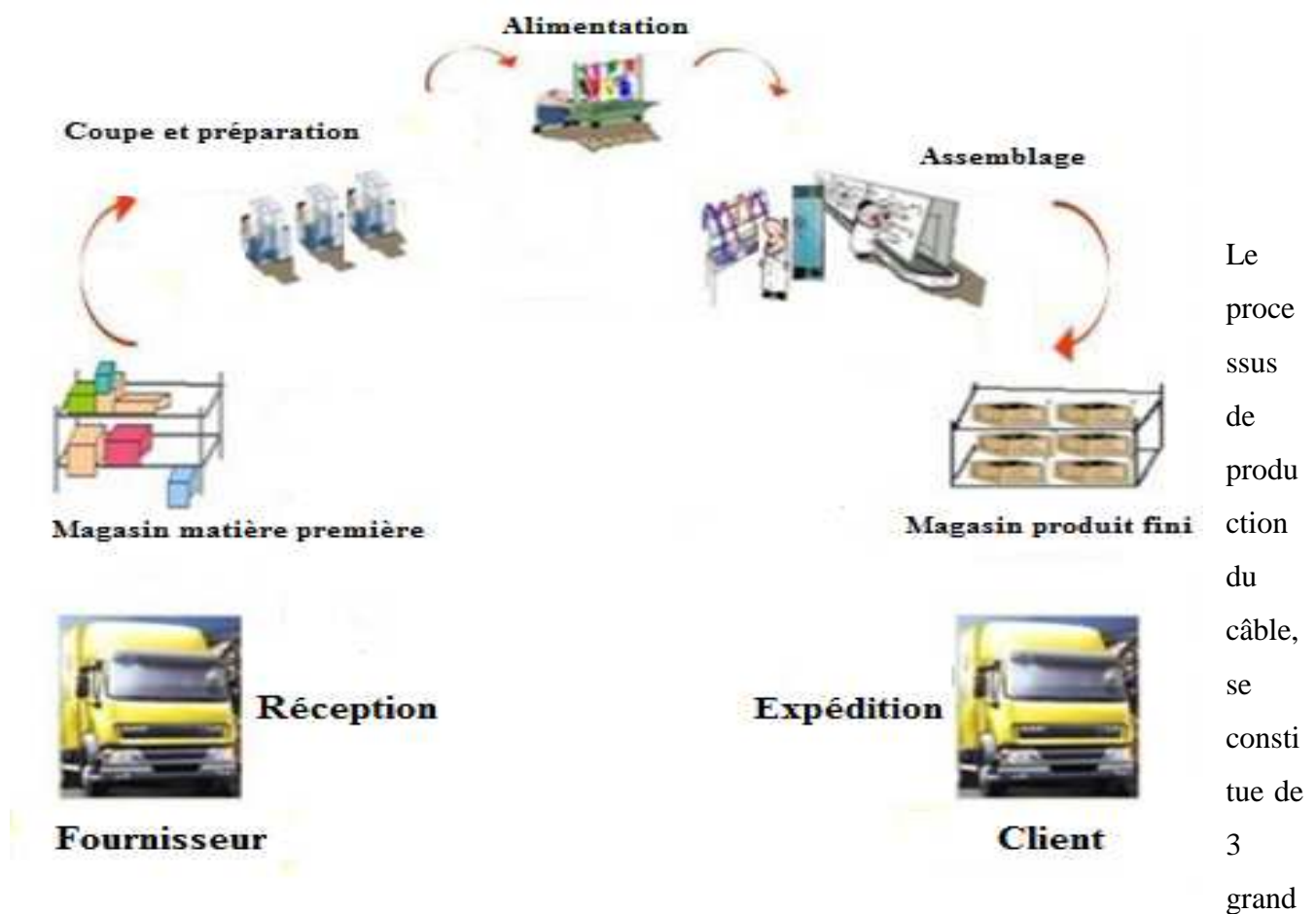
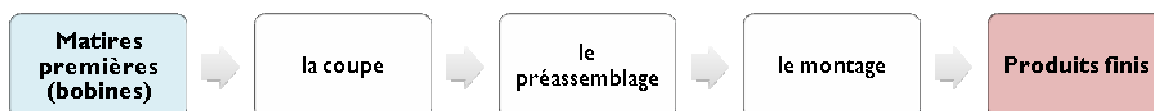


Figure 6 : Processus de production

es étapes : La cc





➤ **Le magasin de la matière première**

La matière première passe obligatoirement par le laboratoire de contrôle de qualité pour subir un contrôle de réception et pour validation avant d'être stockée dans le magasin des matières premières.

➤ **La zone de coupe**

Elle consiste à découper la matière première (bobines des fils électriques) en des fils dénudés et sertis avec leurs terminaux.

Pour chaque circuit sont définis les paramètres suivants: la longueur désirée, le dénudage, les terminaux, et autres.

Pour ce faire la machine KOMAX est la machine de coupe utilisée.



Photo 4 : la machine Komax

➤ **La zone de pré assemblage**

Certains circuits se finissent au niveau de la coupe et passent directement vers le secteur montage pour être utilisés, d'autres circuits selon leur nature (torsadé, grande section...) passent par l'une ou toutes les étapes qui vont être décrites par la suite :

Le poste sertissage : en fait cette opération se fait automatiquement sur les machines Komax. Cependant pour des raisons de capacité et de puissance de la machine qui se limitent en fonction de la section des fils. Cette opération se fait à l'aide de machines spécifiques dans la zone de préassemblage.

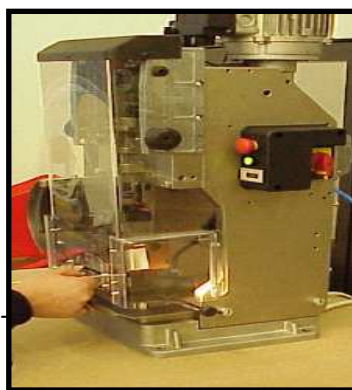




Photo 5 : sertissage semi-automatique

Le poste joint : la jointure des fils se fait par trois techniques différentes,

- Par vibration
- Par chaleur
- Par soudage

Les différentes techniques s'exécutent dans des machines bien spécifiques, on distingue :

- **ULTRA SONIC** : sert à joindre les fils par vibration.
- **RAYCHEM** : sert à joindre les fils par chaleur et insérer le bouchon (Shrink) à la place de la jonction pour lui donner plus de résistance.



Photo 6 : jointure des fils

➤ **La zone montage**

Une ligne de montage se caractérise généralement par l'emploi d'un convoyeur ou d'une chaîne de tableaux mécanisés ou les deux au même temps en fonction du nombre de circuits que contient le câble et en fonction de sa complexité.

➤ **Le contrôle électrique**

Les câbles passent au contrôle électrique où on vérifie la continuité électrique entre les différentes extrémités du circuit et la présence des éléments secondaires (sécurité des connecteurs, passe-fil, réglettes, brides...).

➤ **Contrôle de Contention et Emballage**

Par la suite, un contrôle de contention est assuré pour vérifier visuellement le faisceau électrique et mesurer ses deux côtes. A ce stade, le faisceau électrique est validé, il passe à la dernière étape du processus d'assemblage, c'est l'emballage. Une fois le câble est emballé, il est mis dans des palettes destinées au magasin des produits finis.

➤ **Magasin des produits finis**

Les câbles emballés sont plastifiés et chargés en remorque pour les expédier au client.

II- Définition des opérations de la fabrication d'un câble :

1. La coupe :

C'est le fournisseur de matière première pour les chaînes d'assemblage, il leur fournit les fils sertis et dénudés en quantité et qualité demandées et au moment opportun.

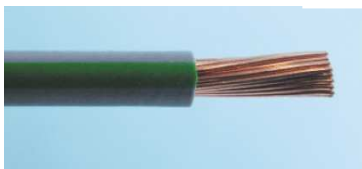
La coupe est équipée par des machines automatiques Komax qui servent à la coupe, le sertissage et le dénudage des fils.

Les fils de grande section qui nécessitent un traitement particulier (union de deux fils dans un connecteur, préparation des fils torsadés...) sont acheminés vers la zone de préparation où on travaille avec des machines semi-automatiques.

2. Le sertissage :

C'est un processus de production qui consiste à rassembler un terminal avec un fil ou plusieurs, grâce à une compression par un outillage en garantissant une perte minimale d'énergie et une force d'arrachement maximal.

Photo 7 : un fil dénudé



+



=



Photo 8 : un terminal

Figure 7 : un fil sertis

3. L'épissure :

C'est l'union à l'aide d'une agrafe de deux ou plusieurs conducteurs pour assurer la continuité

électrique entre ces fils.

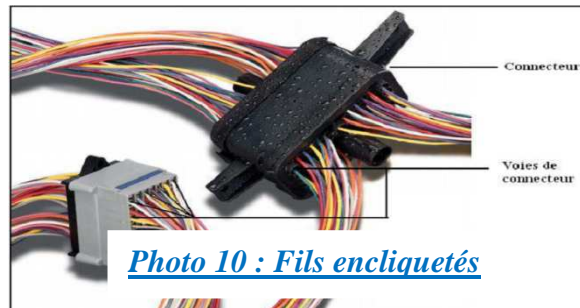


Photo 9 : Epissure

4. L'encliquetage :

L'encliquetage est une étape principale du processus d'assemblage qui sert à mettre le terminal correctement dans la voie correspondante du connecteur, cette étape est basée sur trois principes :

- ✓ Pousser le terminal correctement dans la voie correspondante.
- ✓ Entendre le click.
- ✓ Tirer le terminal pour s'assurer qu'il soit bien fixé.



5. L'enrubannage et l'habillage du câble :

C'est la dernière étape dans la chaîne de montage, elle s'effectue de façon manuelle avec plusieurs types de ruban (PVC, PVC tissu, PVC coroplaste, foam, calsa...).

L'enrubannage est une opération qui consiste à couvrir les faisceaux électriques soit avec des rubans adhésifs ou avec des tuyaux afin de les protéger de la haute/faible température, des éraflures et pour assurer des côtes adéquates aux spécifications du client.

L'habillage d'un câble électrique avec des rubans adhésifs peut être effectué soit en spirale soit en continu.



L'enrubannage en spirale : Les fils sont partiellement couverts, l'espace entre les spirales varie entre 30%, 50% et 100% de la largeur du ruban selon les spécifications des clients.

L'enrubannage continu : les fils sont complètement couverts, la spirale couvre 30% de la précédente.



Photo 11: Enrubannage continu



Photo 12 : enrubannage en spirale



Chapitre 3: Problématique du projet et Description de la chaîne Ford Mix-2



I-Contexte général du projet :

1. Introduction :

Que ce soit la productivité, l'efficacité, temps non productif ou tout autre indicateur de suivi de l'activité de production, les objectifs à atteindre se planifient en termes de ces indicateurs qu'on appelle indicateurs de performance.

En effet, le département ingénierie suit un certain nombre d'indicateurs pour concrétiser ses orientations et atteindre ses objectifs, dont le principal indicateur est l'efficacité.

C'est dans le même contexte que s'inscrit le présent travail qui a pour mission principale l'amélioration de l'efficacité du projet Ford à travers l'identification des problèmes que connaît le projet, suivi de l'élaboration et la mise en œuvre des plans d'action.

II- Cahier des charges :

1. Le sujet de l'étude :

L'amélioration du taux d'efficacité du Projet Ford Mix-2.

2. Description du sujet :

Pour être compétitif sur le marché, Delphi doit avoir une idée sur ses possibilités de production et du niveau d'efficacité qu'elle peut atteindre.

Ce projet est destiné à être appliqué sur la chaîne de production du câblage des moteurs pour les voitures « FORD MONDEO » et « FORD GALAXY » car la capacité de production et le niveau d'efficacité restent très limités par rapport à l'objectif.

Mon objectif est d'étudier les différents problèmes rencontrés, de réduire les temps d'arrêts, équilibrer entre les postes afin d'augmenter le taux d'efficacité de la chaîne.

La démarche de l'étude consiste en :

- La description du processus et la définition du problème
- L'identification et l'analyse des causes de perte d'efficacité
- L'élaboration et la mise en œuvre des plans d'action

3. Notion d'efficacité :



Parmi les indicateurs de suivi de l'activité de production, le département Ingénierie se réfère au taux d'efficacité calculé pour chaque mois et pour chaque famille des différents projets. L'efficacité se calcule par la relation suivante :

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{Production}}{\text{Exigence}} \times \frac{\text{nb d'opérateurs exigé}}{\text{nb d'opérateur réel}}$$

Etude du taux d'efficacité des différentes chaînes :

La figure 8 représente le taux d'efficacité des différents projets pour l'année 2011.

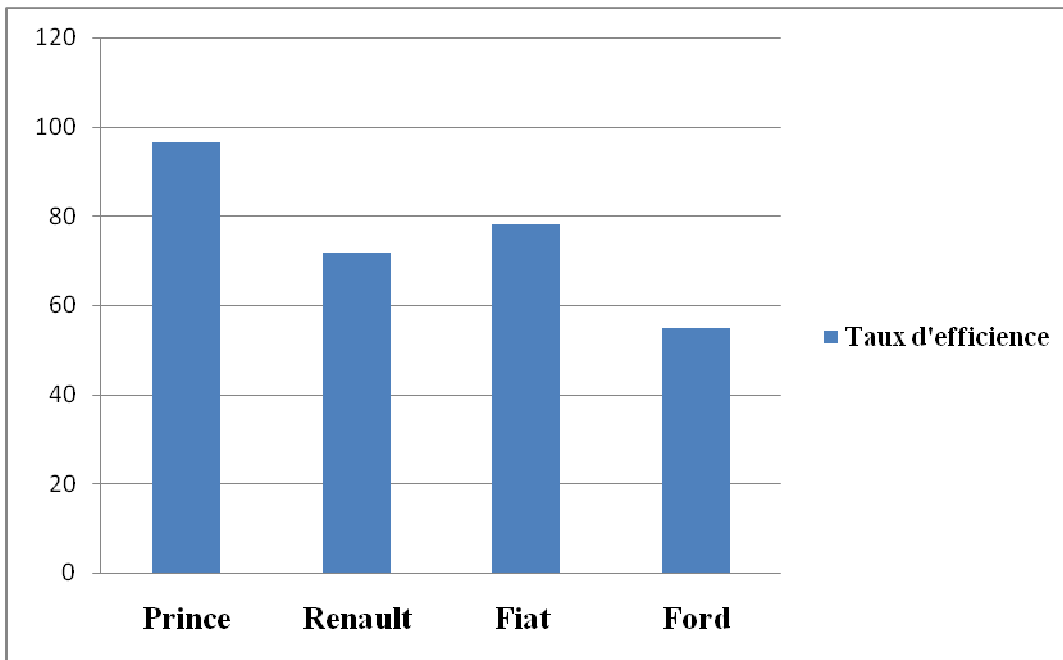


Figure 8 : Taux d'efficacité des différents projets au sein de DPT

D'après la figure 8 on peut remarquer que le projet Ford a un taux d'efficacité faible par rapport aux autres projets, chose qui nous amène à faire une étude approfondie sur ce dernier. Pour ce faire je me suis focalisé sur les différentes familles Ford Engines (câblage des moteurs) afin de mener mon étude sur la famille la plus critique.

Le tableau 3 représente les différentes familles des Ford Engines et leurs taux d'efficacité pour l'année 2011.



FORD ENGINES	Ford Mix-2	Ford DISI	Ford F	Land Rover Z	Land Rover GTDI	Ford Mix-1	Ford 9H	Ford1,6 GTDI	Ford DV6
Taux d'efficience	43,65%	110,9%	45%	78,6%	64,5%	84,1%	84%	45%	75,8%

Tableau 3 : taux d'efficience des différentes familles de FORD

Comme montre le tableau3 la famille Mix-2 est la famille la plus critique avec un taux d'efficience de 43,65% pour l'année 2011, donc l'étude sera menée sur le projet Ford Mix-2.

III- Présentation de la chaîne Mix-2 du projet FORD :

1. Description de la chaîne Ford Mix-2 :

Le projet Ford Mix-2 est un projet qui a été transféré de la Turquie, il assure l'assemblage des câbles "Engine" situé dans la partie du moteur de la voiture, son processus d'assemblage passe par quatre grandes parties :

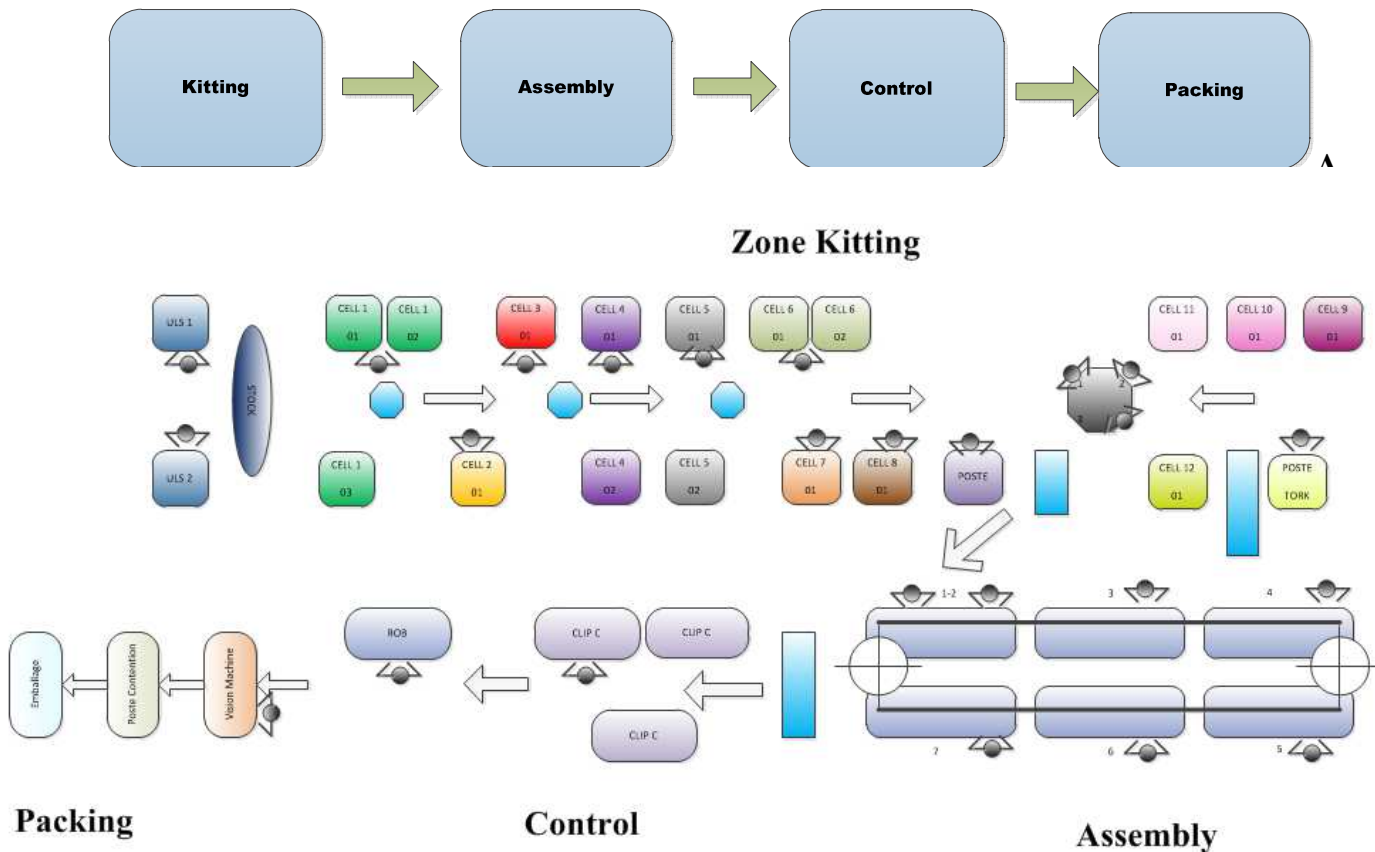


Figure 9 : processus d'assemblage du câble dans la chaîne Mix-2



La zone des épissures ultrasoniques : la chaîne contient deux machines ultrasoniques qui réalisent l'union des fils.

Les postes fixes ou cellules : la chaîne de montage est entourée par des tableaux fixes appelés les cellules des kits dont le rôle est de préparer les parties du câble (les kits) qui seront par la suite assemblées sur la chaîne mobile. Les opérations réalisées par les postes fixes sont :

- L'encliquetage
- L'enrubannage
- L'enfilement des tubes
- La fixation des sécurités

B. La zone "Assembly" contient :

La chaîne mobile : l'assemblage des câbles se fait selon la longueur du câble, soit sur les tableaux fixes soit sur les tableaux roulants, dont la vitesse varie selon le temps cycle du câble défini par l'ingénierie. La figure 9 qui schématise la chaîne d'assemblage de mon projet contient 19 postes fixes et 6 tableaux d'assemblage. Le nombre de postes dépend de la taille du câble : plus le câble est grand et chargé, plus les dimensions du tableau sont plus importantes et plus le nombre de postes augmente. Dans les tableaux d'assemblage on rassemble tous les kits préparés dans les postes fixes et ils sont de deux types : les tableaux d'encliquetage où l'on réalise la séparation des fils et l'encliquetage, les tableaux de bandage où l'on effectue l'enrubannage et on met les fixations, les brides et les sécurités.

C. La zone "control" contient :

Un poste clip checker : pour la vérification des brides et des sécurités.

Un poste ROB (Ring Out of Board) : il est constitué d'un banc d'essai pour le contrôle électrique du câblage.

Un poste vision machine : où l'on ajoute des fusibles et des relais au produit fini.

Un poste contention : où l'on vérifie les critères de qualité du câblage (dimensions, manque d'accessoires, les sécurités de quelques connecteurs...)

D. La zone "packing" contient :

Un poste d'emballage : l'emballage du produit fini.



Un poste Fire-Wall : c'est le poste de filtrage final après l'emballage. On prend des échantillons de câblage emballés, et on vérifie quelques points critiques. Les points à vérifier sont ceux qui ont fait objet à des réclamations par le client.

2. Exigences :

Les exigences fixées par le département ingénierie pour la chaîne Mix-2 du projet Ford :

- ✓ Temps d'ouverture : 460min / jour
- ✓ Temps cycle du câblage : 2,74 min
- ✓ Quantité exigée par shift : 168 câbles
- ✓ Nombre d'opérateurs sur toute la chaîne : 25,7 op
- ✓ Nombre de référence travaillé par la chaîne : 5 références

3. Le flux d'information :

L'ordre de la production suit un flux poussé, il est donné par le Kitting Order et le Manifest :

Le Kiting Order : est le signal de production pour les cellules des kits (postes fixes), il montre la quantité demandée de chaque kit pour chaque référence.

Le Manifest : c'est le signal de production pour l'assemblage des kits dans les postes mobiles.

Wire picking list : c'est une liste utilisée pour répondre aux besoins de la chaîne en matière des fils.

Ce travail est assuré par un alimentateur de fils en utilisant le BTO (Build To Order).

Un autre alimentateur assure l'alimentation de la chaîne en matière première (PVC, Connecteurs, Brides,...) par un système tiré (Kanban) selon la consommation de la chaîne.

La connexion entre les cellules et les postes est assurée par des dispositifs de connexion de type toboggan, shutles...





Chapitre 4: Etude de l'efficience de la chaîne

I Etude de l'efficience :

1. Production et exigence :

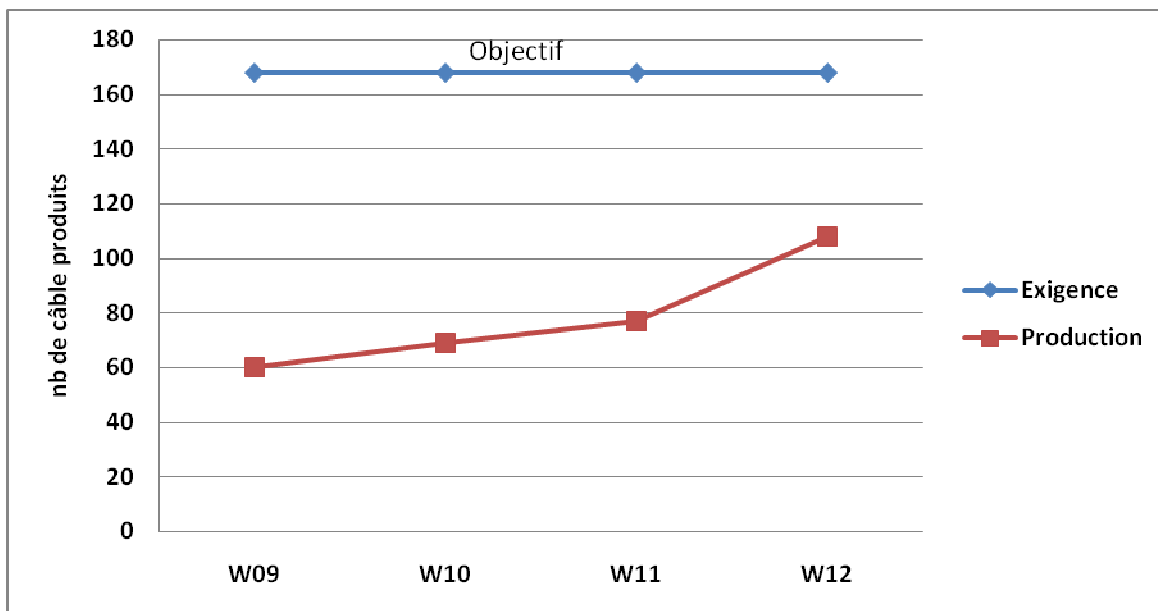
L'output est défini comme étant le nombre de câblages produits dans les chaînes de montage. En se basant sur le suivi du mois de Mars de l'année 2012, de la production journalière de la chaîne Mix-2 du projet Ford, j'ai pu faire une étude sur l'efficience.

Weeks	Exigence/jour	Production moyenne/jour	Nb d'opérateurs exigés	Nb d'opérateurs réel	Efficience
W09	168	60	25,7	30	30,5 9%
W10	168	69	25,7	30	35,1



					8%
W11	168	77	25,7	30	39,26%
W12	168	108	25,7	30	55,0 7%

Tableau 4 : taux d'efficience de la chaîne Ford Mix-2 du mois de Mars



Le graphe de la figure 10 est l'Out Put du mois de

Mars montre c Figure 10 : Out put de la chaîne Mix-2 du mois de Mars

de mesurer l'i

énierie, d'où l'intérêt

îne Mix-2 du projet

Ford. Pour cela l'utilisation des méthodes d'identification du problème se révèle nécessaire.

II- Application des méthodes d'identification du problème :

1. Clarification du problème par QQQQCP :

Le QQQQCP permet d'obtenir rapidement une convergence de compréhension et de nécessité d'action collective. L'application de cette méthode permet de nous donner l'assurance d'avoir fait le tour du problème avant de se lancer dans une solution.



La problématique dans le projet Ford Mix-2 est de savoir les principales causes qui ont un impact direct sur le taux d'efficacité, et pourquoi ses problèmes ne sont pas présents dans les autres chaînes. La figure ci-dessous représente le QQQQCP établi pour ce problème.

QQQQCP	Date : 04/04/2012 Lieu : Delphi
Quoi ? C'est quoi le problème ? Quels sont les conséquences ? Quelle est l'activité/processus concerné par le problème ?	<ul style="list-style-type: none">▪ Les arrêts de la chaîne, les attentes de la matière, la non-qualité, les arrêts maintenance, déséquilibre des postes.▪ Un taux d'efficacité faible, gaspillage de temps, retard de livraison et pénalités de retard.▪ Projet Ford Mix-2 famille ENGINE
Qui ? Qui est concerné par le problème ?	<ul style="list-style-type: none">▪ Département Ingénierie▪ Département Qualité▪ Indirect : zone de coupe
Où ? Où apparaît le problème ?	<ul style="list-style-type: none">▪ Au sein de la zone d'assemblage▪ Dans la zone contrôle qualité▪ Au sein de la zone de coupe
Quand ? Quand apparaît le problème ?	<ul style="list-style-type: none">▪ Au cours de la production
Comment ? Comment mesurer le problème ?	<ul style="list-style-type: none">▪ Identification des causes racines du problème par le diagramme d'Ishikawa.▪ Classification des problèmes en utilisant l'outil Pareto.▪ Faire une étude détaillée sur les problèmes majeurs qui ont un impact direct sur la perte



Comment diagnostiquer le problème ?	<p>d'efficience.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Travailler sur les problèmes liés à la machine de coupe.▪ Travailler sur les réclamations internes pour les produits non conformes.▪ Etudier la fiabilité des équipements.▪ équilibrer les postes.▪ Proposer un plan d'action.
Pourquoi ? Pourquoi résoudre le problème ?	<ul style="list-style-type: none">▪ Réduire les temps d'arrêts de la chaîne.▪ Augmenter la production journalière pour atteindre l'exigence.▪ Améliorer l'efficience du processus.▪ Diminuer les retouches.▪ Augmenter la disponibilité des équipements

Tableau 5: application de la méthode OOOOCP sur la chaîne Mix-2

Afin d'identifier toutes les causes majeures qui engendrent les arrêts de la chaîne d'assemblage, le recours à une analyse exhaustive des 5M à l'aide d'un diagramme d'Ishikawa se révèle fort utile.

2. Diagramme d'Ishikawa :

Le diagramme d'Ishikawa ou le diagramme de causes à effets est un outil qui permet d'identifier les causes possibles d'un effet constaté et donc de déterminer un moyen pour y remédier.

Cet outil se présente sous la forme d'arrêtes de poisson classant les catégories de causes inventoriées selon la règle des 5M (Matière, Main d'œuvre, Moyens, Méthode et Milieu)

- Matière : Causes ayant pour origine les supports techniques et les produits utilisés.
- Main d'œuvre : Problème de compétences, d'organisation, de management.

- Machine : causes relatives aux machines, aux équipements et moyens concernés.
- Méthode : procédures ou modes opératoires utilisés.
- Milieu : environnement physique : lumière, bruit, poussière, ergonomie....

Le diagramme des causes à effets sur les arrêts de la chaîne détectés dans la zone d'assemblage de la famille Ford Mix-2 sont représentés dans la figure 11 :

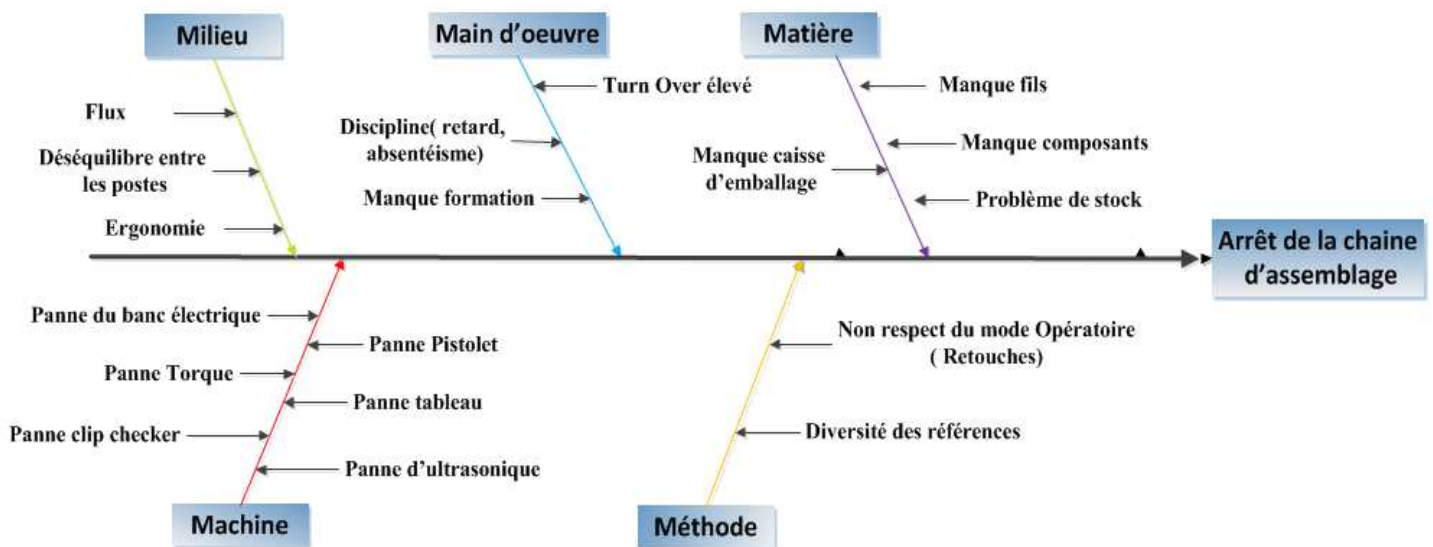


Figure 11 : Diagramme causes-effets des arrêts de la chaîne d'assemblage Mix-2

La figure 11 représente le diagramme d'Ishikawa réalisé sur la chaîne Mix-2, où j'ai relevé toutes les causes ayant un impact sur les arrêts de la chaîne d'assemblage.

Pour les problèmes liés à **la Matière** se sont les problèmes généralement dus au manque de matières premières (manque fils, manque composants.. .).

La **Main d'oeuvre** a un grand impact sur les arrêts de la chaîne puisque 90% de la fabrication du câble est réalisé manuellement. Parmi les causes qui engendrent l'arrêt de la chaîne :

- Un turn over qui est élevé
- Les causes liées à la discipline des opérateurs
- Un manque de formation



La **Méthode** de travail est influencée par le non respect du mode opératoire qui conduit à la fin un produit non conforme et qui nécessite des retouches. D'autre par la diversité des références rend la tâche difficile pour la maîtrise du processus d'assemblage par les opérateurs.

Les problèmes liés à la **Machine** sont résumés à la non disponibilité des équipements à cause des pannes.

Le **Milieu** peut influencer les arrêts de la chaîne par un déséquilibre entre les postes et une ergonomie non convenable.

Afin de déterminer les priorités et la pertinence d'une action, le recours à des outils simples d'analyse et d'aide à la décision tel que le diagramme de Pareto se révèle fort utile.

3. Diagramme de Pareto :

Le diagramme de Pareto est un histogramme représentant des données classées par ordre décroissant d'importance. Il est généralement accompagné d'une courbe des valeurs cumulées. Ce diagramme permet de dégager aisément les points essentiels parmi les nombreux divers.

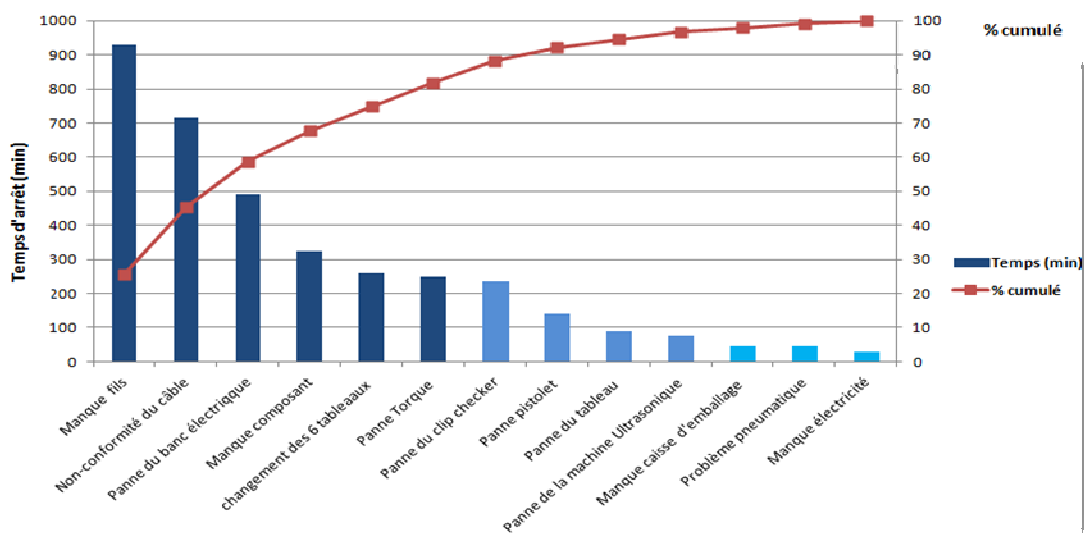
Afin de cibler et de toucher les principales causes des arrêts de la chaîne d'assemblage du câble famille Ford Mix-2, j'ai réalisé un diagramme Pareto sur les arrêts pour le mois de Mars en prenant le temps d'arrêt comme critère.

Type d'arrêt	Temps d'arrêt (min)	cumul	%cumulé
Manque fils	930	930	26
Non-conformité du câble	715	1645	45
Panne du banc électrique	491	2136	59
Manque composant	325	2461	68
Changement des 6	260	2721	75



tableaux			
Panne Torque	250	2971	82
Panne du clip checker	237	3208	88
Panne pistolet	140	3348	92
Panne du tableau	90	3438	95
Panne de la machine Ultrasonique	76	3514	97
Manque caisse d'emballage	46	3560	98
Problème pneumatique	45	3605	99
Coupure électricité	30	3635	100
Total	3635		

Tableau 6 : les temps d'arrêts de la chaîne Mix-2





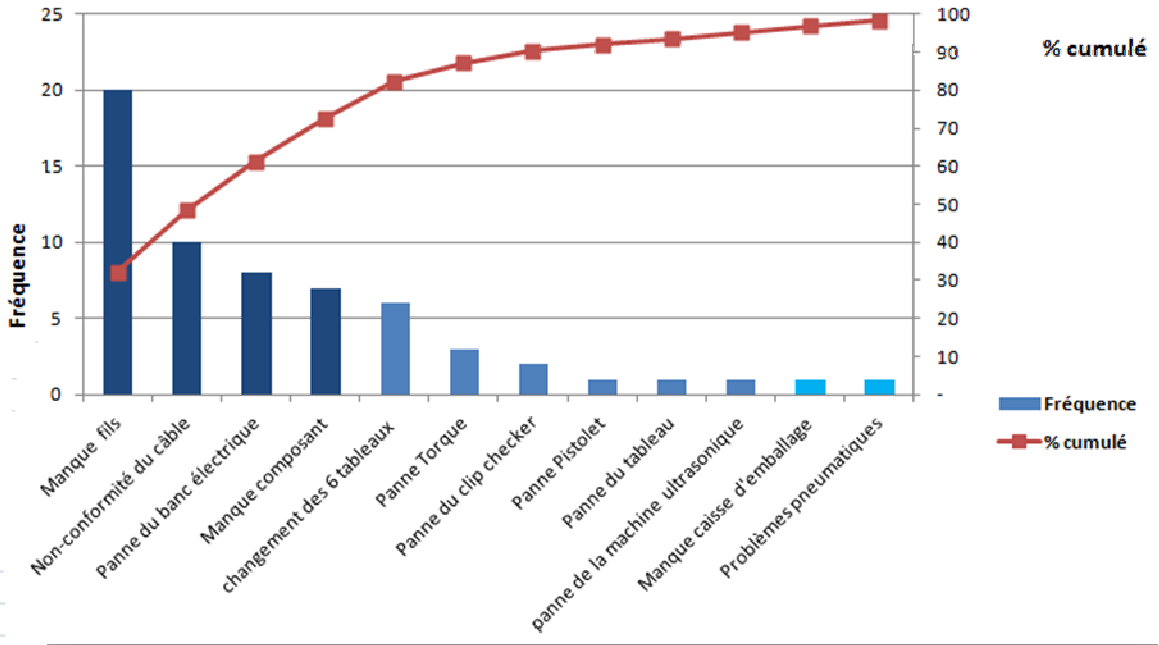
Pour renforcer mon étude, j'ai effectué un deuxième Pareto mais cette fois-ci j'ai pris comme critère la fréquence d'apparition des problèmes pour le mois de Mars.

Type d'arrêt	Fréquence	Cumul	% cumulé
Manque fils	20	20	32
Non-conformité du câble	10	30	48
Panne du banc électrique	8	38	60
Manque composant	7	45	71
Changement des 6 tableaux	6	51	81
Panne Torque	3	54	86
Panne du clip checker	2	56	89
Panne pistolet	1	57	90
Panne du tableau	1	58	92
Panne de la machine Ultrasonique	1	59	94
Manque caisse d'emballage	1	61	97
Problèmes pneumatiques	1	62	98
Coupure électricité	1	63	100



Total	63		
-------	----	--	--

Tableau 7 : Fréquence d'apparition des arrêts de la chaîne



Interpretation : On remarque que les

problèmes du manque fils, non-conformité du câble et les pannes du banc électrique sont les principales causes de l'arrêt de la chaîne Ford Mix-2. Pour cela je vais me focaliser sur les zones où apparaissent ces problèmes.

- La zone de coupe : les problèmes du manque fils
- La partie de contrôle qualité : les problèmes de la non-conformité du câble
- La partie maintenance des équipements : les pannes du banc électrique

Cette analyse montre, que pour ces trois catégories, une gestion rigoureuse et précise s'impose. Ce sont les points à traiter en priorité et auxquels il faut accorder le plus d'importance.

III- Analyse des arrêts de la chaîne (Down time) :

Partie 1 :



I- Zone de coupe : les problèmes du manque fils

D'après l'étude réalisée sur les arrêts de la chaîne Ford Mix-2, j'ai constaté que la cause majeure des arrêts de la chaîne d'assemblage est due au manque de références des fils non encore préparés dans la zone de coupe, d'où l'importance de faire une analyse sur :

- Le flux entre la chaîne d'assemblage et la zone de coupe.
- Les problèmes des arrêts de la machine de coupe.

1. Analyse du flux actuel entre la coupe et la chaîne Ford Mix-2 :

Au début de chaque shift, l'alimentateur effectue un inventaire des fils pendant presque 20 min le long de la chaîne. S'il remarque un manque, il se rend au "super marché" de la zone de coupe pour s'approvisionner. Dans le cas où le fil n'est pas coupé, une longue séquence se produit :

L'alimentateur avise le contremaître de la chaîne, ce dernier remplit la feuille de suivi des fils critiques qui contiennent les informations suivantes :

- Famille du fil
- Code du fil
- Machine de coupe
- Temps de déclaration
- Temps arrêts chaînes

Le contremaître de la chaîne informe son supérieur (chef shift de la chaîne), le chef de shift de la chaîne informe à son tour le chef de shift de coupe, ce dernier donne l'ordre à son subordonné « contremaître de coupe » de formuler une feuille des fils en urgence, et de la présenter à l'opérateur de la machine de coupe, pour lancer la production des fils en urgence.

Cette procédure qui prend plusieurs minutes ne s'utilise qu'en cas d'urgence où il y'a arrêt de production dans les chaînes d'assemblage suite à un manque de fils (besoins de fils non encore coupés par la machine de coupe). Les racines de ce problème proviennent généralement de l'ordre de production utilisé BTO (Build To Order).

Le BTO signifie produire aujourd'hui ce qu'on va consommer demain ainsi chaque jour le service logistique élabore une liste des fils à couper (Cutting Order), cette liste contient les quantités de références des fils qui vont être consommés dans la journée suivante.

Les inconvénients du BTO :



- Chaque début de journée (premier shift) le service de coupe répond aux besoins d'un nouveau « Cutting Order », même si la quantité listée de la journée précédente n'est pas encore atteinte à cause de l'indisponibilité des machines. Ce problème implique une consommation du stock de sécurité et bien évidemment le manque de fils dans la chaîne d'assemblage.
- Produire ce qui n'est pas été encore consommé par les chaînes d'assemblage.
- Non exploitation de la capacité des équipements dans le cas où l'opérateur de coupe répond aux besoins de Cutting Order dans une durée inférieure au temps payé, les conséquences de ce problème est l'augmentation du temps mort.

Ce temps perdu va être rattrapé en adoptant la solution : méthode kanban

2.

Analyse des arrêts de la machine de coupe :

La zone de coupe dispose d'un ensemble de machines Komax, qui traitent les extrémités des fils, pour tout genre de séries : petites, moyennes et grandes. Ces machines assurent l'alimentation des chaînes d'assemblage à ses besoins quotidiens en fils coupés, sertis et dénudés.



Photo 13 : la machine de coupe Komax

La production dans les délais prévus n'est pas toujours assurée ce qui provoque des arrêts dans le processus d'assemblage en raison d'un manque de fils.

Afin de mesurer la performance de la zone de coupe j'ai récupéré des prélèvements des différents éléments constituant le temps d'ouverture (Temps Productif, Temps de réglage, Temps de maintenance, Temps mort, Temps de logistique) pour les différentes machines de coupe qui servent la chaîne Mix-2 durant le mois de Mars.

Le temps productif : c'est le temps écoulé lors de la production.



Le temps non productif constitue les éléments suivants :

- ✓ Temps Mort : c'est le temps perdu et la machine dans un bon état et capable de produire.
- ✓ Temps de réglage : c'est le temps lors d'un changement de fabrication.
- ✓ Temps de maintenance : c'est le temps écoulé lors des interventions d'équipe de maintenance.
- ✓ Temps de logistique : c'est le temps d'attente de la matière (bobine, terminal, outil, seal).

Le tableau de la répartition du temps d'ouverture de la zone de coupe est représenté dans l'annexe 1.

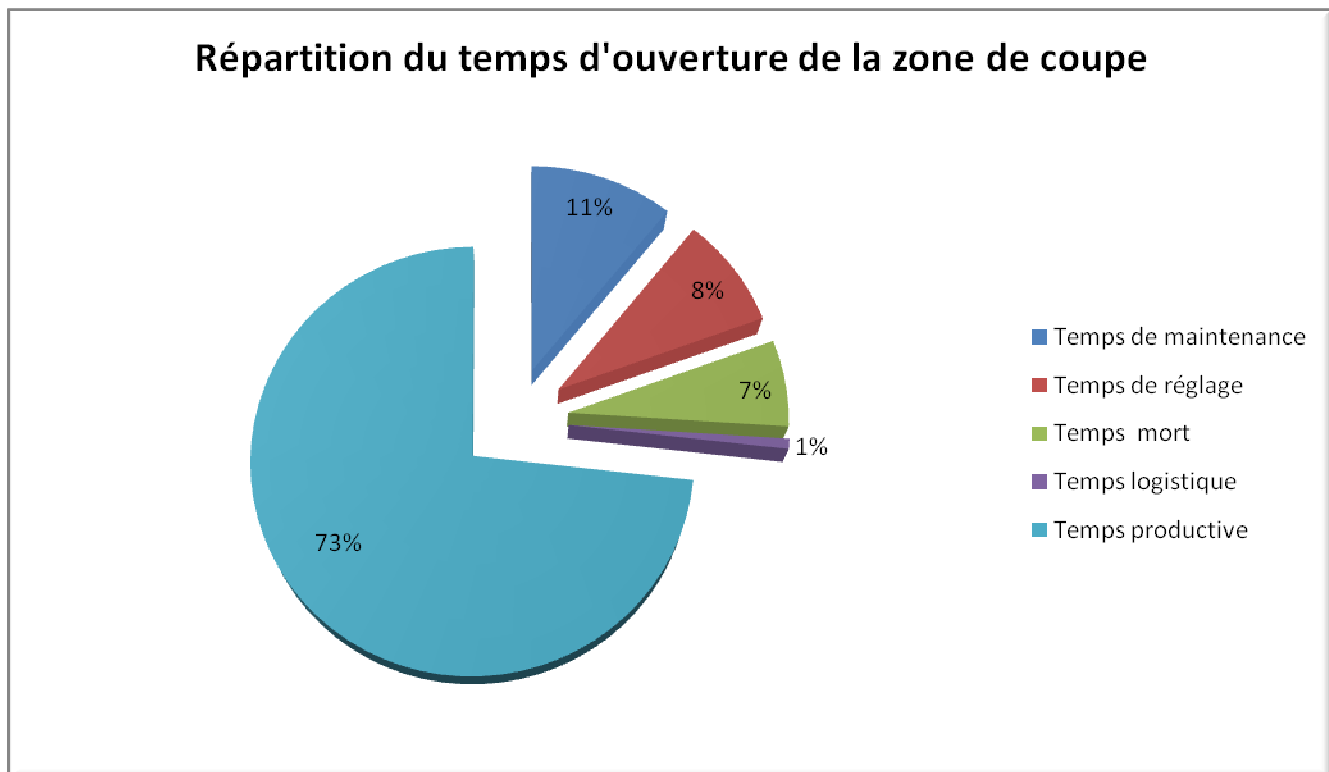


Figure 14 : Répartition du temps d'ouverture de la zone de coupe

La figure 14 représente la répartition du temps d'ouverture des machines de coupe qui répondent aux besoins de la chaîne Mix-2 pour le mois de Mars.

D'après le graphique, le temps productif de la zone de coupe ne représente que 73% du temps d'ouverture et 27% qui reste c'est un temps non productif perdu entre :

- ✓ Temps de maintenance (11%)
- ✓ Temps de réglage (8%)
- ✓ Temps mort (7%)

✓ Temps de logistique (1%)

Le temps de maintenance représente le pourcentage le plus élevé du temps non productif, ce qui nous nous amène à faire une analyse sur les arrêts dus à la maintenance des machines de coupe.

2.1 Analyse du temps de maintenance :

En se référant sur l'historique disponible dans le service maintenance, j'ai pu dresser le graphe de la figure 15 qui représente les différentes machines de coupe qui répondent aux besoins de la chaîne Ford Mix-2 avec le temps d'arrêt et le motif durant la période de Mars.

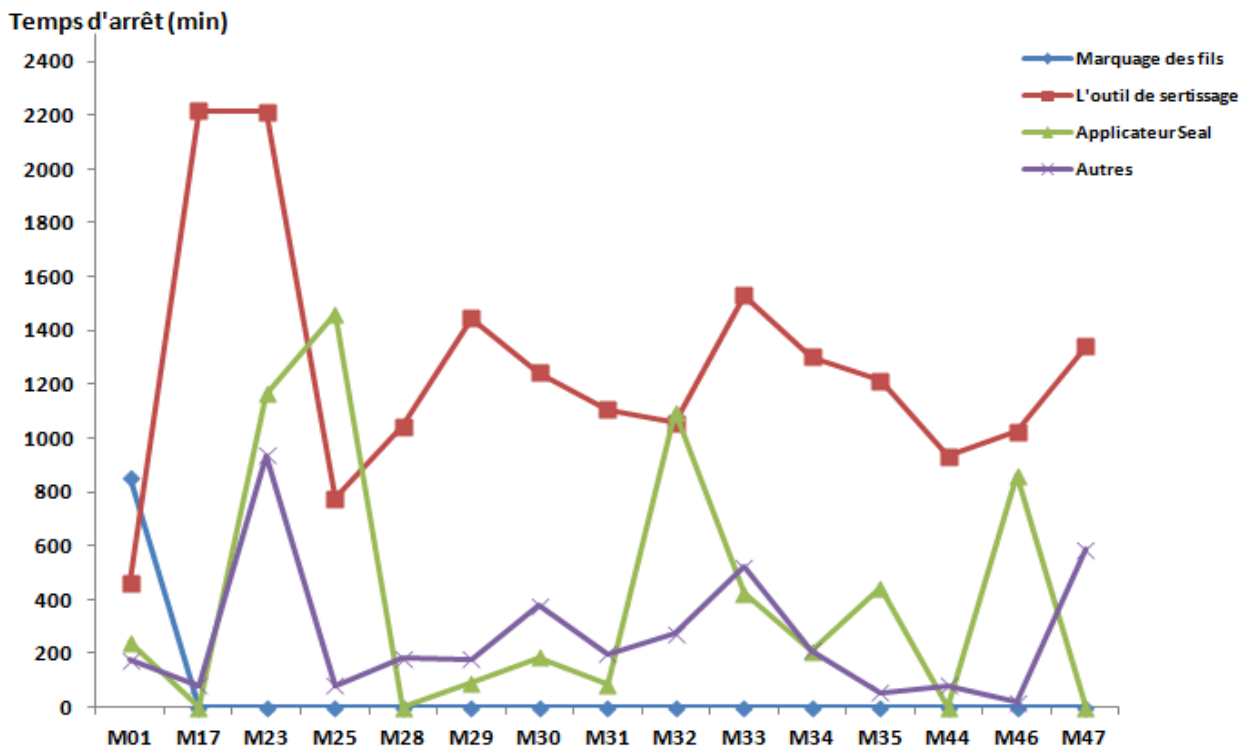
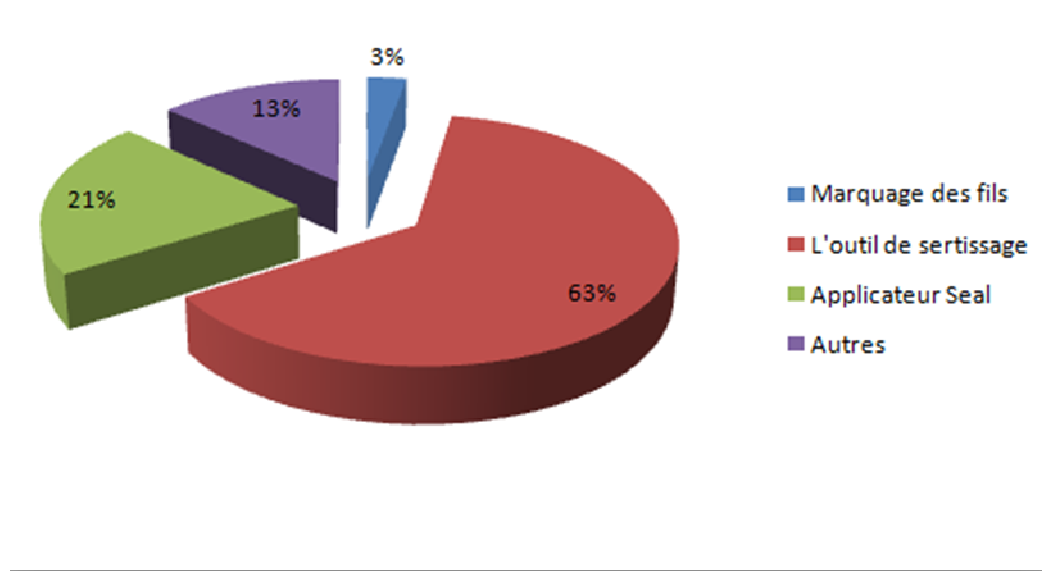


Figure 15 : Les temps d'arrêts des machines de coupe de la famille Mix-2

La figure 15 représente les principaux problèmes qui causent l'arrêt de la machine de coupe.

- L'outil qui assure le sertissage du terminal aux extrémités du fil dénudé
- L'applicateur du seal

- Marquage des fils
- Autres problèmes de la machine de coupe



Com
me
illustr
é sur
la
figure
16,
les
arrêts
de la
maint

enance dus à l'outil de sertissage représentent 63% de l'ensemble des arrêts de la machine de coupe [Figure 16 :](#)
Il est, par conséquent, nécessaire de remédier, en priorité à ces défaillances.

L'outil de sertissage :

Définition :

Le sertissage des fils est assuré par l'outil qui est monté sur la machine de coupe. Pour chaque type de terminal et pour chaque section des fils on trouve un outil spécifique.

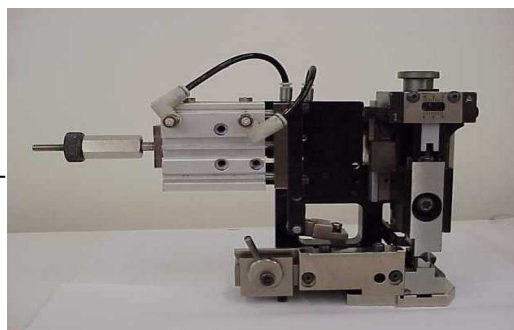
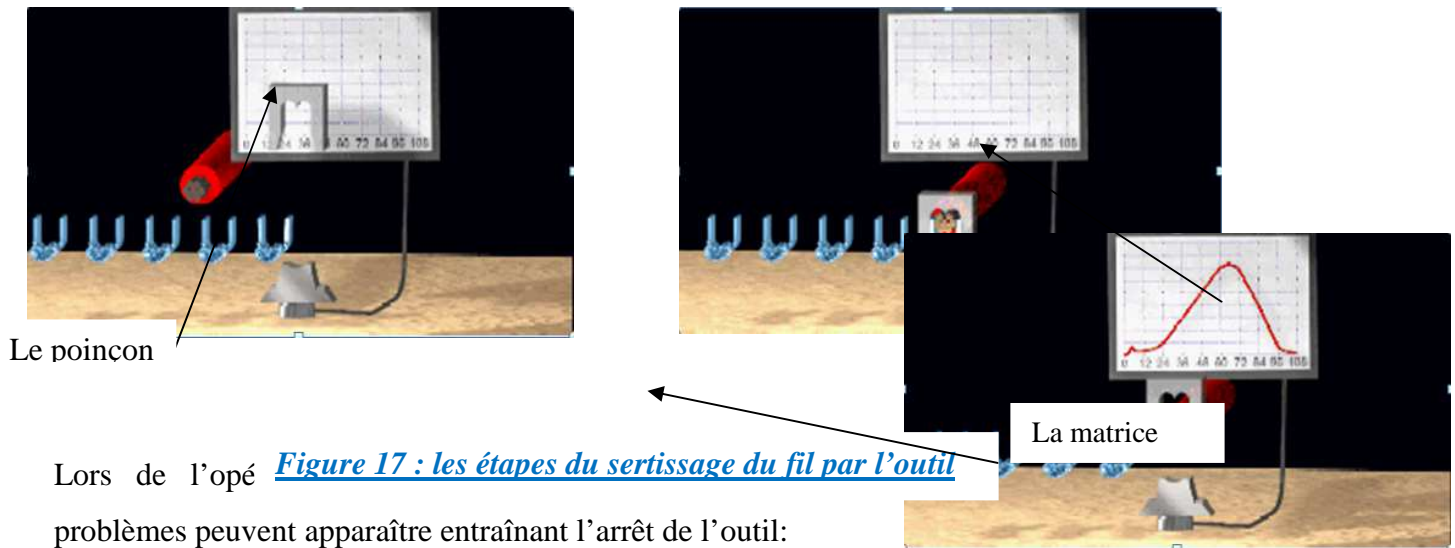


Photo 14 : Outil de sertissage

Fonctionnement de l'outil :

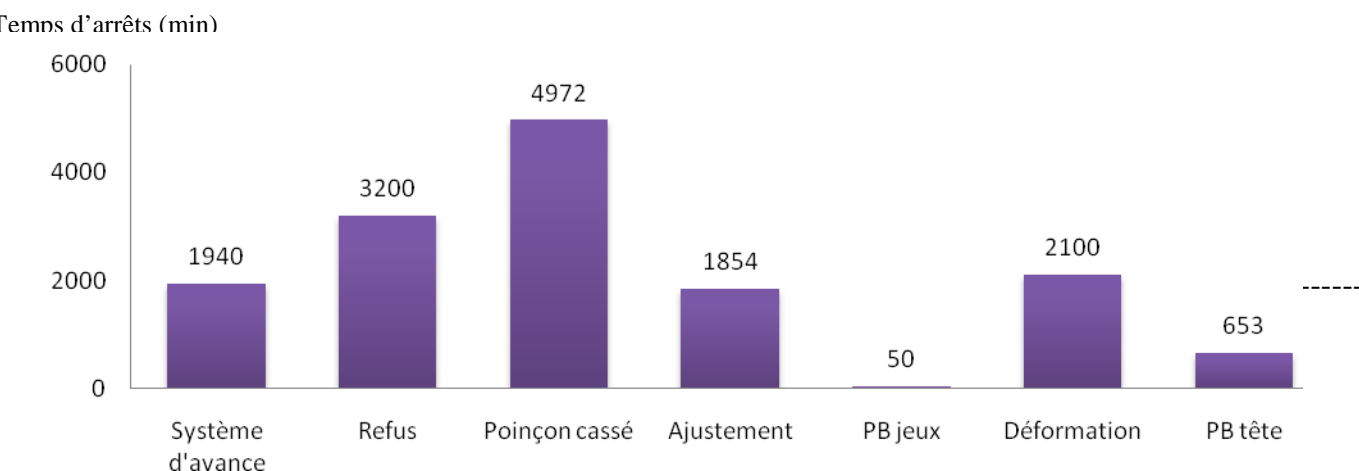
A l'apparition du fil dénudé devant l'outil, ce dernier le sertit avec un terminal. La figure 17 illustre les différentes étapes de cette opération :



Lors de l'opé Figure 17 : les étapes du sertissage du fil par l'outil problèmes peuvent apparaître entraînant l'arrêt de l'outil:

- Problème du système d'avance ;
- Refus de sertissage ;
- Poinçon cassé ;
- Ajustement (mauvais ajustement entre le poinçon et la matrice) ;
- Problèmes de jeux ;
- Déformation du poinçon ;
- Problème de tête de l'outil de sertissage ;

Pour voir le poids de chaque problème j'ai relevé leurs temps d'arrêt durant le mois de Mars représenté dans la figure 18 :





annes de l'outil de sertissage

L'arrêt de l'outil est dû principalement à la casse du poinçon avec 4972 min du temps d'arrêts pendant le mois de Mars et qui représente un pourcentage de 34 % du total des arrêts de l'outil.

II-Plan d'action

1. le flux entre la chaîne d'assemblage Ford Mix-2 et les supermarchés :

L'ordre de production utilisé actuellement dans la zone de coupe suit un système à flux poussés (BTO), c'est-à-dire les postes fournisseurs (la coupe) poussent la production des fils vers les postes clients (zone d'assemblage), sans tenir compte du besoin réel de consommation ce qui engendre un manque de fils pour certaines références ce qui provoque des attentes et des arrêts dans les chaînes d'assemblage.

Dans le but de remédier à ce problème, j'ai proposé de mettre en place le système Kanban, sous une forme de juste à temps par étiquette fondée sur le principe de production sur demande. C'est-à-dire que la production du poste amont (zone coupe) est limitée aux seuls besoins émis par le poste aval (zone d'assemblage).

Sa mise en place nécessite une bonne organisation des processus, une maîtrise des flux internes.

Pilotage du flux par la méthode Kanban :

Kanban, en japonais, signifie étiquette (ou carte ou ticket); nous retiendrons ici le terme français étiquette. À chaque référence utilisée est associé un nombre fixe d'étiquettes qui mentionnent notamment le numéro de la référence et la quantité que contient le conteneur.

Celles-ci sont nécessairement:

- soit accrochées à des conteneurs pleins,
- soit accrochées à un tableau situé dans le centre de fabrication de la référence ou à un tableau situé dans le centre de consommation de cette référence,

- soit, enfin, en transit entre le centre de consommation de la référence et celui de sa fabrication,

1.1 Mise en place des cartes Kanban entre les supermarchés et les chaînes d'assemblage :

Localisation du problème :

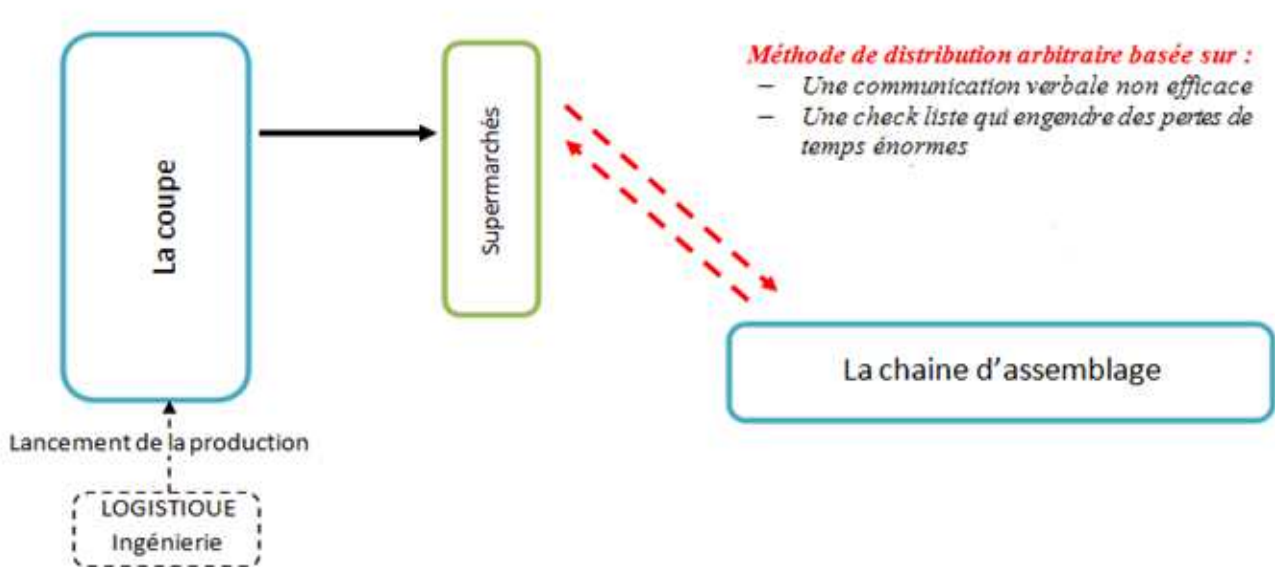


Figure 19 : le flux actuel entre la coupe et la chaîne d'assemblage

Le flux commence par le service logistique qui élabore une liste des fils à couper (Cutting Order), cette liste contient les quantités de références des fils qui vont être consommées dans la journée suivante par les chaînes d'assemblage. Donc la coupe doit préparer les fils en question avant une

journée de leur consommation, qui vont être envoyés ensuite vers le super marché par l'alimentateur en utilisant les cartes Kanban.

Au début de chaque shift l'alimentateur effectue un inventaire des fils (une check liste) le long de la chaîne. S'il remarque un manque, il se rend au super marché pour s'approvisionner. En utilisant cette check liste, on perd beaucoup de temps vue le nombre importants de références constituant le câble, et pire encore lors de la recherche des références dans les supermarchés.

Par ailleurs les opérateurs sont sensés appeler l'alimentateur (qui n'est pas toujours disponible) en cas d'un manque de fils dans les chaînes d'assemblage.

Mise en place des Cartes Kanban :

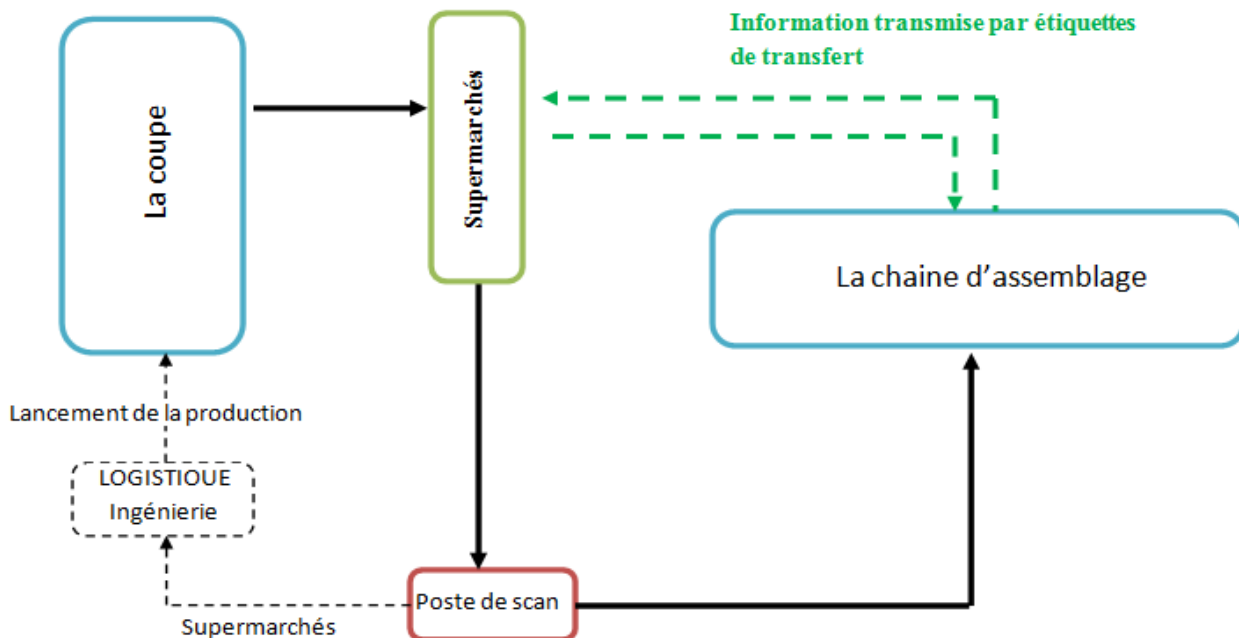


Figure 20 : Mise en place des étiquettes de transfert

Un système Kanban existe déjà entre la coupe et "le supermarché" des fils coupés, mon apport consiste à ajouter un autre kanban entre le supermarché et les chaînes d'assemblage afin de compléter l'information entre la coupe et les chaînes.

À chaque référence est associée une seule carte Kanban qui mentionne notamment le numéro de la référence et la quantité que contient le lot. Celle-ci doit être:

- soit accrochée à des lots (bundle),



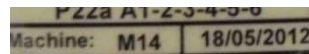
- soit posée dans la boîte située dans le poste de consommation,
- soit, en transit entre le centre de consommation de la référence et les supermarchés,

Exemple d'une carte kanban ;



Photo 15 : Exemple d'une carte Kanban

La carte Kanban doit



contenir les informations suivantes :

- Localisation de la chaîne ;
- Le code du fil ;
- Le type de la boîte ;
- La quantité du lot qui est fixée par le département logistique ;
- Numéro de la carte ;
- Localisation dans les pagodes du super marché ;
- Le numéro de la machine de coupe qui traite le fil en question ;
- La date de fabrication de la carte ;

1.2 Procédure de travail :

a. Poser la carte Kanban dans la boîte a côté du poste de travail

Avant que l'opérateur entame le deuxième lot auquel est attachée la carte kanban de la référence, il la détache et la met dans la boîte des Kanban disponible sur son poste de travail.





te Kanban du lot

Photo 17 : mettre la carte Kanban dans la boîte

b. Collecte des étiquettes

Après chaque alimentation, l'alimentateur passe après chaque cycle qui dure environ 1 heure pour collecter à nouveau les cartes des différents postes en vérifiant le respect du système par les opérateurs.



c. Se diriger
(pagodes)

Photo 18 : collecter les cartes Kanban

vers les supermarchés

L'alimentateur se dirige vers les pagodes pour s'approvisionner, après la collecte des cartes Kanban à partir des chaînes d'assemblages.



Photo 19 : l'alimentateur se dirige vers le supermarché

d. Collecte
des lots demandés par la chaîne. En respectant la quantité par lot (bundle)



Photo 20 : l'alimentateur s'approvisionne du supermarché

e. Attacher
au lot sur le
d'opérateur



la carte Kanban
coté visible par



Photo 21: l'alimentateur attache la carte Kanban au lot

f. Se diriger vers le
l'alimentation



poste de saisie (scan) avant

Le distributeur, dès qu'il fini la collecte des lots demandés du supermarché, passe comme d'habitude au poste scan pour signaler leur consommation.



Photo 22 : l'alimentateur se dirige vers le poste scan

g. Alimentation



des postes

Et enfin l'alimentateur doit s'assurer qu'il n'existe pas de surstocks dans les postes : deux lots (bundles) dans chaque boîte : 1 ouvert et l'autre fermé avec carte Kanban.



Photo 23 : la carte kanban est attachée au lot fermé



1.3 calcul du nombre de Kanban :

Les entreprises procéderont en général empiriquement, pas à pas, en mettant beaucoup de kanbans au début puis en diminuant petit à petit le nombre jusqu'à ce que le flux casse.

Pour avoir une idée du nombre de kanbans à utiliser, certains spécialistes de gestion de production proposent le calcul suivant :

$$n = (D \times L + G) / C$$

D : la demande moyenne de pièces par unité de temps (heure, jour, semaine, mois, etc.)

L : délai de mise à disposition d'un container de pièces (qui est en particulier fonction de la cadence du poste considéré)

C : la capacité d'un container

G : facteur de gestion (valorisation des aléas possibles, <10% du produit D×L)

Après avoir définie la procédure de travail par les étiquettes Kanban, il est nécessaire de calculer le nombre de cartes à utiliser pour chaque référence de la chaîne.

Le calcul pour une des références de la chaîne Ford Mix-2 est :

On a : D=330 fils / h ; L=1h ; C=100 fils ; G=33

Tout calcul fait : $n = ((330 \times 1) + 33) / 100 = 4$ kanbans

L'application de la méthode Kanban ne nécessite pas d'investissement lourd, elle est très économe, améliore le temps de réactivité dans tout le processus et mobilise peu de moyens matériels, et grâce aux informations marquées sur l'étiquette on garde toujours une trace de l'origine des articles de chaque lot. L'utilisation de l'étiquette de transfert réduit la communication verbale non efficace et elle permet de produire juste le besoin.

2. Les arrêts de la machine de coupe :

Comme vu précédemment les arrêts de la machine de coupe sont dus généralement aux arrêts de maintenance qui proviennent fréquemment de la casse du poinçon de l'outil.

D'après les remarques sur terrain et différents témoignages des opérateurs qui travaillent sur les machines de coupe, la casse du poinçon est due à :



- L'accumulation des déchets : le sertissage du fil dénudé avec le terminal cause des déchets qui s'accumulent sur la matrice de l'outil, de ce fait le poinçon se casse au contact avec ces derniers ;



Figure 21 : les déchets causés par le sertissage

- Mauvais
- Le matériau dont le poinçon est constitué est fragile ;
- Manque de formation des opérateurs ;
- La maintenance premier niveau n'est pas appliquée ;

Les déchets

réglage de l'outil ;

Recommandations :

- Nettoyage de la machine pour enlever les déchets et les petits morceaux des fils sur toute la machine (et surtout partie sertissage) en utilisant le pistolet à air. (minimum 2 fois / shift).
- L'ajout d'un module de formation dédié aux opérateurs de la coupe, ce module doit contenir :
 - ✗ Une formation générale sur la machine de coupe et son fonctionnement ;
 - ✗ Les outils constituant la machine ;
 - ✗ Le réglage de l'outil du sertissage ;
 - ✗ L'application de la maintenance 1^{er} niveau (voir annexe 2) ;

La formation doit être en collaboration avec le service formation et le département de maintenance et doit être appliquée pour tous les opérateurs travaillant sur les machines de coupe.

- Le suivi avec les nouveaux recrues.
- Voir d'autres fournisseurs d'outil.

Partie 2 :

I- Les non conformités du câble :

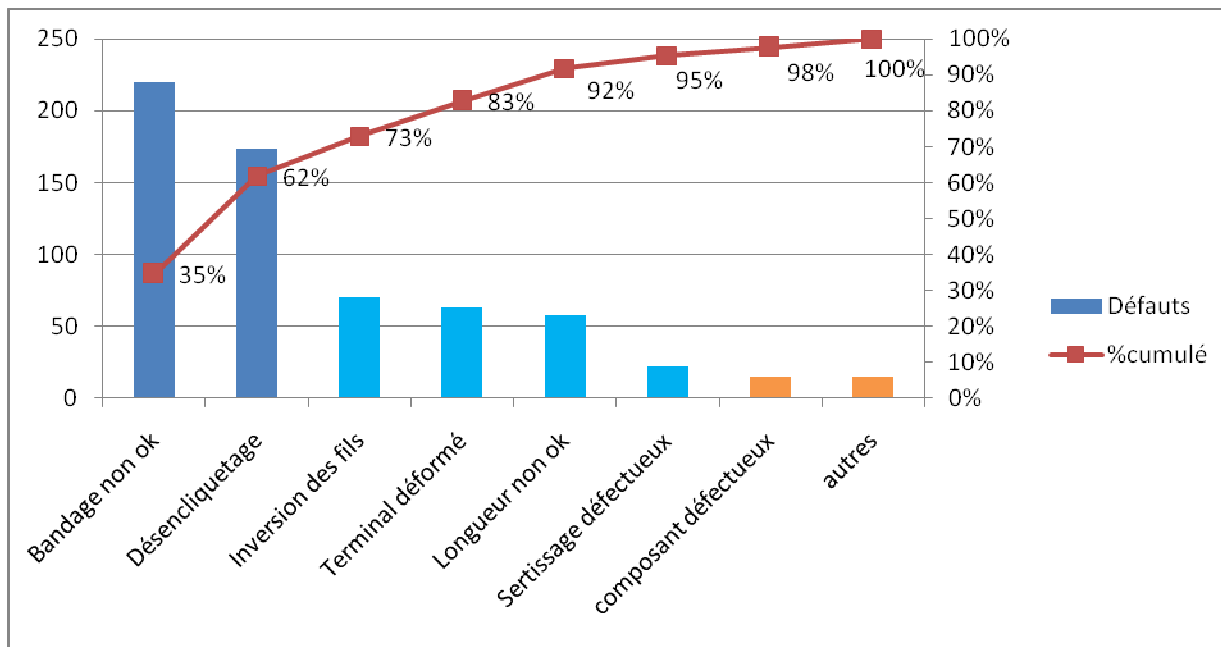


Parmi les causes majeures qui ont un impact sur l'efficacité de la chaîne c'est la non conformité du câble. Ce problème engendre aussi un arrêt total de la chaîne pour un contrôle qualité.

Le tableau 8 regroupe les réclamations internes que j'ai collectées depuis le département qualité durant le mois de Mars pour la chaîne Ford Mix-2

Motif de refus	Fréquence d'apparition
Enrubannage non ok	220
Désencliquetage	174
Inversion des fils	70
Terminal déformé	63
Longueur non ok	58
Sertissage défectueux	22
Composant défectueux	15
Autres	15

Tableau 8 : la fréquence d'apparition des défauts de qualité



Le diagramme de Pareto illustre dans

la figure 22 montre que les défauts de bandage et de désencliquetage causent 62% du total des

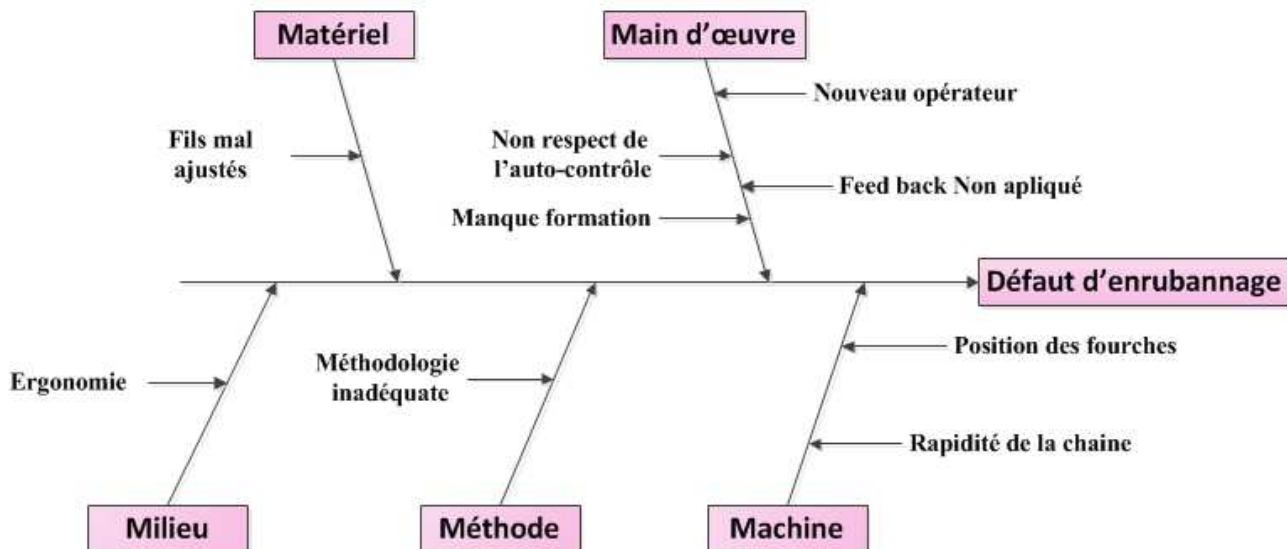


défauts, tandis que 38% des non conformités sont imputables aux autres types de défauts rencontrés. Par ailleurs des actions correctives pour ces deux causes s'avèrent nécessaires.

1. Défaut d'enrubannage :

Afin d'identifier toutes les causes possibles de l'apparition du défaut d'enrubannage et de déterminer les moyens pour les éradiquer, il est nécessaire d'appliquer la méthode des 5M.

Les figures 23 et 24 montrent les racines de ces deux défauts de qualité regroupés sous forme d'arrêtes de poisson.



2. Défaut d'encliquetage :

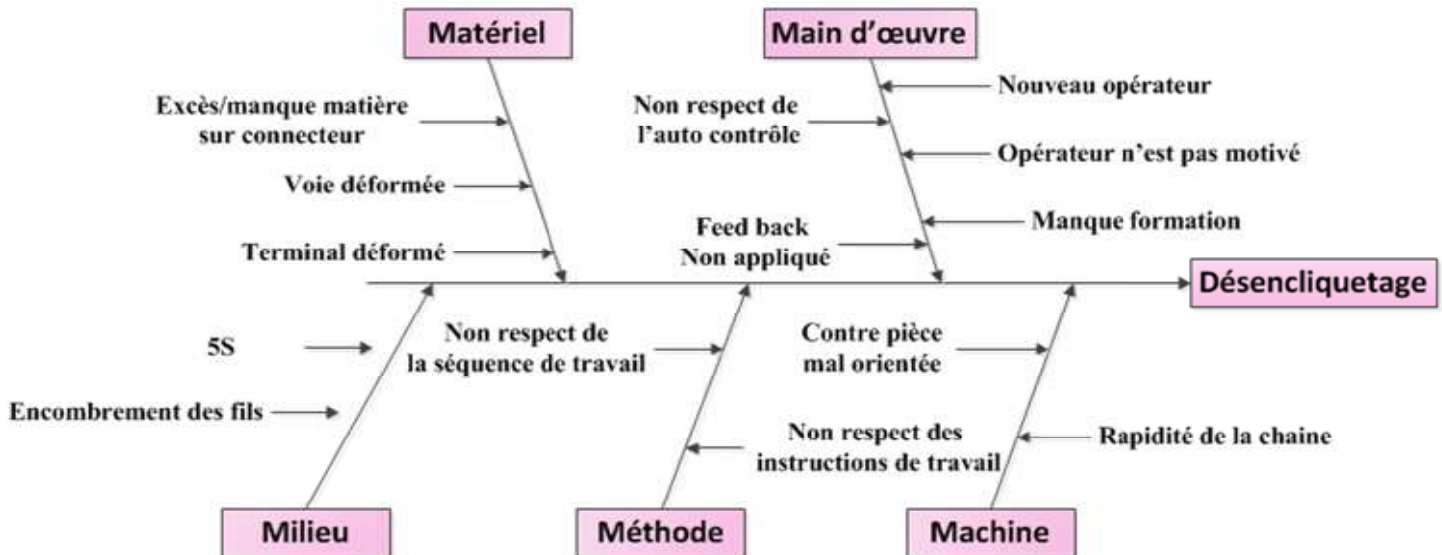


Figure 24 : diagramme causes-effets du défaut d'encliquetage

II-Plan d'action :

1- Défaut d'enrubannage :

1.1 Remarques sur terrain :

D'après des remarques faites sur le terrain afin de détecter les causes qui contribuent à l'occurrence du défaut d'enrubannage, j'ai pu relever les points suivants :



Parmi les difficultés que trouvent les opérateurs lors de l'enrubannage, c'est que les fils à bander sont mal ajustés, ce qui contribue à réaliser un bandage non conforme (photo 24).



Photo 24 : défaut d'enrubannage

Comme montre la photo 25, les fourches du tableau empêchent les fils d'être totalement recouverts par le ruban (photo 25).





Photo 25 : Position des fourches

- Manque de formation au niveau d'enrubannage des nœuds.
- Même si on produit des câbles conformes en terme d'enrubannage, la mauvaise manipulation de ces câbles pendant le passage par des postes de vérification et de l'emballage dégrade leur niveau de conformité.
- La majorité des opérateurs de bandage portent des tabliers bleus ou des gilets jaunes ce qui indiquent qu'ils sont de nouveaux recrues.

1.2 Recommandations :

Cette analyse nous permet d'émettre les recommandations suivantes :

- Ajouter des modules de formation pour la réalisation du bandage et spécialement les tâches critiques comme l'enrubannage des nœuds pour les nouveaux recrues.
- Définir un test d'évaluation de bandage afin d'obtenir la qualification pour les postes de bandage. Durant ce test l'opérateur sera évalué suivant la conformité du bandage effectué, la méthode utilisée et le temps qui lui a fallu pour faire ce bandage. Autrement dit l'opérateur ne sera jugé comme qualifié que s'il arrive à faire un bandage conforme, avec la méthode correcte et dans le délai demandé.
- Affecter les opérateurs qui ont eu de bonnes notes dans le test de bandage aux postes mobiles de la chaîne et les autres aux cellules fixes.
- Le tableau n°9 résume les solutions proposées pour résoudre le problème d'enrubannage :

Causes racines	Solutions envisagées
Manque de formation	<ul style="list-style-type: none">• Ne pas affecter la majorité des nouveaux recrues de la zone d'assemblage aux postes de bandages, et essayer de les répartir d'une manière équitable sur les autres postes selon leurs qualifications.• Définir un test d'évaluation de bandage.

	<ul style="list-style-type: none">• Accompagnement des nouveaux recrues.
Fil mal ajusté	<ul style="list-style-type: none">• Aviser le département ingénierie afin d'ajuster la longueur des fils.
Position des fourches	<ul style="list-style-type: none">• Demander aux opérateurs de mettre les fils hors fourches avant de les bander.
Vitesse de la chaîne	<ul style="list-style-type: none">• Affecter les opérateurs qui ont eu une bonne note dans le test d'emballage dans les postes mobiles.
Non respect de la méthodologie d'enrubannage	<ul style="list-style-type: none">• Sensibilisation des opérateurs• Avertissement des opérateurs qui génèrent souvent des défauts.

Tableau 9 : Plan d'action du défaut d'enrubannage

2. Défaut d'encliquetage :

Le désencliquetage se produit si le terminal est mal encliqueté dans les voies du connecteur. La détection de ce défaut se fait lors du passage dans le banc électrique.



Photo 26 : Fil désencliqueté

2.1 Remarques sur Après un contrôle de

de réclamation du désencliquetage et qui ont été détecté pendant le contrôle électrique car ils ont montré un problème d'absence de continuité électrique, j'ai remarqué que les gâchettes des fils encliquetés ont été trop foncées ce qui prouve le manque de l'auto contrôle des opérateurs lors de l'encliquetage.

J'ai remarqué également que la position des contres pièces de certains connecteurs montés sur les tableaux de la chaîne ne facilite pas la tâche d'encliquetage.

Après inspection de la méthodologie d'encliquetage des opérateurs je me suis arrêté sur des cas qui ne respectent pas la méthodologie et la séquence du travail « après encliquetage des fils dans le connecteur, l'opérateur se rend compte qu'il s'est trompé est qu'il a encliqueté un fil dans la mauvaise voie alors au lieu d'aviser son contremaître pour remédier à ce problème il préfère le

terrain :
certains connecteurs qui ont été l'objet



résoudre lui-même en retirant le fil en question et l'encliqueter dans la bonne voie », ce qui contribue par la suite à la création des défauts d'encliquetage.

La majorité des connecteurs objet de réclamation de désencliquetage ont montré une non conformité en terme de matière première. En effet on les trouve soit contaminés par des déchets où soit on trouve que leurs cavités étaient déformées.

2.2 Plan d'action :

Dans le tableau n°10 j'ai regroupé les solutions proposées pour résoudre les problèmes d'encliquetage :

Causes racines	Solutions envisagées
Non respect de la séquence d'encliquetage	<ul style="list-style-type: none">➤ Sensibilisation des opérateurs➤ Avertissement des opérateurs qui génèrent souvent les défauts.
Encombrement	<ul style="list-style-type: none">➤ Commencer par encliqueter les fils de petites sections avant les grandes.
Fil désencliqueté	<ul style="list-style-type: none">➤ Application de l'autocontrôle :<ul style="list-style-type: none">- Pousser le terminal- Entendre le click- Tirer le fil pour s'assurer qu'il est bien encliqueté
Contre pièce mal orientée	<ul style="list-style-type: none">➤ Encliqueter le connecteur en dehors de sa contre pièce.➤ Aviser le département ingénierie afin de changer l'orientation.
Connecteur contaminé / excès de matière	<ul style="list-style-type: none">➤ Changer le fournisseur en cas de répétition de la même réclamation.➤ Renforcer le contrôle du magasin matière première.➤ Nettoyer les contres pièces au début de chaque shift.
Fil n'est pas bien serti	<ul style="list-style-type: none">➤ Auto contrôle de l'opérateur du poste d'encliquetage.➤ Vérifier dans le lot s'il contient d'autres fils mal sertis.➤ Si oui déclarer une réclamation au

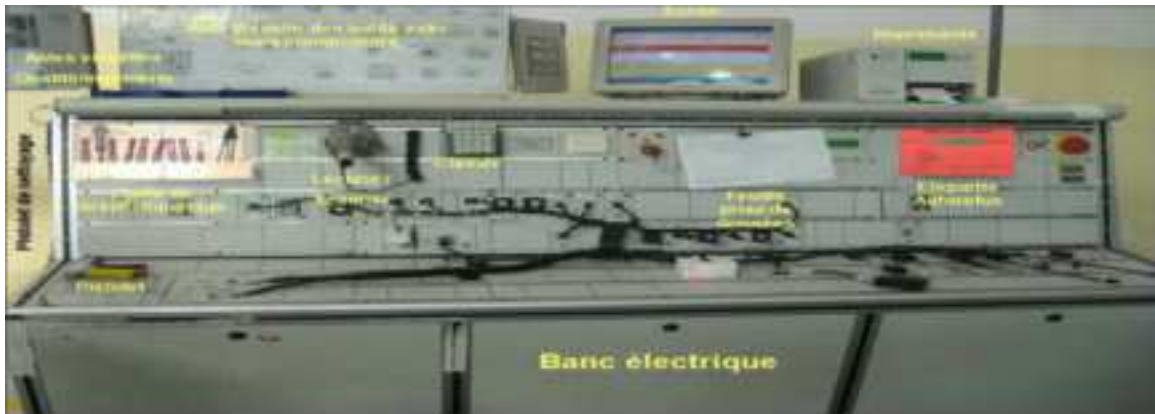


Tableau 10 : plan d'action du défaut d'encliquetage

Partie 3 :

I- Les pannes du banc électrique :

Le banc électrique est considéré comme le premier poste officiel de vérification de la conformité des câbles électriques. Il assure un contrôle de la continuité électrique ainsi la détection des accessoires du câblage. Dans le cas d'une conformité du câble, le banc de contrôle électrique affiche un message qui indique la validation du faisceau, et imprime automatiquement l'étiquette de contrôle électrique (CE) que l'opérateur doit coller sur l'emplacement spécifié. Cette étiquette assure l'identification du câblage et représente la garantie de la continuité électrique et la conformité du câblage selon les spécifications du client. En effet, il n'y a aucun doute que si on obtient cette étiquette, le câble ne présente aucun défaut d'inversion ou de manque d'accessoire.



Le
ban
c
éle
ctri
que
est

considéré comme l'élément le plus critique dans la zone de production. En effet, l'arrêt de cette machine entraîne l'arrêt de la production puisque on aura sur les «shuttles» une quantité de câble plus qu'ils supportent, et l'auditeur de qualité se retrouve dans l'obligation de stopper la chaîne de production en question. Donc une maintenance adéquate afin d'assurer une **disponibilité permanente** du banc s'avère primordiale.

1. Calcul de la disponibilité des bancs électriques :



Afin de calculer le taux de disponibilité d'un banc électrique, on a besoin de savoir son temps d'arrêt par rapport à sa durée de fonctionnement et de calculer ses indices de fiabilité et de maintenabilité.

Le tableau 11 a été relevé d'après l'historique du département de maintenance et illustre le temps de fonctionnement ainsi que le temps d'arrêt des bancs électriques de la chaîne Mix2 durant le mois de Mars.

Equipement	Temps de fonctionnement (min)	Temps d'arrêt (min)	Nbre d'arrêts
BCE Ford Mix2	12214	206	25

Tableau 11 : temps d'arrêt par rapport au temps de fonctionnement du BCE

a) Indice de fiabilité :

La fiabilité est une caractéristique d'un équipement qui s'exprime sous forme probabiliste. Elle est définie comme étant la probabilité pour qu'un équipement accomplisse la fonction requise, dans des conditions déterminées, pendant une période donnée. La MTBF est une caractéristique de fiabilité couramment utilisé dans l'industrie, il est défini comme suit :

$$MTBF = \frac{\sum \text{temps de bon fonctionnement}}{\text{nombre de défaillance}}$$

$$MTBF = \frac{12214}{25} = 488,56 \text{ min}$$

b) Indice de maintenabilité :

La maintenabilité est la probabilité pour qu'une opération de maintenance, avec l'utilisation de procédures et moyens prescrits, puisse être effectuée dans un intervalle de temps donné. Le MTTR est un indicateur de temps qui permet de mesurer la maintenabilité, il constitue le temps actif de la maintenance et le temps logistique, et il est défini comme suit :

$$MTTR = \frac{\text{temps d'arrêt total}}{\text{Nbr d'arrêts}}$$

$$MTTR = \frac{206}{25} = 8,24 \text{ min}$$

c) Indice de disponibilité :



La disponibilité d'un matériel est la probabilité d'un bon fonctionnement de celui-ci à l'instant t.

Cette aptitude est en fonction d'une combinaison :

- De la fiabilité (diminution des arrêts)
- De la maintenabilité (réduction des temps pour résoudre ces arrêts).
- Du soutien en maintenance apporté à ce matériel.

Le taux de disponible est donné par la relation suivante :

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$
$$D = \frac{488,56}{488,56 + 8,24} = 98,34\%$$

Le tableau 12 présente le taux de disponibilité du banc électrique de la chaîne Mix2 :

Banc électrique	Mix2
MTBF (min)	488,56
MTTR (min)	8,24
Disponibilité	98,34%

Tableau 12 : disponibilité du banc électrique

La durée moyenne d'une panne dans le banc de la chaîne Mix-2 est de 8,24 min, et le temps moyen entre deux pannes est de 8h.

On remarque que le banc du contrôle électrique de la chaîne Ford Mix-2 est disponible à 98,34%.

Ce taux peut être encore meilleur si on arrive à diminuer le temps d'arrêt du banc électrique.



II-Plan d'action :

1. Remarques sur terrain :

D'après l'observation du déroulement de la maintenance sur le terrain, j'ai pu constater que le temps perdu en attendant la venue d'un technicien de la maintenance est assez important et dépasse dans la plupart des fois le temps nécessaire pour réparer la panne elle-même.

Ce temps d'attente de la maintenance élevé est dû au grand nombre des opérations de maintenance par rapport au nombre limité des techniciens.

Afin de résoudre ce problème je dois tout d'abord savoir quelles sont les pannes les plus fréquentes détectées sur les bancs électriques.

Le tableau 13 présente les interventions des techniciens de la maintenance sur le banc électrique de la chaîne Mix-2 réalisées pendant le mois de Mars.

	Pines	Puch-test	Présence	Electrifié	Activation+mécanisme	Etanchéité	Accessoires
Occurrence	70	52	29	12	7	6	2
%cumulé	39%	69%	85%	92%	96%	99%	100%

Tableau 13 : nombre d'interventions du service maintenance sur le BCE

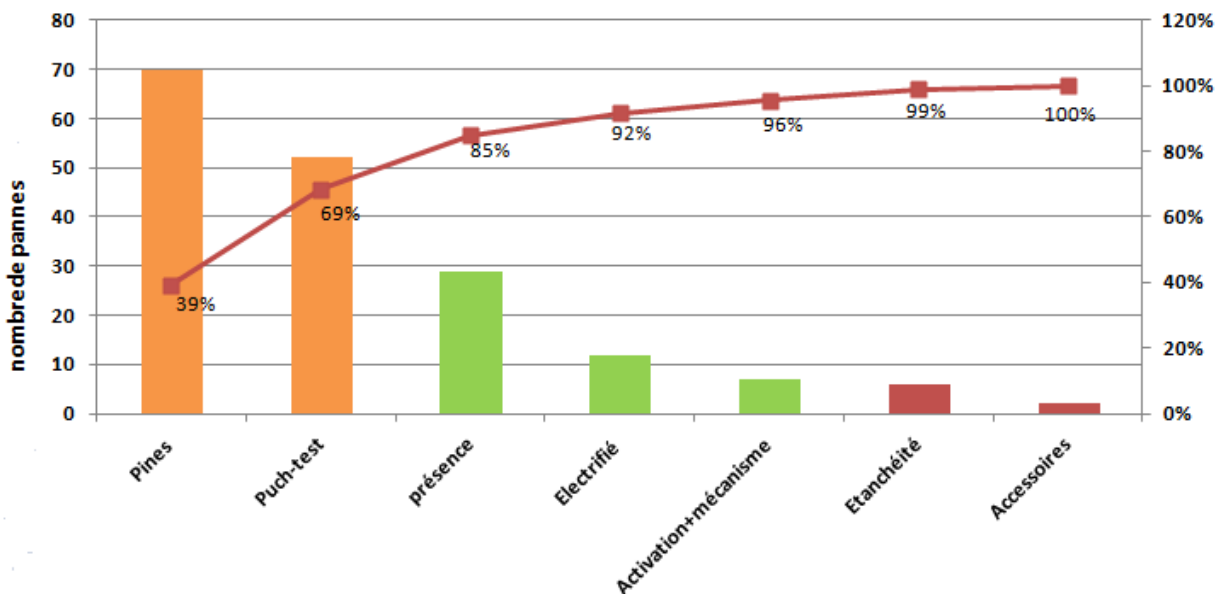


Figure 25 : Diagramme de Pareto des défauts du BCE



Pines : sont des métaux qui servent à assurer la continuité électrique entre les connecteurs et la contre pièce du banc électrique afin d'assurer le test de la continuité électrique du câblage.

Puch-test : sont des pines ressort, qui permettent de détecter le désencliquetage des terminaux et aussi la continuité électrique du câble.

Etanchéité : vérification de la présence du seal dans le connecteur à l'aide de l'air comprimé.

Présence : c'est un système électrique qui permet de vérifier la présence des éléments non électriques (brides).

Electrifié : tous ce qui est lié à l'électricité du BE.

Activation + mécanisme : activation du test électrique après avoir détecté la présence du connecteur. Les mécanismes sont des outils qui permettent de fixer le connecteur au contre pièce à l'aide des freins et de décrocher le connecteur de la contre pièce après avoir terminé le test.

Accessoires : c'est l'ensemble des éléments associés au BE tel que : l'imprimante, lecture code barre, analyseur, le programme...

D'après le diagramme de Pareto ci-dessus ; on constate que 70% des opérations de la maintenance concernant les bancs électriques sont liés aux pines et aux puch-test.

Ces deux types de pannes ne nécessitant que des actions simples afin de les réparer, ces actions consistent généralement à faire un petit changement des pines défectueuses. Donc l'idée consiste à améliorer les compétences des opérateurs du banc électrique afin qu'ils puissent réparer les pannes de premier niveau eux mêmes, et de cette façon on ne perdra pas beaucoup de temps en attendant l'arrivée des techniciens du service de maintenance, ce qui va contribuer à l'augmentation du taux de disponibilité du banc électrique.

2. Amélioration des compétences des opérateurs :

Les compétences demandées aux opérateurs du banc de contrôle électrique seront différentes de celles nécessaires aux autres opérateurs de l'usine. Elles peuvent être synthétisées comme suit :

Détecter les anomalies : il y'a 4 signes de détection d'un panne du banc électrique :

- Les vibrations ;
- Le bruit ;
- L'échauffement ;
- L'usure, etc.



Prendre les mesures nécessaires : corriger-soi même le plus tôt possible l'anomalie ou demander l'intervention du technicien en lui expliquant ce qui a été constaté.

Maintenir et contrôler : contrôler et maintenir l'équipement en état.

Afin d'aboutir à ces objectifs, l'élaboration d'un plan de formation pour les opérateurs des BE s'avère indispensable. Ce plan doit contenir des informations sur la structure du BE ainsi l'exécution des interventions simples de maintenance.

Afin de réaliser le module de formation concernant la structure du banc électrique j'ai contacté le service maintenance ainsi que le responsable de formation qui ont apprécié l'idée.

3. Elaboration d'un plan de maintenance 1^{er} niveau :

Après avoir assisté à plusieurs opérations de maintenance corrective de réparation des pannes de pines et de puch-test, j'ai pu définir une procédure (figure 26) que les opérateurs doivent suivre en cas de détection d'un défaut de manque de continuité électrique dans une contre pièce :

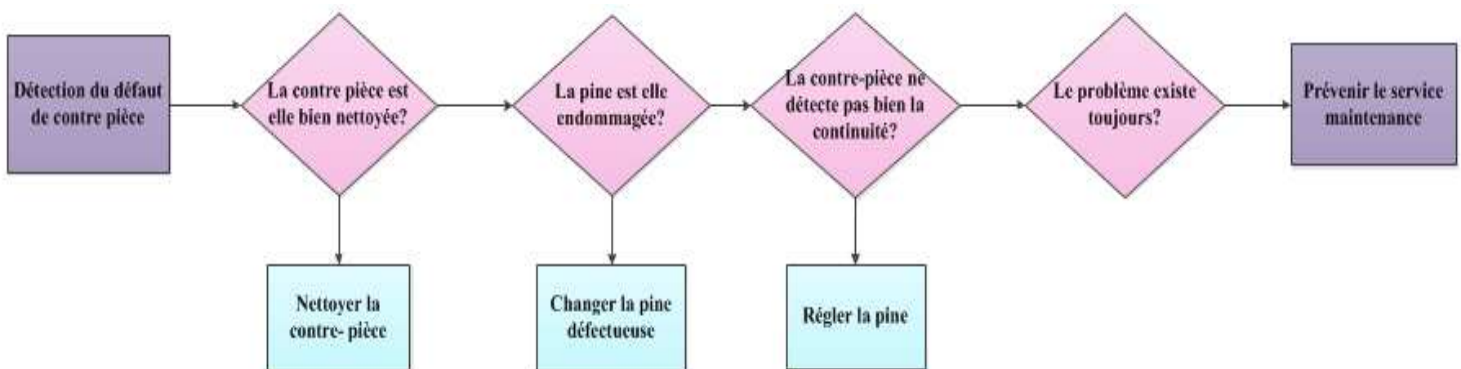


Figure 26 : plan de maintenance 1^{er} niveau du BCE

Par l'application du plan de maintenance 1^{er} niveau par l'opérateur qui travaille sur le banc électrique, on pourra réduire le temps d'attente du technicien de maintenance par un changement de pines et des puch-test, chose qui va réduire les temps d'arrêts de la chaîne Mix-2 par rapport au BE. Après avoir travaillé sur les trois parties qui provoquent l'arrêt de la chaîne, il convient d'organiser et d'équilibrer entre les postes de travail en vue de réduire les temps d'attente et les en-cours, et de gagner en flexibilité par rapport à la demande client.



IV- Equilibrage entre les postes :

L'équilibrage des lignes d'assemblage consiste à définir les tâches à réaliser à chaque poste de manière à avoir le même temps de réalisation. Il faut que les différentes opérations prennent le même temps. En effet, un mauvais équilibrage de la chaîne entraînera une sous exploitation des ressources puisque la chaîne tourne à la vitesse de l'élément le plus lent.

Une ligne d'assemblage est dite parfaitement équilibrée si chaque poste de travail est occupé à 100%.

Chaque poste effectue un ensemble de tâches de différentes durées, soumises à des contraintes de précedence et une constante appelée temps de cycle, le problème est de répartir les tâches entre les stations de travail le long de la ligne de production de sorte qu'aucune station n'obtienne un temps supérieur au temps de cycle pour accomplir toutes les tâches qui lui sont affectées, et de sorte que les contraintes de précedence soient satisfaites. Le problème de décision de répartir de manière optimale (équilibrage) les tâches dans les stations de travail par rapport à un objectif est appelé problème d'équilibrage de ligne d'assemblage.

Dans cette optique, j'ai opté pour l'utilisation des outils propres à DELPHI que j'ai appliqué sur la chaîne Mix-2 du projet Ford afin d'équilibrer entre les postes. C'est toute une démarche qui nécessite l'élaboration de la documentation suivante:

- ✓ Work Instruction (WI): c'est le mode opératoire qui contient les instructions de travail.
- ✓ Time measurement sheet (TMS): chronométrage des cellules et des postes.
- ✓ Team Member Balance Chart (TMBC).

Team Member Balance Chart (TMBC) actuelle:

Le Team Member Balance Chart ou bien le diagramme d'équilibrage pour les membres d'équipe de travail, permet de représenter la moyenne pondérée de temps élémentaire et du temps cycle de la production pour chaque opérateur, en effectuant le chronométrage de toutes les tâches faites par les opérateurs tout en se basant sur le TMS qui prend en considération la pénétration des références de produit dans le but d'assurer l'équilibrage des postes de la chaîne et par conséquent éviter les



surcharges et les attentes qui causent des arrêts de la production qui bloquent l'amélioration de l'efficacité. En plus de ça, le TMBC représente le takt time et l'actual takt time.

Le Takt Time est le temps nécessaire pour produire un bien dans le but de satisfaire la demande du client, ce temps est exigé par le client pour les nouveaux projets.

L'actual Takt Time c'est le temps exigé par Delphi, et il est calculé à partir du TT dont on retranche une marge de sécurité de 5%.

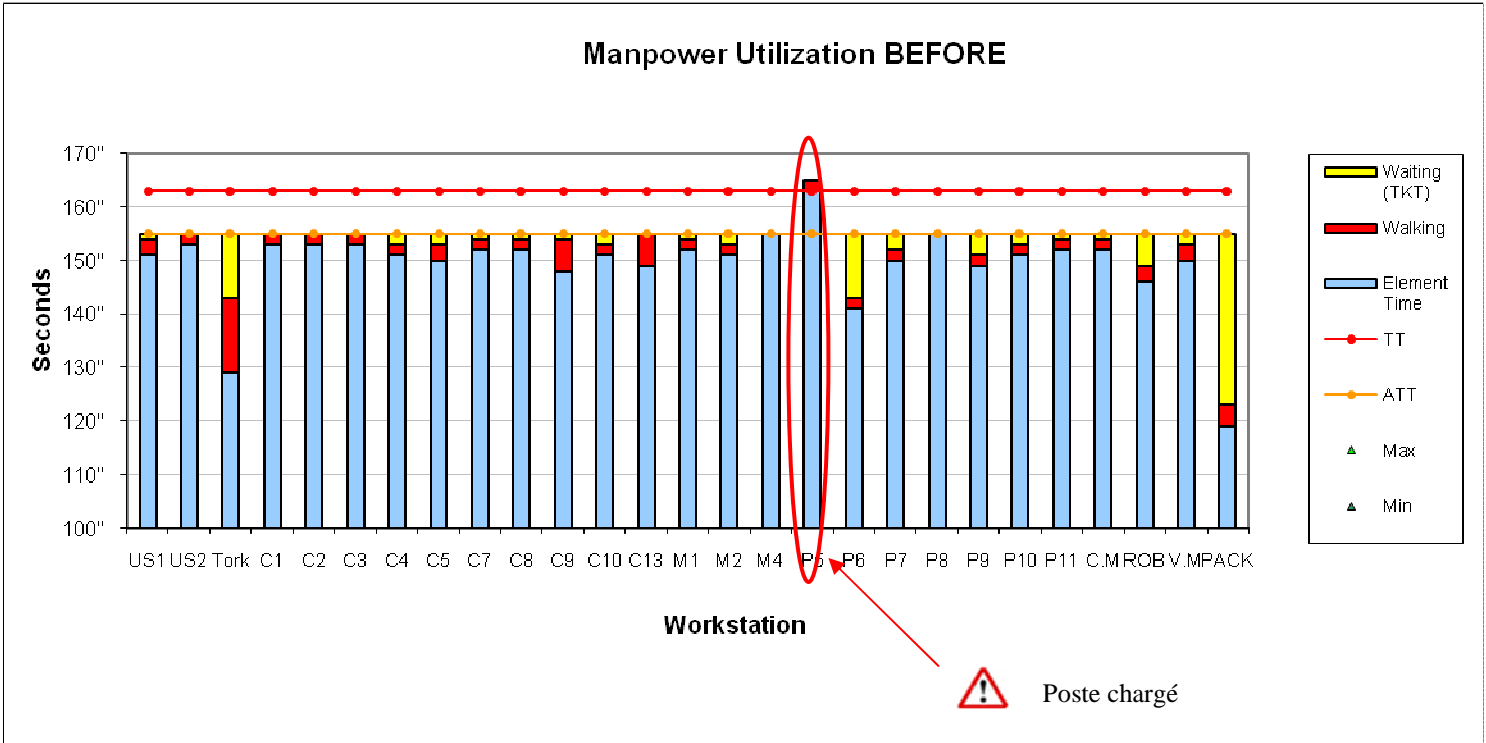
Le tableau 14 résume le temps élémentaire pour chaque poste de la chaîne Mix-2 :

Before			
ATT	155"	Before Date:	17/05/2012
TT	163"		

Workstation	Temps élémentaire(sec)	Temps cycle (sec)	Walking (sec)	Waiting (sec)	TT(sec)	ATT(sec)
US1	151"	154"	3"	1"	163"	155"
US2	153"	155"	2"	0"	163"	155"
Tork	129"	143"	14"	12"	163"	155"
C1	153"	155"	2"	0"	163"	155"
C2	153"	155"	2"	0"	163"	155"
C3	153"	155"	2"	0"	163"	155"
C4	151"	153"	2"	2"	163"	155"
C5	150"	153"	3"	2"	163"	155"
C7	152"	154"	2"	1"	163"	155"
C8	152"	154"	2"	1"	163"	155"
C9	148"	154"	6"	1"	163"	155"
C10	151"	153"	2"	2"	163"	155"
C13	149"	155"	6"	0"	163"	155"
M1	152"	154"	2"	1"	163"	155"
M2	151"	153"	2"	2"	163"	155"
M4	155"	155"	0"	0"	163"	155"
P5	163"	165"	2"	0"	163"	155"
P6	141"	143"	2"	12"	163"	155"
P7	150"	152"	2"	3"	163"	155"
P8	155"	155"	0"	0"	163"	155"
P9	149"	151"	2"	4"	163"	155"
P10	151"	153"	2"	2"	163"	155"
P11	152"	154"	2"	1"	163"	155"
C.M	152"	154"	2"	1"	163"	155"
ROB	146"	149"	3"	6"	163"	155"
V.M	150"	153"	3"	2"	163"	155"
PACK	119"	123"	4"	32"	163"	155"

La figure 27 représente le TMB C des différents postes de la chaîne



Ford Mix-2 :



On remarque qu'il [Figure 27: Team member Balance chart actuel](#) semblage. Le poste 5 est un poste chargé par contre les attentes sont aussi importantes dans quelques postes tels que les postes Tork, P6, ROB et PACK...

La solution est de répartir les tâches entre les postes chargés et les moins chargés de façon à atteindre le temps de cycle exigé par l'ingénierie pour les différents postes.

Le tableau 15 représente les différentes opérations à effectuer par les opérateurs aux postes 5 et 6 :

Poste 5		Poste 6	
 Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Faculté des Sciences et Techniques www.fst-usmba.ac.ma			
Opération élémentaire (OE)		Opération élémentaire (OE)	
(sec)		(sec)	
1. Séparer selon méthode définit	10	1. Séparation de EJB kit	1 0
2. Mettre connecteur ECM au contre pièce	15	2. Séparation de kit de tork	1 0
3. Séparer les connecteurs de centralina selon séquence de la méthode	12	3. Prendre massa et séparer	1 2
4. Séparer trajet et respecter la séparation	11	4. Prendre massa et séparer	1 0
5. Séparer kit3 et fixer au ZUH-14 pour assure le sortie du kit	14	5. Encliqueter les fils au connecteur	1 1
6. Séparer C1E137-B/C1801-B/CET46-A/C1E804 au contre pièce	11	6. Enrubannage discontinue	1 4
7. Enrubannage discontinue	10	7. Réaliser l'enrubannage au pvc à la branche suivante	1 4
8. Assurer la séparation des fils au trajet du tableau	14	8. Réaliser l'enrubannage au pvc à la branche suivante	1 5
9. Prendre les fils suivants et encliqueter au connecteur	25	9. Réaliser le nœud ouvert avec pvc au point suivant	2 4
10. Enrubanner la sortie au PVC	10	10. Réaliser l'enrubannage au pvc à la branche suivante	8
Faculté des Sciences et Techniques		Faculté des Sciences et Techniques	
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES		B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES	
Téléphone : 212 (0) 35 60 29 53 Fax : 212 (0) 35 60 82 14		Téléphone : 212 (0) 35 60 29 53 Fax : 212 (0) 35 60 82 14	
11. Assembler le connecteur C1E104-F		11. Appliquer le tube pvc à la	1 3



- Le temps élémentaire du poste 5 est de 163s ce qui veut dire qu'il dépasse le takt time (153) exigé par l'ingénierie.
- Le poste 6 est un poste soulagé puisque son temps élémentaire est de 141s.

Les deux postes 5 et 6 appartiennent à la chaîne mobile et ils sont consécutifs, donc l'idée est d'affecter une opération du poste 5 vers le poste 6 puisque les mêmes opérations se répètent dans les 2 postes.

L'opération qui va être affectée au poste suivant est l'opération 7 « l'enrubannage discontinu » puisqu'elle ne dépend pas des autres opérations et que l'opérateur du poste 6 est déjà formé sur l'enrubannage.

Le tableau 16 représente le TMBC après le balancement :

Workstation	Temps élémentaire(sec)	Temps cycle(sec)	Walking(sec)	Waiting (sec)	TT(sec)	ATT(sec)
US1	151"	154"	3"	1"	163"	155"
US2	153"	155"	2"	0"	163"	155"
Tork	129"	143"	14"	12"	163"	155"
C1	153"	155"	2"	0"	163"	155"
C2	153"	155"	2"	0"	163"	155"
C3	153"	155"	2"	0"	163"	155"
C4	151"	153"	2"	2"	163"	155"
C5	150"	153"	3"	2"	163"	155"
C7	152"	154"	2"	1"	163"	155"
C8	152"	154"	2"	1"	163"	155"
C9	148"	150"	2"	5"	163"	155"
C10	151"	153"	2"	2"	163"	155"
C13	149"	151"	2"	4"	163"	155"
M1	152"	154"	2"	1"	163"	155"
M2	151"	153"	2"	2"	163"	155"
M4	155"	155"	0"	0"	163"	155"
P5	153"	155"	2"	0"	163"	155"
P6	151"	153"	2"	2"	163"	155"
P7	150"	152"	2"	3"	163"	155"
P8	155"	155"	0"	0"	163"	155"
P9	149"	151"	2"	4"	163"	155"
P10	151"	153"	2"	2"	163"	155"
P11	152"	154"	2"	1"	163"	155"
C.M	152"	154"	2"	1"	163"	155"
ROB	146"	149"	3"	6"	163"	155"
V.M	150"	153"	3"	2"	163"	155"
PACK	119"	123"	4"	32"	163"	155"

Tableau 15: chronométrage des cellules et des postes



Tableau 16 : chiffrage des temps après le balancement

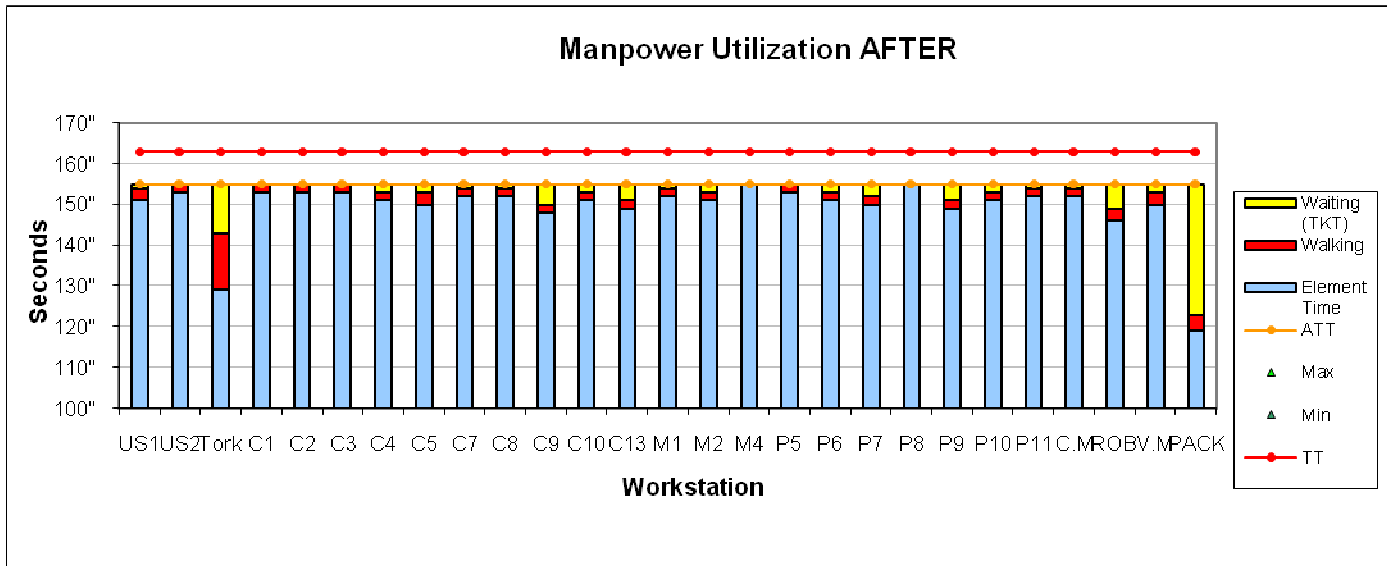


Figure 28 : Team member balance chart après le balancement

Après le balancement effectué entre les postes 5 et 6, on remarque que le poste 5 est devenu moins chargé et il ne dépasse pas l'ATT, et que les attentes du poste 6 ont été réduites. Ainsi les différents postes de la chaîne Mix-2 sont devenus bien équilibrés.



V-Etude économique :

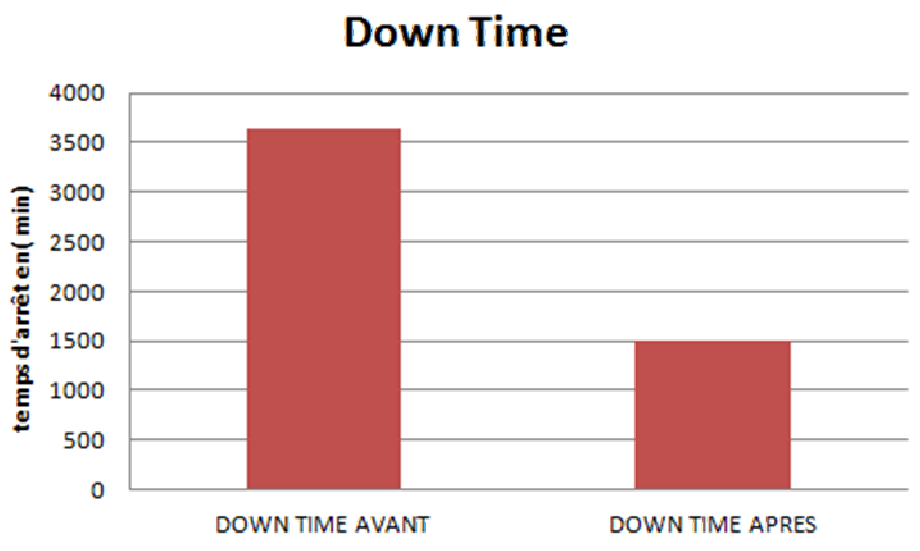
Pendant le mois de Mars, la chaîne Ford Mix-2 a connu un arrêt total de la chaîne d'une durée de 3635 min dont les causes majeures sont représentées dans le tableau 17 :

Les arrêts de la chaîne	Temps d'arrêts avant (min)
Manque de fils	930
Non-conformité du câble	715
Panne du banc électrique	491

Tableau 17 : les temps d'arrêts de la chaîne

Temps d'arrêt après = $3635 - (930 + 715 + 491) = 1499 \text{ min}$

L'évolution du Down Time de la chaîne d'assemblage du Projet Ford Mix-2 est représentée dans la figure 29 :



Le Down time est passé de 3635 min à



1499 min, cette différence engendre un gain en temps de 2136min qui peut être traduit en nombre de câbles pouvant être produit durant cette période est qui est de 780 câbles.

$$\text{Gain en temps} = 3635 - 1499 = 2136 \text{ min/mois}$$

$$\text{Gain en câbles} = 2136 / 2,74 = 780 \text{ câbles/mois} = 39 \text{ câbles/jour}$$

Avec un temps de cycle du câble = 2,74 min

Le prix de vente du câble FORD Mix-2 de la famille Engine est 30€ c'est-à-dire :

$$\text{Gain} = 780 * 30 = 23386 \text{€ / mois}$$

Ainsi une production dans les délais évite à la société les coûts des **pénalités de retard** et des **transports Spéciaux**.

Conclusion

Ce projet m'a permis de mieux découvrir le secteur des entreprises en passant de la théorie à la pratique en appliquant les connaissances acquises durant les années d'étude.



L'application de mon sujet m'a appris à structurer et à mieux organiser l'étude d'un projet et de suivre une certaine méthodologie de travail et comment implémenter les divers méthodes et outils au sein d'une entreprise. Cela m'a permis de détecter les anomalies, la collecte des données, leur analyse et leur amélioration tout en respectant les délais de concrétisation du projet.

Durant ce projet j'ai réalisé une analyse sur les arrêts de la chaîne "Down Time" afin d'améliorer le taux d'efficacité (indicateur de performance) sur lequel le département ingénierie se réfère. Ainsi, j'ai commencé l'étude par les méthodes d'identification et de classification des différentes causes qui engendrent les arrêts de la chaîne en s'appuyant sur la méthode QQQQCP, le diagramme causes-effets et le diagramme de Pareto.

L'étude montre que les arrêts de la chaîne d'assemblage sont dus généralement:

- Au manque fils ;
- A la non-conformité du câble ;
- Au Panne du banc électrique ;

Un manque de fil dans les chaînes d'assemblage provient d'une part de l'alimentation entre la zone de coupe et les chaînes. Pour résoudre ce problème, j'ai installé la méthode Kanban entre le "supermarché" des fils et les chaînes d'assemblage. D'autre part, il provient aussi des arrêts de machines de coupe, qui sont généralement dus à des problèmes liés à l'outil de sertissage. Les solutions proposées se basent sur l'application de la maintenance 1^{er} niveau.

Pour le problème de non-conformité des câbles, on trouve que les défauts d'enrubannage et d'encliquetage sont les défauts majeurs objets de réclamations internes d'où j'ai donc proposé d'accentuer la formation des opérateurs par l'ajout d'un module de formation.

L'arrêt du banc électrique provoque un goulot dans la chaîne Ford Mix-2 qui contient un seul BE qui contrôle la continuité électrique des câbles. La majorité des opérations de maintenance consistent à un petit changement de pines et des puch-test. Cette opération peut être réalisée par l'opérateur du BE donc l'idée est de le former sur un plan de maintenance 1^{er} niveau et qui comprend le changement des pines et des puch-test.

A la fin de mon travail, j'ai effectué un équilibrage entre les postes de la chaîne pour avoir des postes bien équilibrés et produire un câble dans le temps cycle défini.



En guise de conclusion, les arrêts de la chaîne ont été réduits et ils sont passés de 3635min à 1499min pour le mois de Mars. Cette différence engendre un gain de 23386€/mois et une augmentation du taux d'efficiences.

Il est à souligner que ceci fut un projet consistant, mais aussi une expérience enrichissante sur tous les plans à savoir technique, méthodologique, communicationnel et humaine.

Bibliographie

- ❖ Cours de gestion de production Master 2
- ❖ Documentation de DELPHI :
 - Team member balance chart
 - Work instruction
 - Time measurement sheet
 - Crimping manual

Webographie



-
- ❖ <http://www.ouati.com/qgoqcp.html>
 - ❖ http://chohmann.free.fr/maintenance/mtbf_mttr.htm
 - ❖ <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Gestion-production/Kanban.htm>