



Année Universitaire : 2014-2015



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et
Techniques

Démarrage du nouveau projet Panther et amélioration de la performance des chaînes de production des familles FWD Manual et Glow Plug

Lieu : Delphi Packard Tanger

Référence : 4/15-MGI

Présenté par:

Mohamed Mounir MARHOUMI

Soutenu Le 22 Juin 2015 devant le jury composé de:

- Mr. Fahd KAGHAT (encadrant)
- Mr. Mohamed Fouad GADI (examineur)
- Mr. Driss SQALLI HOUSSAINI (examineur)

Dédicaces

Je dédie ce travail

A ma mère

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.

A l'âme de mon père

Qui m'a quitté sans voir le fruit de son éducation. Lui qui m'a transmis l'amour de vivre, l'amour de sacrifice et celui de continuer à donner sans limite.

A mon cher Frère

A toute ma famille

A mes amis, et mes collègues

Pour les bons moments que nous avons passés ensemble.

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

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

Remerciements

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

Je tiens à remercier vivement mon encadrant professionnel Mr Yassine ALLOUCH, Coordinateur de l'amélioration continue au sein du département d'ingénierie, de ses conseils et éclaircissements, et de m'avoir assisté et orienté durant toute la période du stage.

Je voudrais aussi témoigner ma reconnaissance à tout le personnel de DELPHI Packard Tanger en général et aux membres du Département Ingénierie en particulier, surtout Mme Salma ZIANI et Mme Hayat BENHANINI qui m'ont fait bénéficier de leur collaboration et toutes les explications concernant le fonctionnement de leurs services.

Je présente mes sincères remerciements à tous ceux qui m'ont facilité la tâche d'élaborer ce travail. Je remercie notamment mon encadrant pédagogique Mr Fahd KAGHAT, qui a bien veillé au bon déroulement de ce projet, et qui n'a épargné ni son savoir, ni ses conseils et recommandations, en vue de réaliser ce projet.

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué, directement ou indirectement, à faire de ce stage une expérience enrichissante et valorisante.

Informations liées au stage

- Etudiant stagiaire de la FSTF* : *MARHOUMI Mohamed Mounir*
- Intitulé du Rapport* : *Démarrage d'un nouveau projet Panther et amélioration de la performance des chaînes de production des familles FWD Manual et Glow Plug*
- Établissement d'accueil* : *Delphi Packard Tanger*
Téléphone : 0539398700
Fax : 0539398729
Site : <http://www.delphi.com>
- Faculté* : *Faculté des Sciences et Techniques*
BP 2202, Route d'Imouzzer, Fès
Tél : +212 (0) 535 60 80 14
+ 212 (0) 535 60 96 35
+ 212 (0) 535 60 29 53
Fax : + 212 (0) 535 60 82 14
Site : www.fst-usmba.ac.ma
- Encadrant professionnel* : *Mr. Yassine ALLOUCH*
ME Coordinator of continuous improvement
- Encadrant pédagogique* : *Mr. Fahd KAGHAT*
E-mail : fahd.kaghat@gmail.com
- Période du stage* : *Date début : Le 23 février 2015.*
Date fin : Le 15 Juin 2015.

Liste des figures

FIGURE 1: REPARTITION MONDIALE DE DELPHI.....	2
FIGURE 2: CLIENTS MAJEURS DE DELPHI	3
FIGURE 3: FICHE SIGNALÉTIQUE	4
FIGURE 4: DELPHI PACKARD TANGER	4
FIGURE 5: EXEMPLE DE PRODUIT FINI DE DPT	4
FIGURE 6: ORGANIGRAMME GÉNÉRAL DE DPT	5
FIGURE 7: FLUX DE PRODUCTION CHEZ DPT	7
FIGURE 8 : DIAGRAMME DE GANTT DU PROJET	11
FIGURE 9: LES PHASES D'UN PROJET	12
FIGURE 10 : FORD TRANSIT.....	13
FIGURE 11: CABLE DE LA FAMILLE FWD MAUAL	15
FIGURE 12: CABLE DU GLOW PLUG	15
FIGURE 13: PEGBOARD APPLIQUÉ À LA FAMILLE FWD MANUAL	16
FIGURE 14: LAYOUT DE LA FAMILLE FWD MANUAL.....	16
FIGURE 15: LAYOUT DU GLOW PLUG	17
FIGURE 16: FLUX ET CHAÎNE DE PRODUCTION DE LA FAMILLE FWD MANUAL.....	17
FIGURE 17: FLUX ET CHAÎNE DE PRODUCTION DE LA FAMILLE GLOW PLUG.....	18
FIGURE 18 : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DE LA FAMILLE FWD DURANT LA PHASE TT	26
FIGURE 19: ÉVOLUTION DU TAUX D'EFFICACITÉ POUR LA FAMILLE FWD MANUAL AU COURS DE LA PHASE TT	28
FIGURE 20: DIAGRAMME PARETO APPLIQUÉ AUX ANOMALIES DE LA FAMILLE FWD MANUAL	31
FIGURE 21: ANOMALIES DE LA FAMILLE GLOW PLUG.....	32
FIGURE 22: ENCLICHETAGE DU TERMINAL CYLINDRIQUE DU GLOW PLUG.....	32
FIGURE 23: PROBLÈME LORS DE LA FERMETURE DU CONNECTEUR.....	33
FIGURE 24: DESALIGNEMENT ENTRE LE CONNECTEUR ET LE TERMINAL	33
FIGURE 25: PLATEAU AU SOUTIEN DU TABLEAU	34
FIGURE 26: PLATEAU AU SOUTIEN DE LA CELLULE.....	34
FIGURE 27: ÉLÉMENTS DU PLATEAU.....	34
FIGURE 28: CONNECTEURS QUI TOMBENT SOUS L'EFFET DU GLISSEMENT DU TABLEAU.....	34
FIGURE 29: DIAGRAMME D'ISHIKAWA POUR LES BRIDES MAL SERRÉES	38
FIGURE 30: BRIDE MAL SERRÉE	38
FIGURE 31: TUBES D'ALUMINIUM ENDOMMAGÉS.....	38
FIGURE 32: DIAGRAMME D'ISHIKAWA POUR LES TUBES D'ALUMINIUM ENDOMMAGÉS.....	39
FIGURE 33: DIAGRAMME D'ISHIKAWA POUR LES INVERSIONS DES FILS	40
FIGURE 34: COUPE DE LA LANIÈRE DE LA BRIDE	40
FIGURE 35: DIAGRAMME D'ISHIKAWA POUR LES BRIDES MAL COUPÉES.....	41
FIGURE 36: DIFFICULTÉ DE COUPER LA LANIÈRE DE LA RTN39 CORRECTEMENT	41
FIGURE 37: DIAGRAMME D'ISHIKAWA POUR LES PANNES DU ROB	42
FIGURE 38: FERMETURE NOK DU CONNECTEUR	43
FIGURE 39: DIAGRAMME D'ISHIKAWA POUR LA FERMETURE DES CONNECTEURS.....	43
FIGURE 40: DISCONTINUITÉ ÉLECTRIQUE DÉTECTÉE PAR LE ROB AU NIVEAU DES CONNECTEURS EN QUESTION.....	44
FIGURE 41: LES 5 POURQUOI APPLIQUÉS AU PROBLÈME DU DESALIGNEMENT DU CONNECTEUR.....	44
FIGURE 42: TMBC DE LA FAMILLE FWD MANUAL AVANT.....	47
FIGURE 43 : TMBC DE LA FAMILLE GLOW PLUG AVANT	48
FIGURE 44: BRIDE EXPLODÉE SOUS L'EFFET D'UN PISTOLET MÉCANIQUE.....	50
FIGURE 45: CONSÉQUENCE D'UNE BRIDE TROP SERRÉE	50

FIGURE 46: BRIDE MONTEE SUR UNE FIXATION EN RUBAN DE TEXTILE	51
FIGURE 47: EXEMPLE DE TUBE D'ALUMINIUM ENDOMMAGE.....	51
FIGURE 48: OUTILS D'ENFILEMENT DES TUBES	52
FIGURE 49: BONDAGE A L'AIDE DU RUBAN D'ALUMINIUM SUR LES TUBES D'ALUMINIUM.....	52
FIGURE 50: FIXATION DES EXTREMITES DES TUBES A L'AIDE DU RUBAN D'ALUMINIUM.....	52
FIGURE 51: CONNECTEUR C1E104-A ET SES VOIES.....	53
FIGURE 52: CONNECTEUR C11-A ET SES VOIES.....	53
FIGURE 53: PISTOLET DANS LE SENS 1	55
FIGURE 54: PISTOLET DANS LE SENS 2	55
FIGURE 55: BRIDE RTN39 DANS LA CELLULE 10 (KIT 8)	55
FIGURE 56: COUPE DE LA BRIDE RTN39.....	55
FIGURE 57: CONNECTEUR INITIALEMENT OUVERT.....	57
FIGURE 58: FIXATION SUR LE CONNECTEUR OUVERT.....	57
FIGURE 59: CHECK-LIST QUALITY GATE DU POSTE 3 DE LA FAMILLE GLOW PLUG	58
FIGURE 60: FIXATION DE L'EXTREMITÉ DU FIL.....	59
FIGURE 61: RESULTAT DE LA SOLUTION	59
FIGURE 62: PLATEAU UTILISE POUR LA FAMILLE GLOW PLUG	60
FIGURE 63: NOUVEAU DESIGN DU PLATEAU REALISE SOUS CATIA	60
FIGURE 64: PREMIER ECHANTILLON DU NOUVEAU PLATEAU.....	61
FIGURE 65: TMBC DE LA FAMILLE FWD MANUAL APRES.....	65
FIGURE 66: TMBC DE LA FAMILLE GLOW PLUG APRES.....	67
FIGURE 67: PINCE CROCODILE	68
FIGURE 68: MACDONALD.....	68
FIGURE 69: ANCIENS MOYENS DE CONNEXION	68
FIGURE 70: NOUVEAUX MOYENS DE CONNEXION	68
FIGURE 71: COTE EXIGEE PAR LE CLIENT.....	69
FIGURE 72: PINES METALLIQUES INDIQUANT LA FIN DE BONDAGE	69
FIGURE 73: ENTREES ET SORTIES DU CONTROLE 17/19	71

Liste des tableaux

TABLEAU 1: PROJETS DE DPT	5
TABLEAU 2: LES DEPARTEMENTS DE DPT ET LEURS FONCTIONS	6
TABLEAU 3: PLANNING DU PROJET PANTHER	14
TABLEAU 4: VOLUME CONTRACTE DU PROJET PANTHER	14
TABLEAU 5: SITUATION DE LA CHAINE DE LA FAMILLE FWD MANUAL	23
TABLEAU 6 : SITUATION DE LA CHAINE DE LA FAMILLE GLOW PLUG	24
TABLEAU 7: EVOLUTION QUOTIDIENNE DE LA PRODUCTION DE LA FAMILLE FWD MANUAL	25
TABLEAU 8: EFFICIENCE EXIGEE ET EFFICIENCE REELLE DE LA FAMILLE FWD MANUAL	28
TABLEAU 9: ANOMALIES AU DEMARRAGE DE LA FAMILLE FWD MANUAL	30
TABLEAU 10: FREQUENCE D'APPARITION DES ANOMALIES	31
TABLEAU 11 : PREMIERE PARTIE DU TMS	36
TABLEAU 12: DEUXIEME PARTIE DU TMS	36
TABLEAU 13: PROBLEMES DE LA FAMILLE FWD ET LEURS CAUSES RACINES	42
TABLEAU 14: DATA INTRODUCTION DE LA FAMILLE FWD MANUAL AVANT LE BALANCEMENT	46
TABLEAU 15 : DATA INTRODUCTION DE LA FAMILLE GLOW PLUG AVANT BALANCEMENT	48
TABLEAU 16: LES OPERATION EFFECTUEES AU SEIN DU POSTE 1 ET LEUR CHRONOMETRAGE	49
TABLEAU 17: ACTIONS IMPLANTEES AU NIVEAU DE LA CHAINE	54
TABLEAU 18: PLAN D'ACTION POUR LA FAMILLE FWD MANUAL	56
TABLEAU 19: PLAN D'ACTION DE LA FAMILLE GLOW	61
TABLEAU 20: BALANCEMENT DES TACHES DE LA FAMILLE FWD MANUAL	63
TABLEAU 21: DATA INTRODUCTION DE LA FAMILLE FWD MANUAL APRES LE BALANCEMENT	64
TABLEAU 22 : BALANCEMENT DES TACHES DE LA FAMILLE GLOW PLUG	66
TABLEAU 23: DATA INTRODUCTION DE LA FAMILLE GLOW PLUG APRES LE BALANCEMENT	66
TABLEAU 24: EXEMPLE DE CONTROLE 17/19	72
TABLEAU 25: CONTROLE 17/19 APPLIQUE AUX DEUX FAMILLES DU PROJET AVANT LA PHASE TT	73
TABLEAU 26: CONTROLE 17/19 APPLIQUE AUX DEUX FAMILLES DU PROJET APRES LA PHASE TT	73

Acronymes

ATT : Actual Takt Time

CE : Contrôle Electrique

CM : Contrôle Molettes

FWD : Front Wheel Drive - Véhicule à traction (roues avant motrices)

ME : Manufacturing Engineer

Phase PP : Pilot Production

Phase TT : Tooling Trial

PVC : Poly Vinyle Chlorure

ROB : Ring Out Board

RTN : Retainer (Bride en anglais)

RWD : Rear Wheel Drive – Véhicule à propulsion (roues arrière motrices)

SOS : Standardized Operational Sheet

TMBC : Time Measurement Balance Chart

TMS : Time Measurement Sheet

TT : Takt Time

USW : Ultra Sonic Wire

WI : Work instruction

WSD : Work Standard Data

Table des matières

<i>Dédicaces</i>	i
<i>Remerciements</i>	ii
<i>Informations liées au stage</i>	iii
Liste des figures.....	iv
Liste des tableaux.....	vi
Acronymes.....	vii
<i>Introduction</i>	1
Chapitre I : Présentation de la société d'accueil	
I- Delphi au niveau mondial	2
I-1- Présentation générale	2
I-2- Clients de Delphi	2
I-3- Innovations de Delphi	3
II- Delphi Maroc	3
II-1- Delphi Packard Tanger	4
II-2- Projets au sein de DPT	5
II-3- Organisation de DPT	5
II-4- Processus de production	6
Chapitre II : Cahier de charges	
I- Acteurs du projet	9
II- Contexte du projet	9
III- Besoin exprimé	9
IV- Méthodologie du travail (La méthode DMAIC)	9
V- Contraintes du projet	10
VI- Planification	11
Chapitre III : Présentation du projet Panther et de l'état existant	
I- Introduction	12
II- Problématique	12
III- Les étapes de la mise en place d'un nouveau projet ou d'un changement	12
IV- Présentation du projet Panther	13
V- Présentation des familles FWD Manual et Glow Plug	15
V-1- La famille FWD Manual	15

V-2- La famille Glow Plug	15
VI- Etat existant :	16
Chapitre IV : Définir et Mesurer	
I-Introduction.....	21
II- Situation des chaînes avant le démarrage	21
II-1- La famille FWD Manual	21
II-2- La famille Glow Plug	23
III- Démarrage de la phase TT	24
III-1- Famille FWD Manual	24
a- Suivi de la production	24
b- Performance de la chaîne de production	27
c- Anomalies détectées au cours du démarrage	28
III-2- Famille Glow Plug	32
a- Fermeture des connecteurs	32
b- Désalignement entre le connecteur et le terminal.....	33
c- Plateau d'alimentation	33
IV- Evaluation de l'ergonomie des chaînes de production	35
IV-1- Time Measurement Sheet (TMS).....	35
Chapitre V : Analyser.....	
I- Introduction.....	37
II- Analyse des défauts	37
II-1- La famille FWD Manual	37
a- Brides mal serrées.....	37
b- Tubes d'aluminium endommagés.....	38
c- Inversions.....	39
d- Brides mal coupées.....	40
e- Panne du ROB	41
f- Récapitulation des défauts et de leurs causes racines	42
II-2- La famille Glow Plug	43
a- Fermeture des connecteurs	43
b- Désalignement entre le connecteur et le terminal.....	44
c- Le plateau d'alimentation	45
III- Analyse de l'ergonomie des chaînes de production	45

III-1- La famille FWD Manual	45
III-2- la famille Glow Plug	47
Chapitre VI : Innover	
I- Introduction.....	50
II- Les défauts de qualité.....	50
II-1- La famille FWD Manual	50
a- Brides mal serrées.....	50
b- Tubes en aluminium endommagés	51
c- Inversions et pannes de ROB.....	52
d- Bride mal coupée	54
e- Plan d'action de la famille	56
II-3- La famille Glow Plug	57
a- Fermeture des connecteurs	57
b- Le désalignement entre le connecteur et le terminal	58
c- Plateau d'alimentation	60
d- Plan d'action de la famille	61
III- L'amélioration de l'ergonomie de la zone d'assemblage	61
III-1- La famille FWD Manual	62
a- Le principe du balancement.....	62
b- Actions.....	62
c- Résultats du balancement	63
III-2- La famille Glow Plug	65
a- Principe du balancement.....	65
b- Actions.....	65
c- Résultats du balancement	66
IV- Autres améliorations.....	67
IV-1- La famille FWD Manual	67
a- Bondage des fils dans la cellule 1	67
b- Ergonomie de l'opérateur	68
IV-2- La famille Glow Plug.....	69
Chapitre VII : Contrôler	
I- Introduction.....	70
II- Suivi et contrôles des plans d'action mis en place	70

II-1- Ergonomie des chaînes de production :	70
II-2- Output et capacité des chaînes de production.....	71
Conclusion	75
ANNEXES	76
Bibliographie	89

Introduction

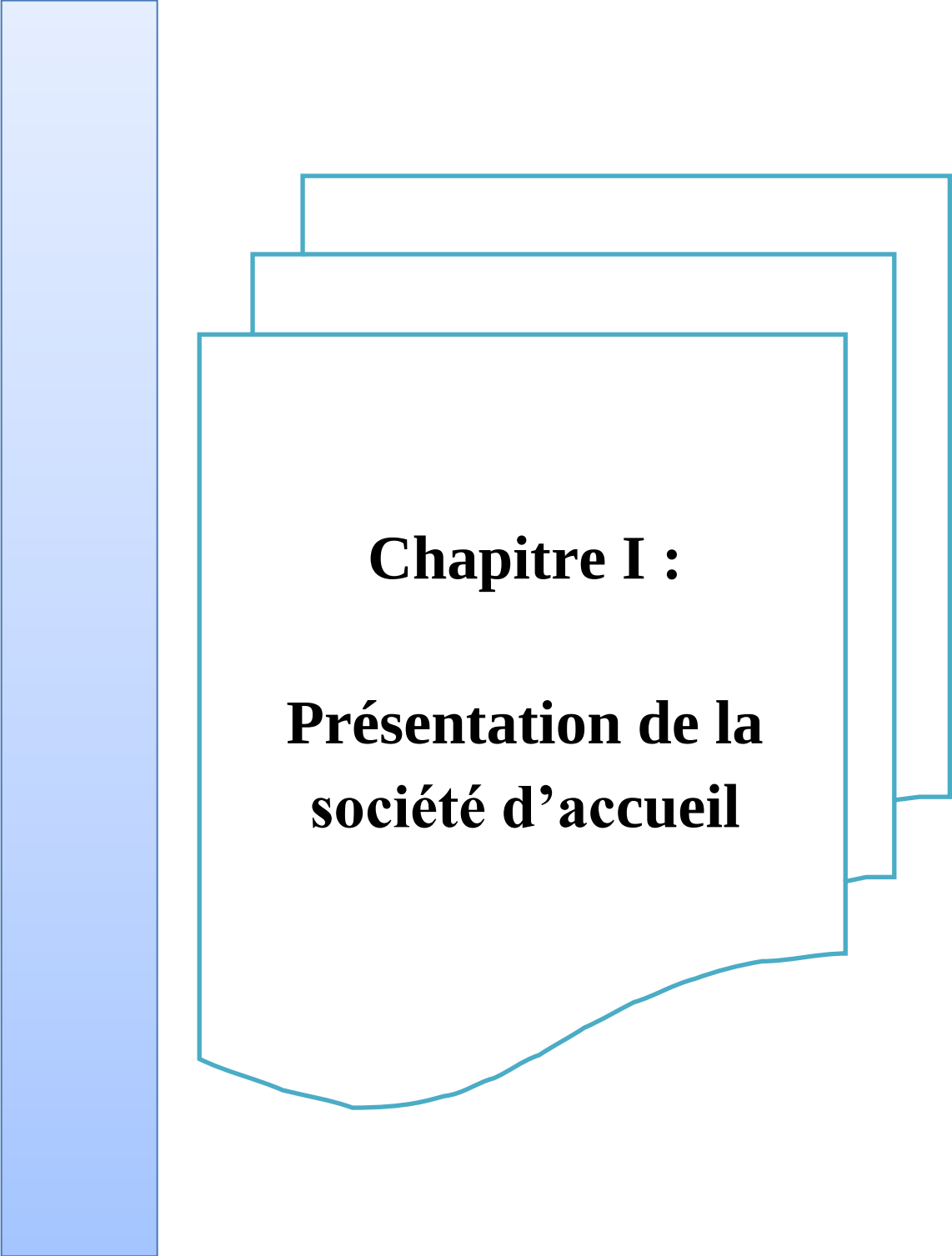
Dans un environnement marqué par la mondialisation, la concurrence et la grande ampleur des exigences du marché, les entreprises doivent faire preuve de dynamisme pour s'adapter rapidement aux nouvelles exigences et savoir saisir les opportunités. Ainsi, Le succès de toute entreprise réside dans son aptitude à répondre de façon évolutive, aux besoins de ses clients surtout quand il s'agit d'un secteur industriel dont la concurrence ne cesse de s'accroître, tel le secteur de fabrication des faisceaux électriques destiné au marché automobile. L'exemple illustratif d'une telle entreprise est Delphi, équipementier mondial de l'industrie automobile ayant l'excellence industrielle comme culture et le dépassement des attentes du client comme politique générale. Pour demeurer toujours compétitive, Delphi a emprunté la voie de la performance « Faire bien dès la première fois et à chaque fois », un atout indispensable pour pérenniser son existence dans un secteur porteur d'exigences aussi fortes que variées. L'implication de la multinationale Delphi au niveau international rend la tâche des responsables beaucoup plus difficile à cause de la rigidité des exigences de la qualité à l'échelle internationale.

Dans cette perspective, DELPHI a pu gagner la confiance d'un grand constructeur automobile américain, à savoir FORD, qui lui a confié la production de ses systèmes électriques pour une grande gamme de modèles. Le constructeur FORD a décidé de confier un nouveau projet à DELPHI sous le nom de PANTHER, qui consiste à produire des faisceaux électriques de type Engine pour le modèle TRANSIT.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce projet fin d'études intitulé : « Démarrage d'un nouveau projet Panther et amélioration de la performance des chaînes de production des familles FWD Manual et Glow Plug » et qui vise à suivre le démarrage de la phase TT pour les deux familles FWD Manual et Glow Plug, et à améliorer la capacité de leurs chaînes de production.

Les différents chapitres du rapport s'articulent comme suit :

- 1) Présentation générale du cadre de travail, des objectifs du projet et de son cahier de charges.
- 2) Présentation des différents travaux élaborés et les résultats obtenus selon la démarche « DMAIC » respectivement dans les différentes étapes de la démarche, à savoir : Définir, Mesurer, Analyser, Innover et enfin Contrôler.
- 3) Une conclusion générale et des perspectives clôtureront ce rapport en mettant l'accent sur ce qui a été réalisé lors de ce stage ainsi que les éventuelles actions pouvant être menées dans l'avenir.



Chapitre I :

Présentation de la société d'accueil

I- Delphi au niveau mondial

I-1- Présentation générale

Delphi est un groupe multinational américain. C'est l'un des leaders mondiaux dans les domaines de l'électronique mobile et des systèmes de transport pour les marchés de la première monte et de la rechange, comprenant les systèmes powertrain, de sécurité, thermiques, contrôles et protections et architecture électrique/électronique, ainsi que les technologies de communications et de divertissements embarqués. (Classée en 121^{ème} position dans la liste Fortune 500 des sociétés en 2008). 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.

Equipementier leader de l'industrie automobile, le groupe Delphi est fournisseur de plus de 30 marques de voitures, emploie plus de 210.000 personnes à travers le monde (USA, Canada, Asie pacifique, Mexique, Portugal, Suède...etc.), et compte 190 sites de production, 43 joint-ventures, 51 centres client et bureaux de vente, et 32 centres techniques dans 37 pays.

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

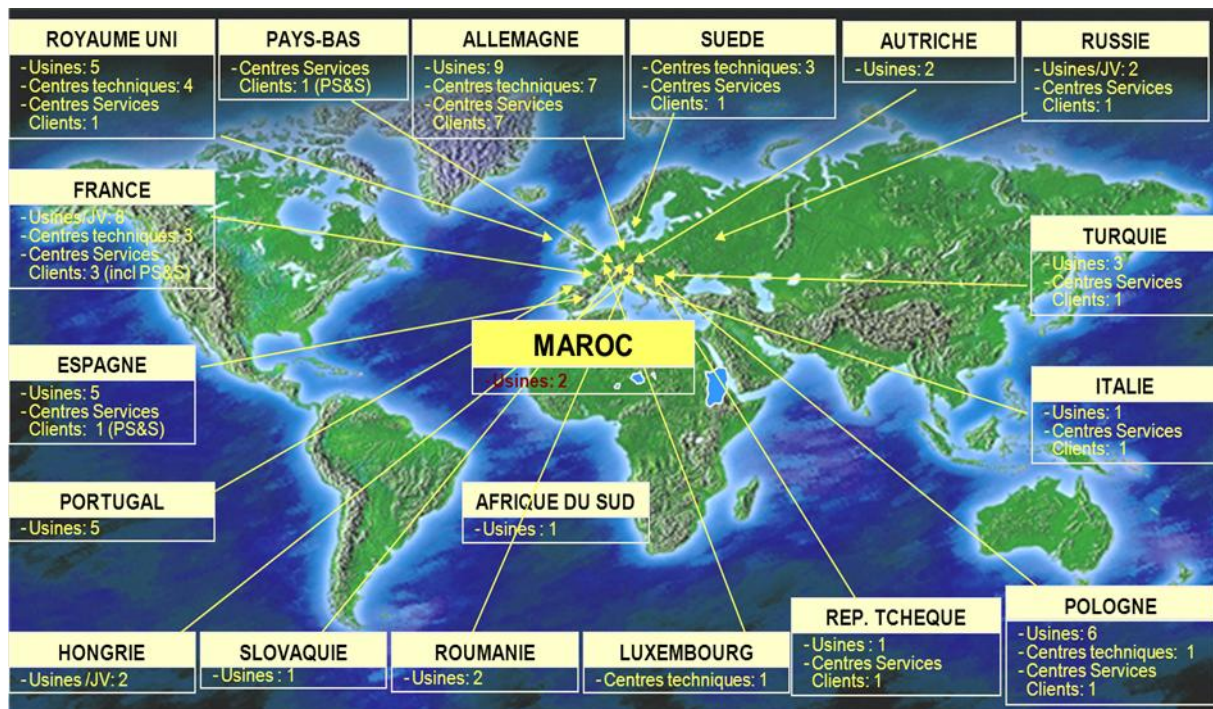


Figure 1: Répartition mondiale de Delphi

I-2- Clients de Delphi

Delphi compte plus de 120 fournisseurs de matière première à travers le monde, et il est le fournisseur de plus de 30 marques de voitures. La figure suivante présente les clients majeurs de Delphi :



Figure 2: Clients majeurs de Delphi

I-3- Innovations de Delphi

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).

II- Delphi Maroc

Le groupe Delphi dispose de trois sites de production au Maroc : Delphi Automotive System Maroc (DASM) implantée à Tanger depuis 1999, Delphi Packard Tanger (DPT) à la zone franche de Tanger depuis 2008 et le nouveau site Delphi Packard Kenitra (DPK) inauguré en 2013 à Kenitra.

II-1- Delphi Packard Tanger

Implantée à Tanger depuis 2008, DELPHI Packard Tanger est filiale de l'une des sept divisions du groupe DELPHI Packard Electric Systems. Cette dernière, dont la Direction Centrale se trouve à Warren, Ohio, aux États-Unis, est le leader mondial des systèmes de distribution de signaux électriques pour véhicules.

Elle est localisée dans la zone franche de la ville de Tanger sur une surface totale de 60000 m², c'est une société anonyme dont le capital social s'élève à 83.000.000 MAD. DPT est certifiée [ISO 9001](#), [ISO 14001](#) & [ISO TS 16949](#).

Raison sociale : Delphi Packard Tanger – DPT

Nationalité : Multinationale américaine, Warren, Ohio à Etats-Unis

Forme juridique : Société anonyme – SA

Siège social : Ilot 53, lot n°1, Zone franche d'exportation de Tanger

Superficie : 60.000 m²

Secteur d'activité : Industrie Automobile

Effectif actuel : Plus de 3000 personnes

Produit : Faisceaux électriques

Directeur général : M.Bahri Filali

Date de création : Août 2008

Capital : 12.500.000 millions euros

Téléphone : 0539398700

Fax : 0539398729

E-mail : akesbimouna@delphi.com

Site web: www.delphi.com



Figure 3: Fiche Signalétique

Figure 4: Delphi Packard Tanger

Delphi Packard Tanger produit les faisceaux électriques pour plusieurs gammes de voitures. Ces faisceaux sont composés d'un ensemble de composants ordonnés de façon logique : fils électriques, terminaux, connecteurs, passer-fils, rubans, tubes, isolants, etc.



Figure 3: Exemple de produit fini de DPT

II-2- Projets au sein de DPT

Client	Projet
PSA+BMW (Prince)	P85 PSA, P10/P125 PSA, Q125 PSA TVDI, P125 BMW, P85 BMW, Q125 BMW TVDI, BB Adapter
Ford	Mix1, Mix2, 9H, Disi, LAND ROVER, FORD F, IP Galaxy, Mondeo, Puma FWD, Puma RWD, Puma Land Rover, Puma Transmission, Puma Glow Plug, CD4

Tableau 1: Projets de DPT

II-3- Organisation de DPT

Le personnel de Delphi Packard Tanger est composé du directeur général de l'usine et des chefs de départements. Chaque département possède son propre staff de coordinateurs, d'ingénieurs et d'opérateurs. Le schéma ci-dessous représente l'organigramme du staff de DPT :

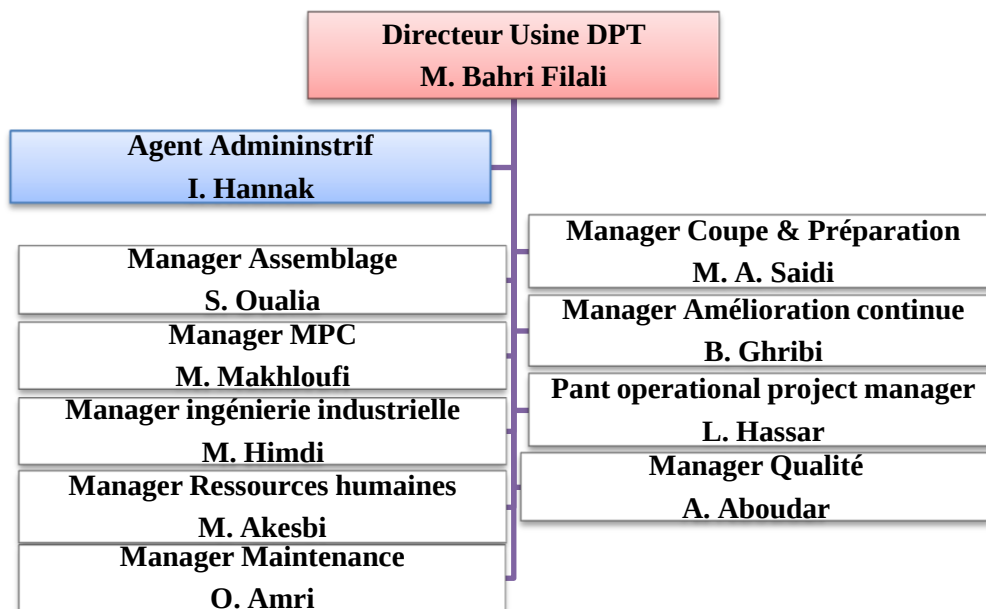


Figure 4: Organigramme général de DPT

Delphi Packard Tanger contient sept départements, avec différentes missions propres à leur spécialité. Chaque département a une structure indépendante des autres ainsi que des fonctions spécifiques :

Département	Tâches
Département de production	• Contrôle des opérateurs. • Gestion de la production. • Suivi de la productivité.
Département PC& L Product Control and Logistique	• Contact avec les clients. • Gestion des stocks dans les magasins (de matière première et de produits finis). • Planification de la production. • Organisation du transport.
Département de maintenance	• Gestion et suivi des équipements techniques. • Réparation des machines et prévention des pannes. • Installation des chaînes de production (Cellules, Convoyeurs, Moyens de connexion,...etc.)
Département des Achats	• Contact avec les fournisseurs. • Vérification des commandes. • Exécution des achats.
Département Qualité	• Contrôle de la qualité de la matière première. • Validation des plans (fiabilité). • Contrôle de la Qualité des produits finis.
Département d'ingénierie	• Contact avec les service-center. • Analyse des plans industriels. • Détermination des modes opératoires. • Démarrage des nouveaux projets. • Suivi des projets.
Département des Ressources Humaines	• Recrutement et formation du personnel. • Gestion des employés (salaires, congés...etc.) • Contrôle des agents de sécurité.

Tableau 2: Les départements de DPT et leurs fonctions

II-4- Processus de production

Après la réception de matière première venant du fournisseur passe par le laboratoire du contrôle de qualité pour subir un contrôle de réception avant d'être stockée dans le magasin de matière première.

Le magasin de matière première est géré par un système pull qui prépare un stock des 24 h prochaine de production, ce stock passe à la zone de préparation gérée par le système Kanban. Après la zone de préparation les conducteurs préparés passent à la zone d'assemblage où les faisceaux électriques sont assemblés. Ensuite les faisceaux passent au contrôle électrique pour vérifier la continuité électrique entre les différentes extrémités du circuit et la présence des éléments secondaires (sécurité des connecteurs, passe-fil, réglettes...). Ensuite, ils sont soumis à un super-contrôle où un employé très expérimenté opère un contrôle visuel global du faisceau. De là, les faisceaux subissent un dernier contrôle qui est celui de contention au cours duquel les différentes côtes sont vérifiées avant

l'étiquetage, cette étiquette constitue une garantie de la qualité du câble pour le client, enfin le câble passe à l'emballage avant d'être envoyé au client.

Le temps de production dépend directement de temps montage chez le client avec un décalage dû à la prise en considération des problèmes qui risquent de se produire au cours de la livraison.

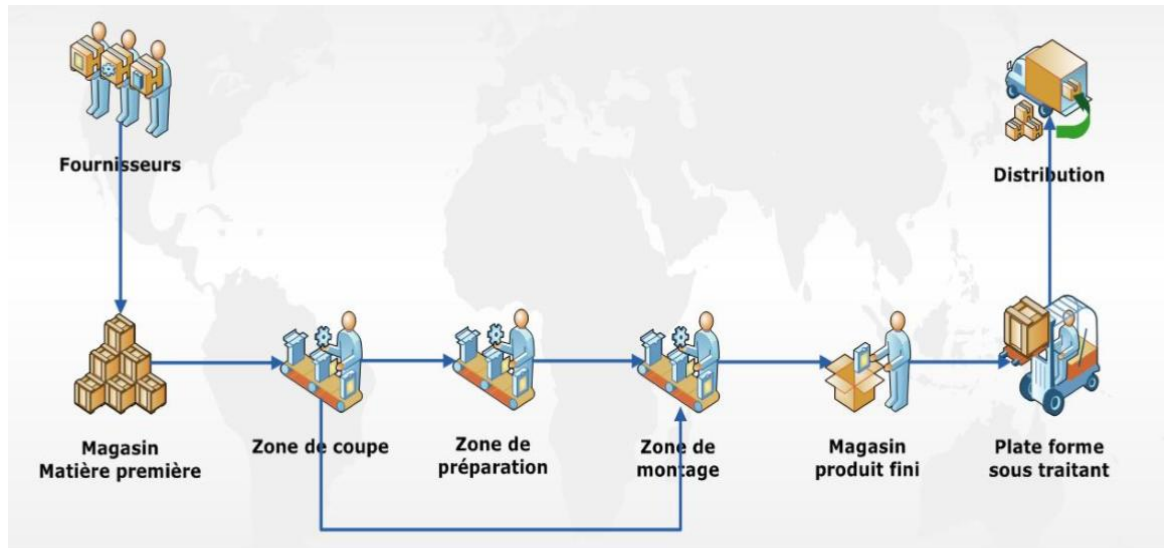


Figure 5: Flux de production chez DPT

En effet la production du câble passe par un ensemble de zones en commençant par les fournisseurs jusqu'à l'assemblage du câble et sa livraison au client.

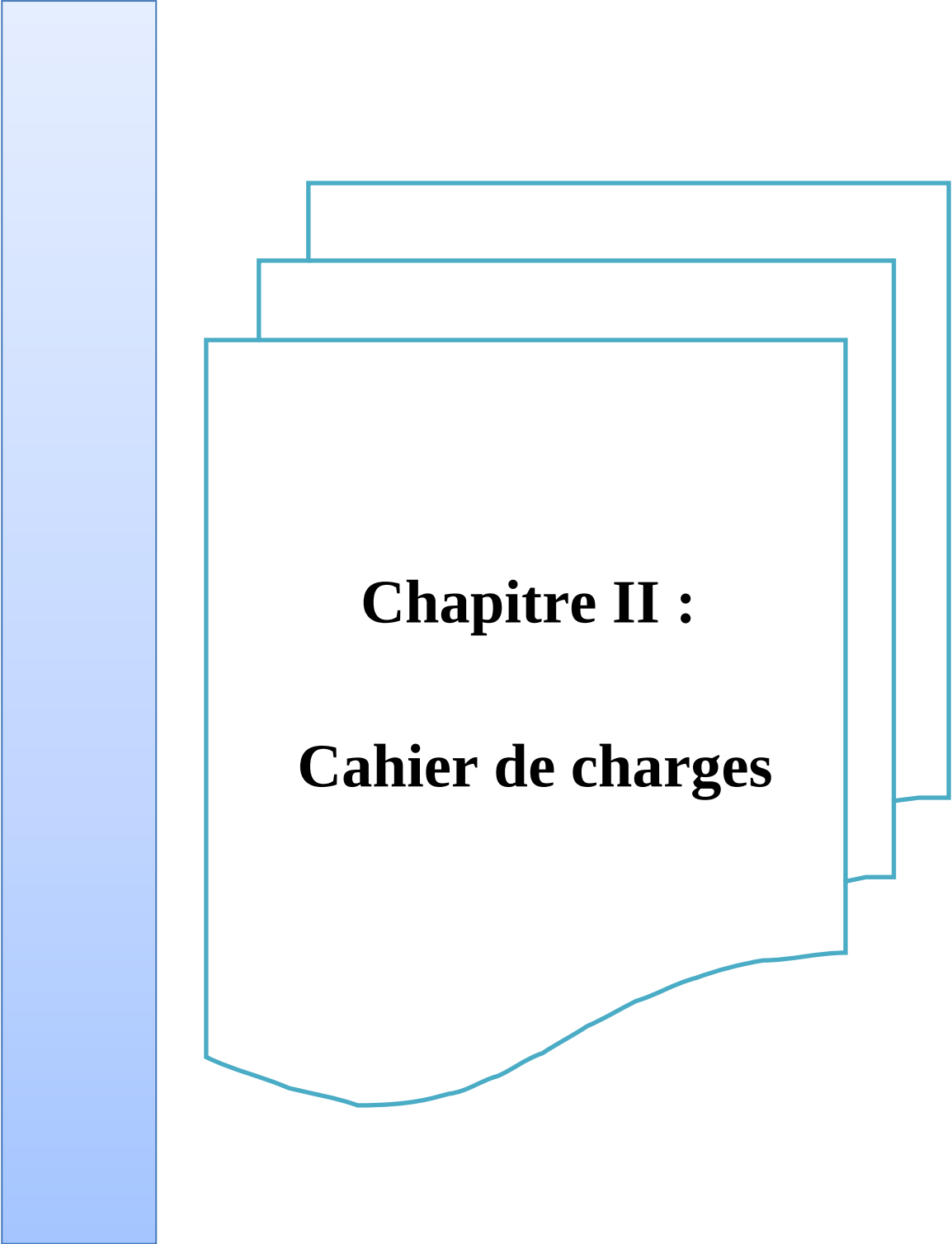
▷ **La coupe et zone de préparation:** c'est le fournisseur de matière première pour les chaînes d'assemblage. La coupe est équipée par des machines automatiques qui servent à la coupe des fils selon les longueurs demandées, au sertissage et à l'épissure. Les fils de grosse section ou qui nécessitent un traitement particulier sont acheminés vers la zone de préparation où on travaille avec des machines semi-automatiques.

▷ **La zone d'assemblage:** c'est la zone où les fils venant de la zone de coupe et de préparation sont assemblés. Elle contient des postes fixes (cellules de kitting) où se fait la préparation des différentes parties d'un câble dites kits. Ces kits sont ensuite assemblés dans des chaînes de montage qui sont composées de tableaux roulants –avec un temps cycle bien définit- et ceci suivant des schémas (lay-out) fourni par l'ingénierie de processus.

Le nombre des postes, des opérateurs et des tableaux dans une chaîne est déterminé par l'Ingénierie Industrielle, le nombre des postes dépend du câble, plus le câble est chargé plus le nombre de postes est grand. Ces postes sont de deux types: les postes d'encliquetage où on réalise le soudage des épissures, les isolations, l'encliquetage, la séparation des fils...et les postes de bandage où on effectue l'enrubannage et on met les bride... Les chaînes de montages sont entourées par des tableaux fixes, ces derniers alimentent les chaînes via les moyens de connexion (toboggans, macdos...) par des parties du câble (les kits) qui sont déterminées par l'Ingénierie Industrielle. Ces kits seront par la suite rassemblés sur la chaîne.

Pour conclure ce qu'il faut retenir c'est que Delphi Packard Tanger est une entreprise multinationale américaine leader dans la fabrication des faisceaux électriques pour les plus grands constructeurs automobiles notamment Ford.

L'usine de DELPHI est divisée en zones et les ouvriers travaillent à la chaîne. Il y a 45 chaînes au total dans l'établissement, toutes zones confondues.



Chapitre II :

Cahier de charges

I- Acteurs du projet

✖ Maître d'ouvrage :

La société DELPHI Packard Tanger, représentée par le coordinateur de l'amélioration continue Mr ALLOUCH Yassine.

✖ Maître d'œuvre :

La Faculté des sciences et techniques de Fès, représentée par Mr. MARHOUMI Mohamed Mounir.

✖ Tuteur pédagogique :

Mr. Fahd KAGHAT : Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

✖ Tuteur technique :

Mr. Yassine ALLOUCH : Coordinateur de l'amélioration continue au sein du département l'Ingénierie de Delphi Packard Tanger.

II- Contexte du projet

Ce projet s'inscrit dans le cadre du projet de fin d'étude (PFE) programmé en dernière année du cycle Master, spécialité Génie Industriel de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

III- Besoin exprimé

Ce projet a pour objectif d'assister au démarrage d'un nouveau projet et d'améliorer la performance de la chaîne de production. En effet, Delphi Packard Tanger a décidé d'introduire un nouveau projet d'une durée de vie de 6 ans, qui s'intitule Panther et qui consiste à produire des faisceaux électriques de type Engines (partie moteur de la voiture) ainsi qu'un câble d'injection pour le client Ford Europe. Ce projet comporte quatre familles : FWD Manual, FWD Auto et RWD Manual qui sont des câbles de type Engine, et Glow Plug qui est un câble de bougies de préchauffage pour les véhicules gasoil.

Le besoin exprimé par l'organisme d'accueil consiste à suivre le démarrage de la phase TT (Tooling Trial) des deux familles FWD Manual et Glow Plug, afin de faire une étude des anomalies observées durant la phase, et améliorer la capacité des chaînes de production des deux familles en augmentant leur output.

IV- Méthodologie du travail (La méthode DMAIC)

La méthodologie DMAIC constitue le cœur de l'approche 6 Sigma selon un processus bien formalisé adopté par Delphi. DMAIC est une méthodologie répartie en 5 grandes catégories classées selon un ordre prédéfini (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Elle permet de définir le projet en se posant les questions essentielles sans se perdre dans les détails.

⇒ **Définir :**

- ✓ Quel est l'objectif du projet ?
- ✓ Quel est le champ d'application (matériel et processus) ?
- ✓ Quels sont les principales exigences ?
- ✓ Qui sont nos clients et les parties prenantes ?

⇒ **Mesurer :**

- ✓ Quels sont les moyens et les mesures dont on dispose ?
- ✓ Quelles sont les références ?
- ✓ Est-ce qu'on mesure les choses dont on a besoin ?
- ✓ Quelles sont les mesures à recueillir et comment faire ?
- ✓ Est-ce que les moyens de mesures utilisés sont calibrés ?

⇒ **Analyser :**

- ✓ Quels sont les processus et les matériaux les plus critiques ?
- ✓ Quelles sont les causes racines et les impacts ?
- ✓ Qui sont les responsables ?

⇒ **Innover :**

- ✓ Quels sont les meilleures solutions qu'on peut mener ?
- ✓ Quel est l'impact de ces changements ?
- ✓ Quels sont les paramètres des facteurs qu'on doit améliorer ?
- ✓ Comment ça va fonctionner après ?

⇒ **Contrôler :**

- ✓ Qui sont les responsables qui vont assurer le maintien ?
- ✓ Qu'est ce qu'on va mesurer pour maintenir la performance ?
- ✓ Comment on va assurer le suivi de tous les process sur les différents niveaux ?

V- Contraintes du projet

La gestion de ce projet doit tenir en compte les contraintes suivantes:

✖ Les contraintes pédagogiques :

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

✖ Les contraintes temporelles :

- Le démarrage du projet n'aura lieu qu'à partir de la semaine 14.
- Le travail final doit être rendu avant la date de la présentation finale.

✖ Les contraintes de réalisation :

- Disponibilité d'un historique de données fiables.

VI- Planification

Le management du projet a été réalisé à l'aide du logiciel Microsoft Project et le projet a été mené selon le planning suivant :

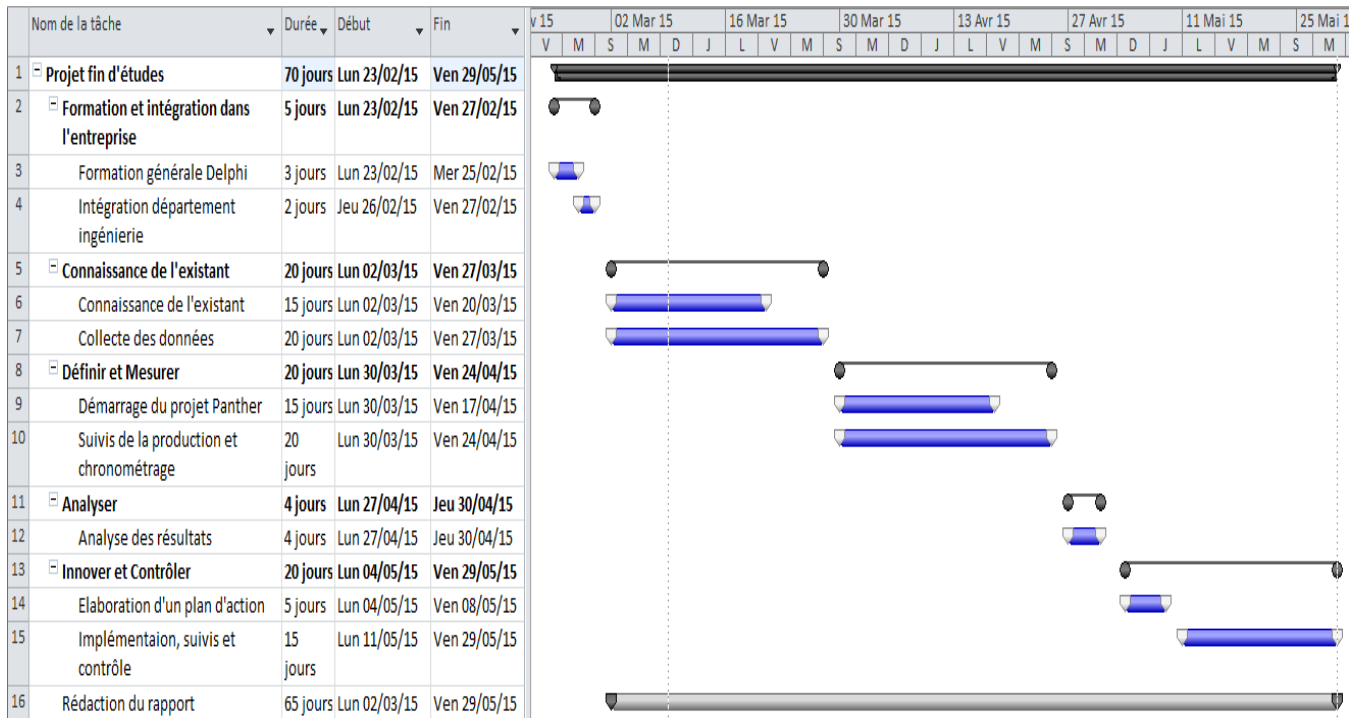
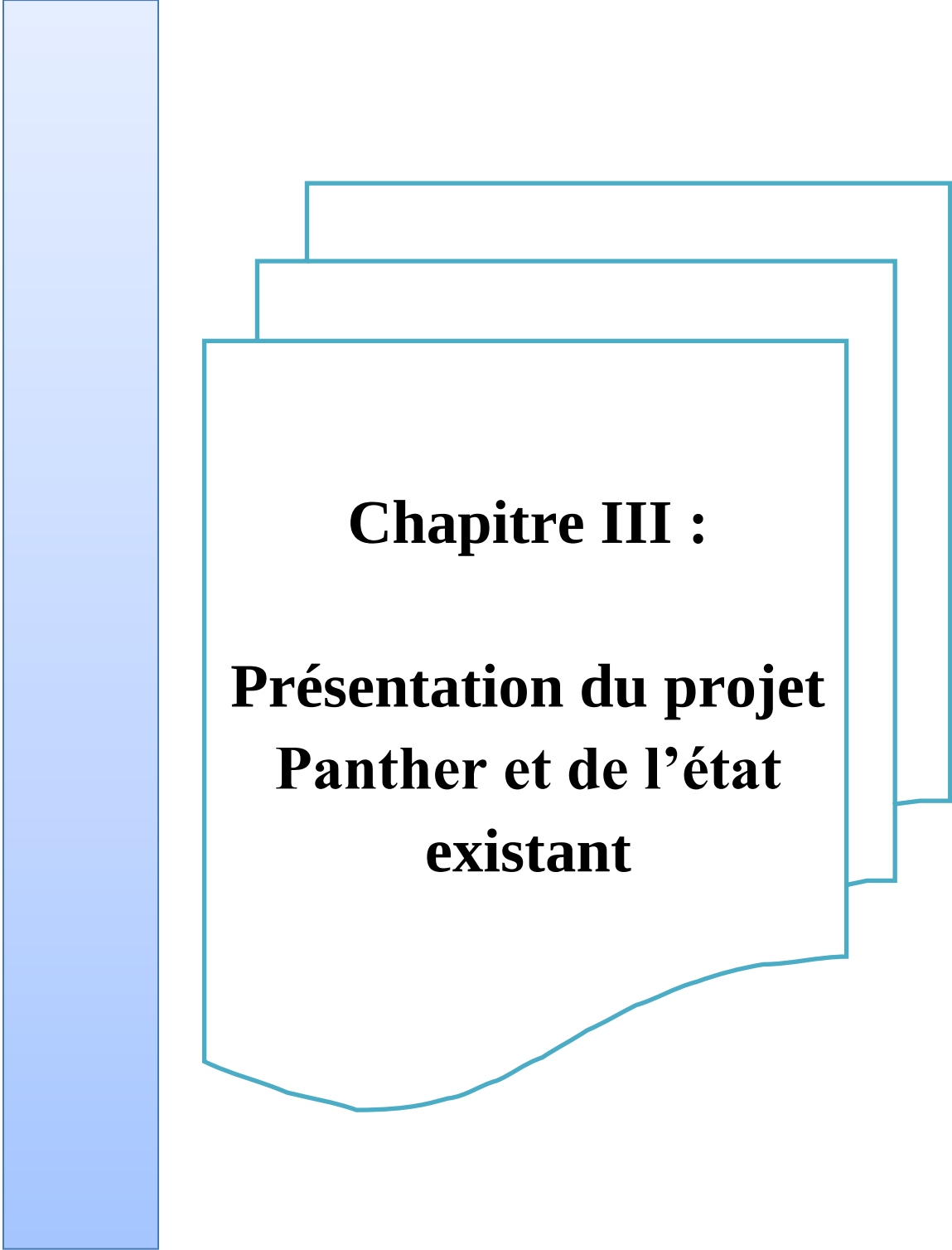


Figure 6 : Diagramme de Gantt du projet



Chapitre III :

Présentation du projet Panther et de l'état existant

I- Introduction

Ford, fait partie de la clientèle de Delphi. Il présente environ 58% de la part des produits finis de Delphi. Parmi ses projets on peut citer : Mix, Galaxy, Mondeo, Puma, Land Rover, Disi...etc. Chaque projet peut comporter jusqu'à 30 familles qui représentent des sous-projets.

Le client Ford a décidé de confier un nouveau projet à Delphi Packard Tanger. Ce projet s'intitule Panther et contient plusieurs familles (FWD Manual, FWD Glow Plug, FWD Auto et RWD Manual). L'entreprise a débuté avec les deux premières familles qui sont FWD Manual et FWD Glow Plug. Ces deux familles vont entamer la phase de démarrage.

II- Problématique

Après la phase du prototype, les deux familles FWD Manual et Glow Plug du projet Panther vont entamer une nouvelle phase, qui est la phase TT (Tooling Trial). Cette phase constitue le premier démarrage de la production dans les conditions série, et elle est caractérisée par un volume de production faible par rapport au volume planifié pour la phase série. Un suivi de cette phase devra être effectué afin de détecter les différentes anomalies qui impactent la performance des chaînes de production des deux familles. Ensuite, je serai amené à effectuer un chronométrage des opérations de chaque poste de travail pour le des deux familles, afin de comparer leurs temps cycles au temps défini par le département d'ingénierie (ATT) et d'équilibrer les chaînes de production.

Le but est d'augmenter l'output des chaînes de production des deux familles en agissant sur les anomalies et en équilibrant les cellules et les postes si nécessaire.

III- Les étapes de la mise en place d'un nouveau projet ou d'un changement

Tout projet au sein de DELPHI passe par des étapes avant le lancement de la production série :

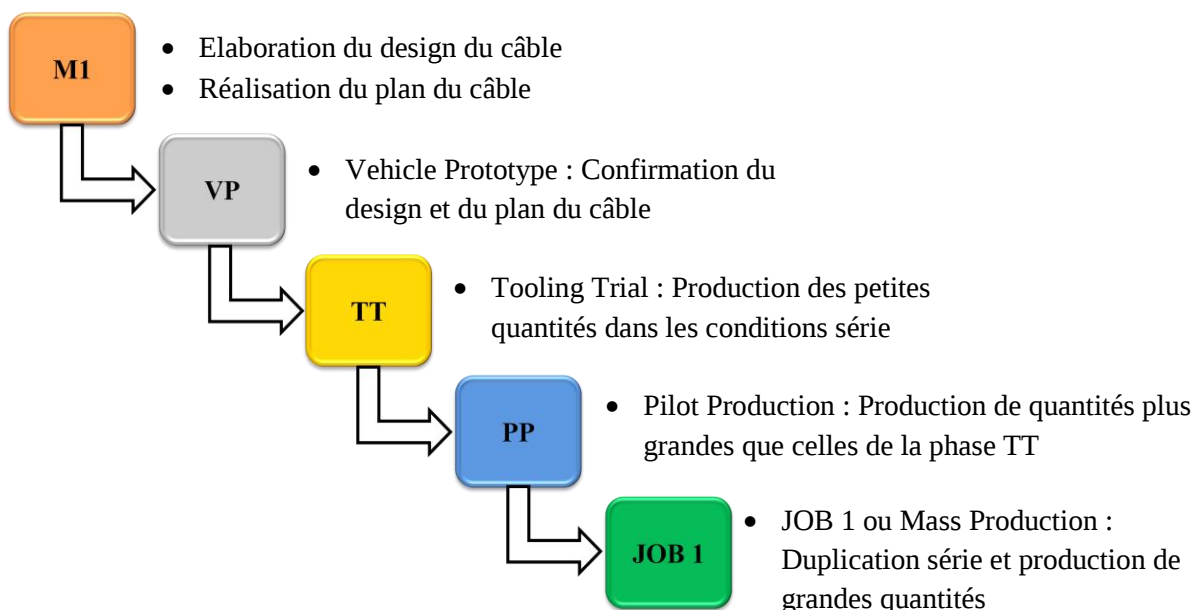


Figure 7: Les phases d'un projet

Pendant notre période de stage nous avons assisté à la phase Tooling trial, dans laquelle nous avons suivi la production de petites quantités de câbles (179 câbles pour la famille FWD et 240 câbles pour la famille Glow Plug) à fin d'arriver à l'amélioration de la performance des chaînes de production et de la qualité des câbles produits.

IV- Présentation du projet Panther

Nom du projet:	Panther
Type de câble:	Engines (Moteur)
Client:	Ford Europe
Familles:	FWD manual/auto, RWD manual, Glow Plug
Modèle:	2015
Durée de vie:	6 years
Adresse du client:	DAGENHAM, UK
Volume de vehicules:	4 308 500 voitures



Figure 8 : Ford Transit

Le projet Panther englobe 4 familles de câbles de type Engine (partie moteur du véhicule) qui sont : FWD Manual, Glow Plug, FWD Auto et RWD Manual. Il s'étend sur une durée de vie de 6 ans à partir de l'année 2015, et vise à produire des faisceaux électriques pour 4 308 500 voitures. Son évolution est prévue selon le planning suivant :

			2014												2015												2016											
Project	Families	Part number	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Ford Transit	FWD v362/3_Manual VMT6	GK2T-128637-AA*					M1-3					VP							TT			PP			Job1		OKTB											
	FWD /RWD v362/3_Glow Plug	GK2T-6M091-A*										VP							TT			PP			Job1		OKTB											
2.0L	FWD v362/3_Auto 9F55	GK2T-128637-AB*					M1-3															VP					TT		PP									Job
	RWD v363_Manual MT82	GK3T-128637-BA*	✓				M1-3							VP								TT		PP		Job1		OKTB										

XO

Prototype.

XM

Prototype.

M1

Prototype.

VP

Prototype. VP vehicles are used to verify total vehicle specifications

TT

Tooling Trial

PP

Pilot Production

Job1

Mass Production 1

OKTB

OK To Buy

Tableau 3: Planning du projet Panther

Les volumes annuels exigés par le client pour chacune des familles ainsi que le volume total pour chaque famille et le volume total de toutes les familles sont donnés par le tableau suivant :

Année	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	TOTAL
Transit FWD Man	800	101 500	115 000	125 000	129 000	133 000	172 000		776 300
Transit FWD Auto	200	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000		60 200
GP	1 000	144 000	216 000	440 900	522 100	590 400	625 100	232 000	2 771 500
Transit RWD Base & AWD		32 500	43 000	91 000	127 000	199 000	208 000		700 500
TOTAL									4 308 500

Tableau 4: Volume contracté du projet Panther

Ce présent rapport portera uniquement sur les deux familles FWD Manual et Glow Plug, car ces deux familles vont entamer la phase TT (Tooling Trial) à partir du mois d'avril 2015, tandis que les deux autres familles FWD Auto et RWD Manual vont démarrer respectivement en Juillet 2015 et Janvier 2016.

V- Présentation des familles FWD Manual et Glow Plug

V-1- La famille FWD Manual

La famille FWD Manual consiste à produire le câblage de la partie moteur ou engine de la voiture Ford Transit. Elle comporte actuellement 1 seule référence. Le volume à produire planifié de cette famille est d'environ 776300 câbles répartis sur toute la durée de vie du projet et elle est assemblée dans une seule chaîne.



Figure 9: Câble de la famille FWD Manual

V-2- La famille Glow Plug

La bougie de préchauffage est un élément des moteurs Diesel. Les bougies de préchauffage sont souvent utilisées pour permettre le démarrage du moteur à froid en augmentant la température de la chambre de combustion. La famille Glow Plug est un câble qui permet d'alimenter électriquement ces bougies de préchauffage.

Elle comporte actuellement 1 seule référence. Le volume à produire planifié de cette famille s'élève à 2771500 câbles répartis sur toute la durée de vie du projet et elle est assemblée dans une seule chaîne comptant deux lignes.

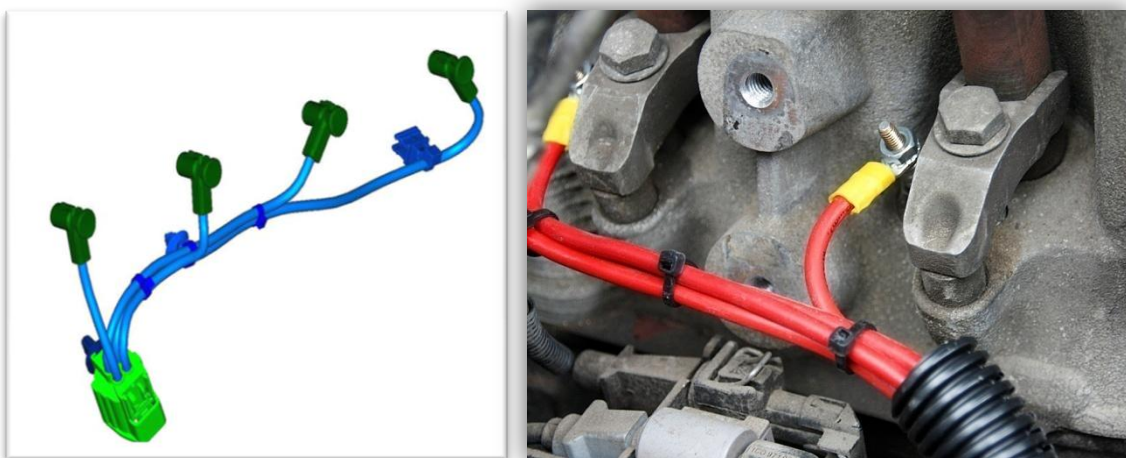


Figure 10: Câble du Glow Plug

VI- Etat existant :

Après la réception du projet et de ces données de la part du client (Drawings, BOMs, pénétrations, volumes et dates clés du client), le département de l'ingénierie prépare une liste des nouveaux fils et composants nécessaires pour produire les faisceaux électriques de chaque famille afin de la mettre auprès du fournisseur. Un premier prototype de chaque faisceau est produit à table, ces faisceaux électriques passent par un test d'ergonomie à l'aide du PEGBOARD qui fournit des pourcentages d'ergonomie concernant deux opérations essentielles qui sont l'enrubannage (taping) et l'encliquetage (plugging) : pour que les conditions d'ergonomie soient vérifiées il faut que les coefficients ergonomiques des deux opérations soient compris entre 80% et 100%.



Corrélation ergonomique :

- Encliquetage : 99%
- Enrubannage : 90%

OK

Figure 11: PEGBOARD appliqué à la famille FWD Manual

Quand les conditions d'ergonomie vérifiées, nous pouvons à ce moment concevoir les lay out des câbles. Ces layouts sont imprimés et collés sur des tableaux : Ce sont les premiers tableaux que nous obtenons et qui s'appellent des Master boards. Ces Master boards vont être améliorés et validés par les agents de fiabilité, et celui du convoyeur va être dupliqué pour obtenir le reste des tableaux.

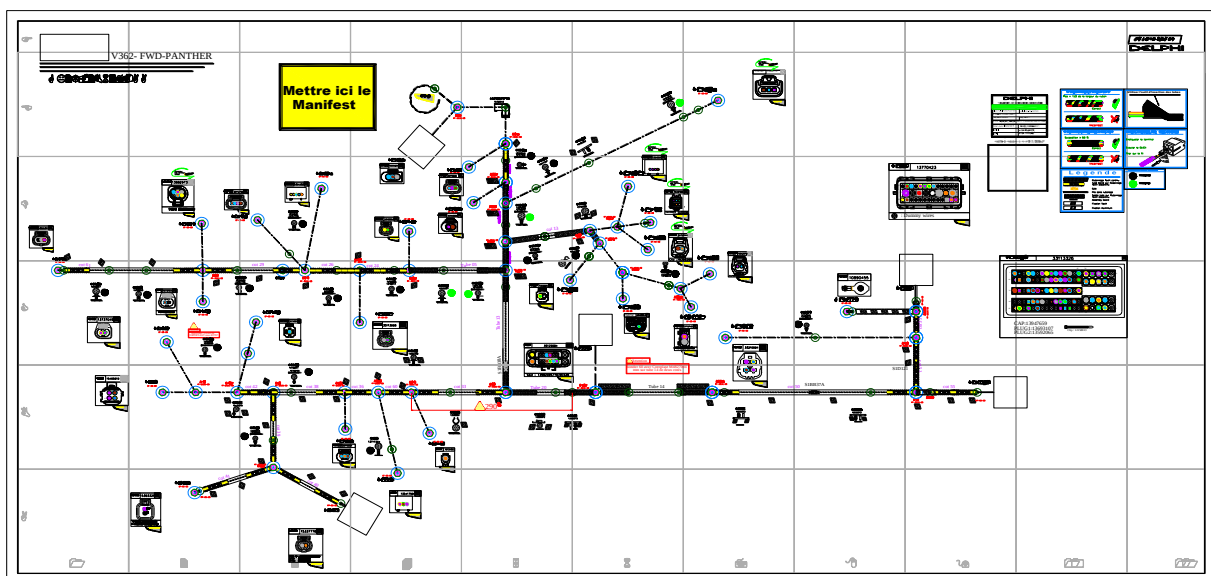


Figure 12: Layout de la famille FWD Manual

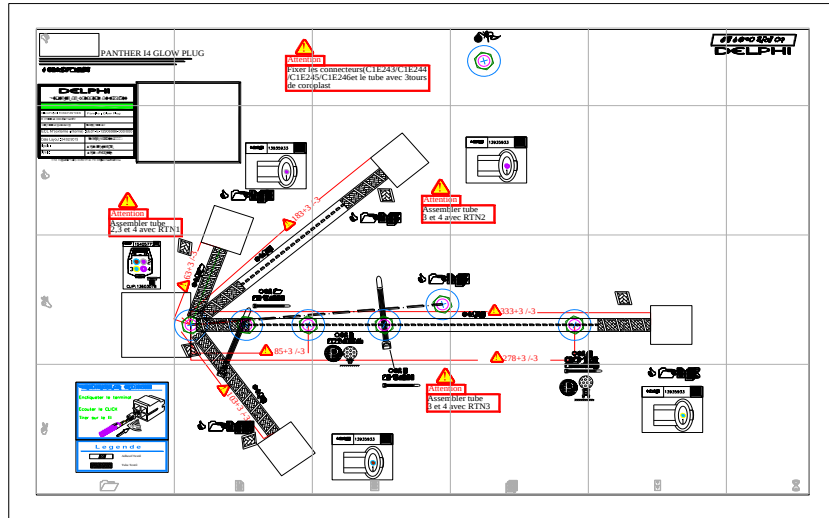


Figure 13: Layout du Glow Plug

Après la définition des layouts, nous passons à la décomposition des câbles en petits faisceaux appelés kits qui subissent aussi un contrôle PEGBOARD. Ensuite, nous pouvons définir les cellules de kitting, puis faire la distribution des fils et des composants dans la chaîne.

Le nombre d'opérateurs, le nombre de shift nécessaires, la capacité de la chaîne de production, le nombre de câble à produire et le flux des chaînes de production sont définis par le département de l'ingénierie en se basant sur les volumes définis par le client.

La chaîne de production de la famille FWD Manual comptera 33 opérateurs, et produira une seule référence avec un temps cycle d'environ 136 secondes pour assurer une capacité de 120.6% et un output de 199 câbles par shift.

La figure suivante représente le flux et la chaîne de production de la famille FWD Manual :

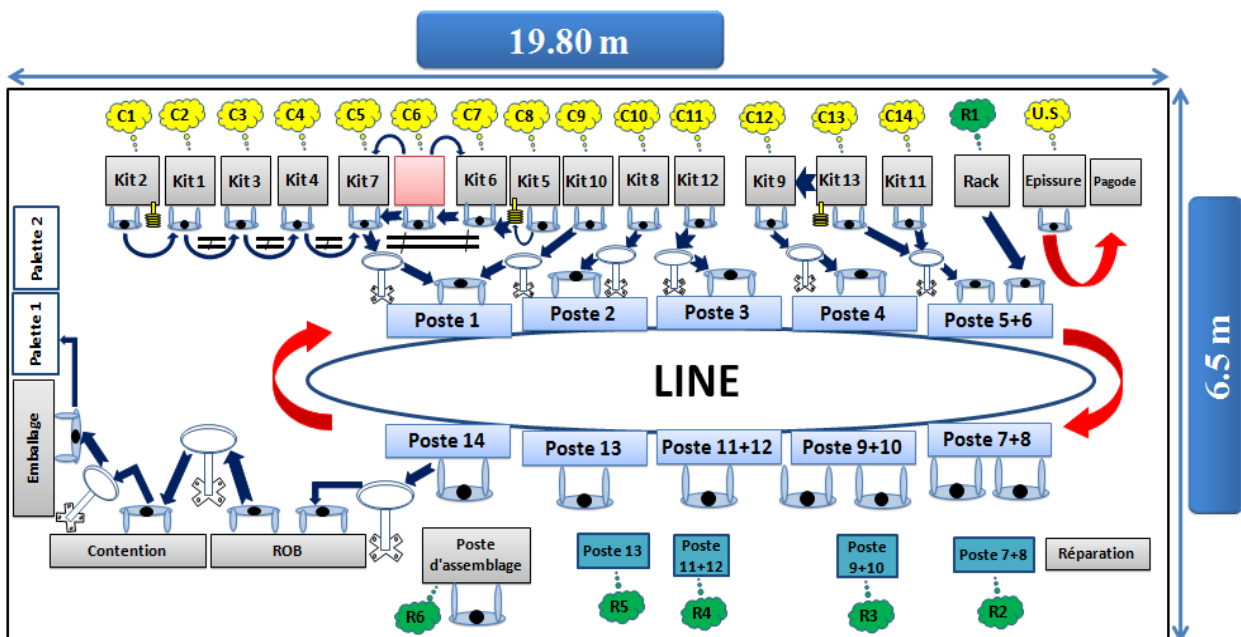


Figure 14: Flux et chaîne de production de la famille FWD Manual

Caractéristiques de la chaîne d'assemblage :

- Output par Shift : 199
- ATT (Temps cycle en s) : 136
- Nombre d'opérateurs : 33
- 14 Cellules de kitting
- 1 kit électrifié
- 1 Ultra sonic
- 10 tableaux d'assemblage
- 1 ROB, 1 Poste d'emballage, 1 Table de contention et 1 Table de réparation.

La chaîne de production de la famille Glow Plug comptera 10 opérateurs répartis sur deux lignes de production (5 opérateurs par ligne), et produira une seule référence aussi avec un temps cycle d'environ 49 secondes par ligne c'est-à-dire 98 secondes pour les deux lignes, afin d'assurer une capacité de 136.6% par ligne et un output de 563 câble par ligne et par shift.

Actuellement l'espace disponible ne permet pas d'implanter les deux lignes de cette chaîne, et les volumes exigés durant les phases TT (Tooling Trial) et PP (Pilot Production) peuvent être assurés par une seule ligne, nous n'allons donc utiliser qu'une seule ligne de la chaîne pour les phases TT et PP.

D'autres projets sont actuellement menés dans le but d'optimiser et de libérer de l'espace à l'intérieur de l'usine, afin de permettre l'installation des nouveaux projets.

La figure suivante représente le flux et la chaîne de production de la famille Glow Plug :

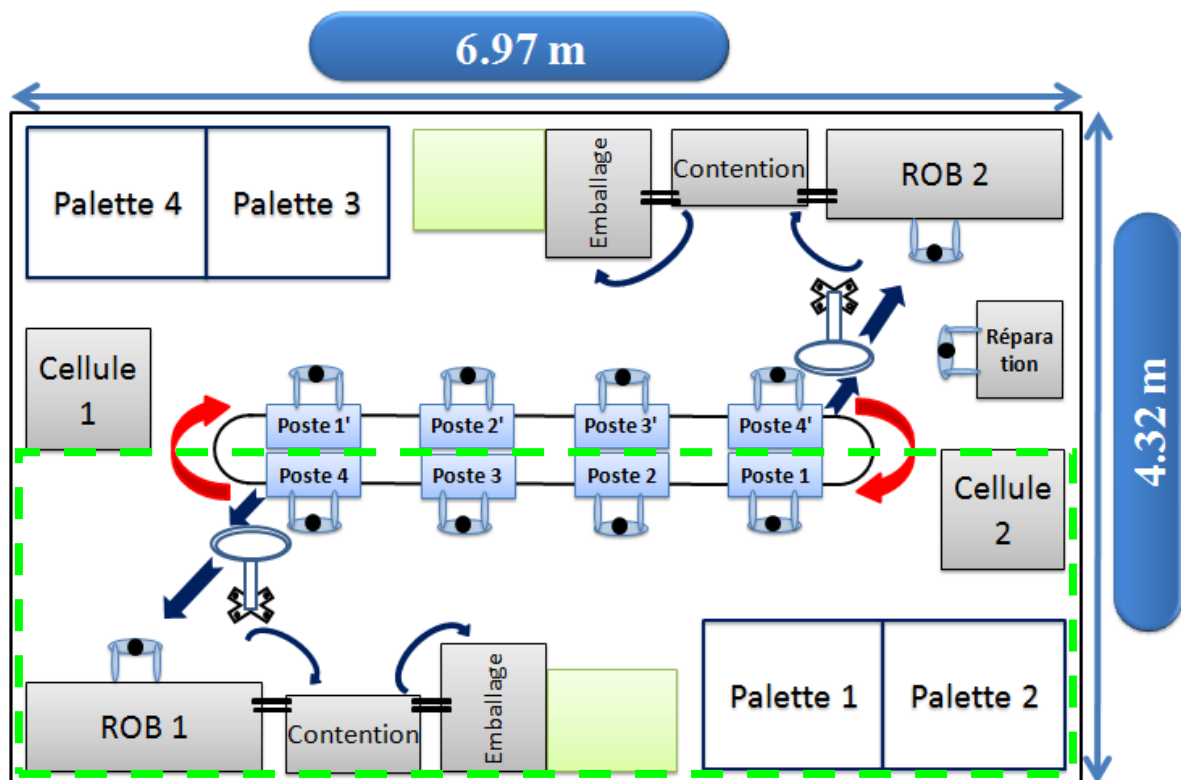


Figure 15: Flux et chaîne de production de la famille Glow Plug

La ligne encadrée en vert est celle qui va être utilisée au cours des phases TT et PP du projet.

Caractéristiques de la chaîne d'assemblage :

- Output par Shift : 563 (par ligne)
- ATT (Temps cycle en s) : 49 (par ligne)
- Nombre d'opérateurs : 5 (par ligne)
- 8 zones de kitting (4 zones par ligne)
- 2 cellules (1 cellule par ligne)
- 2 ROB (1 ROB par ligne)
- 2 Postes d'emballage (1 Poste d'emballage par ligne)
- 2 Tables de contention (1 Table par ligne)
- 1 Table de réparation

Chapitre IV :

Définir et Mesurer

I-Introduction

Les deux familles FWD Manual et Glow Plug du projet Panther sont actuellement sur le point d'entamer une nouvelle phase, qui est la phase TT (Tooling Trial). Pour cette phase, le client a exigé un volume de 179 câbles pour la famille FWD Manual et de 240 câbles pour la famille Glow Plug.

Le démarrage de la phase TT commence d'abord par une première étape dite système release. Durant cette étape, une seule pièce est produite par un seul opérateur qui est l'opérateur du prototype. Le système release permet de tester la séquence du travail pour chaque cellule et chaque poste, et permet de mettre en évidence toutes les difficultés qui affrontent l'opérateur durant tout le processus de production.

Après avoir terminé l'étape du système release, on démarre la production du premier lot exigé par le client. Durant cette étape, le débit quotidien de production augmente de façon progressive, dans le but d'atteindre des débits fixés par le département de production, mais sans dépasser le volume exigé par le client. Les anomalies dévoilées durant la production de ce premier lot sont à traiter par la suite.

II- Situation des chaînes avant le démarrage

Avant le lancement de la phase TT, il faut connaître la situation des chaînes de production. Les tableaux suivants reflètent la situation des chaînes de production des deux familles avant le lancement de la production.

II-1- La famille FWD Manual

Zone	Open points	Actions	Statut	Commentaires
Coupe	Terminaux	Réception et validation	OK	
	Préparation des cellules	Préparation et installation des cellules	OK	
	Données pour la coupe	Envoyer la documentation au département de la coupe	OK	
	Alimentation des fils	Alimenter la chaîne	En cours	Fils N°1 et Twist (46/57/82) encore manquants
	Alimentation des tubes	Alimenter la chaîne	En cours	21 références manquantes (En attente de validation)
	Liste de distribution	Envoyer la liste de distribution au département de la coupe	OK	
Kitting	Préparation des cellules	Préparation et installation des cellules	OK	
	Organiser le flux de la chaîne	Organiser le flux et enlever tout le matériel non nécessaire de la chaîne	En cours	Manque peinture
	Adressage des cellules	Assurer l'adressage des cellules	OK	
		Assurer l'adressage des cellules	OK	
	Moyens de connexion		OK	

	Instructions de travail	Assurer la documentation dans la chaîne	OK	
	SOS	Assurer la documentation dans la chaîne	OK	
	Time list	Partager la time list avec le département de production	OK	
	Identification des fils	Assurer la documentation dans la chaîne	OK	
	Tableaux des kits	Préparation des layouts et installation des contre parties	OK	
		Manque de spécification pour deux contre parties (15383289/10847297)	OK	
		Installation des contre parties manquantes	OK	
		Validation	En cours	
	Aides visuelles	Préparation des aides visuelles de la première pièce validées	En cours	Manque de 2 fils pour la préparation des kits
	USW machine	Installation et test de la machin USW	OK	
	Analyseur et imprimante	Installation	OK	
		Validation	OK	
	Pistolets	Installation	OK	
		Validation	OK	5 Pistolets
	Alimentation des composants	Alimenter la chaîne	OK	
Tableaux d'assemblage final (convoyeur)	OPS	Données	OK	
		Simulation & impression	OK	Manifest et kitting order (ordres de production) dans la chaîne
	Documentation de la qualité	Assurer la documentation dans la chaîne	OK	
	Documentation	Assurer la documentation dans la chaîne	OK	
	Optosoft (programme du contrôle molettes)	Assurer l'optosoft dans la chaîne	OK	
		Connexion pour valider l'optosoft	En cours	
	Imprimante et analyseur	Assurer l'imprimante et l'analyseur dans la chaîne	OK	
	Pistolets	Installation	OK	
		Validation	En cours	
	Tableaux d'assemblage	Assurer la duplication du tableau Master	OK	
		Assurer la détection des erreurs par le test électriques	OK	

		Test des tableaux dupliqués	En cours	
	Rapport de fiabilité		En cours	
Postes de préparation	Table de contention	Assurer la table de contention dans la chaîne avec support de documentation	OK	
		Documentation de la qualité	OK	
	Table d'emballage	Assurer la table d'emballage dans la chaîne avec support de documentation	OK	
		Préparation du tableau d'emballage	OK	
		Validation du tableau	En cours	
		Assurer le scanneur, l'imprimante et l'analyseur	OK	
		Test et validation du programme	En cours	
	ROB (Banc de test de la continuité électrique)	Installation et test	En cours	
		Assurer les spécifications des contre parties manquantes	OK	
		Préparation du dummy harness	En cours	Le câble est produit mais 2 fils sont toujours manquants
		Instructions de travail du dummy harness (câble de test)	OK	

Tableau 5: Situation de la chaîne de la famille FWD Manual

II-2- La famille Glow Plug

Zone	Open points	Actions	Statut	Commentaire
Coupe	Matériel brut	Réception et validation	En cours	Ok pour 146 pièces, d'autres pièces manquantes.
	Préparation des cellules			
	Les fils reçus ne respectent pas les préconisations exigées par le SC (service center)	Spécifier les instructions de sertissage	En cours	Les fils reçus ne respectent pas les préconisations exigées par le SC.
		Valider les fils reçus selon les exigences du SC	En cours	
		Solution provisoire pour la phase TT: Changer la séquence de fixation afin d'ajouter un contrôle quality gate avant la fixation	OK	
		Assurer la contre pièce AB qui permet de détecter les connecteurs ouverts		Pas de date communiquée

	Sertissage (manque de la définition de sertissage pour le terminal)	Les fils sont sertis et reçus	Ok	
	Alimentation des fils	Alimenter la chaîne	Ok	
Assemblage final	WPO	Statuts de la zone prêts	Ok	WPO est prêt
	Tableau Master / Tableaux dupliqués	Réception et installation	Ok	
		Installation du programme	Ok	
		Alimenter la chaîne	Ok	
Postes de préparation	ROB	Réception	Ok	
		Installation et validation	NOK	2 contre pièces sont envoyées au fournisseur pour des réparations nécessaires (pas de date communiquée)
		Programmation	En cours	Toujours en attente des contre pièces réparées
		Validation	En cours	La première validation est effectuée et le rapport de fiabilité a été partagé et pas de réaction de la part du process concernant les points mentionnés dans le rapport excepté les 2 points concernant les contre pièces
	Dummy harness	Production	Ok	
		Test	En cours	

Tableau 6 : Situation de la chaîne de la famille Glow Plug

III- Démarrage de la phase TT

Après avoir figé tout les points ouverts qui ont été montrés par les deux tableaux précédents, nous pouvons lancer la production des premiers lots exigés par le client.

III-1- Famille FWD Manual

a- Suivi de la production

Pour cette famille, un volume de 179 câbles est exigé par le client pour cette phase. La production de ce premier lot s'est déroulée sur une durée de 10 jours, en utilisant un seul shift de 33 opérateurs. Durant ces jours, le volume exigé par le département de production augmente de façon progressive partant d'un câble pour le premier jour et allant jusqu'à 122 câbles pour le dernier jour.

Un suivi horaire de la production (voir annexe) a été réalisé sur 5 jours dont le volume exigé devient important (20 câbles) et le volume produit n'a pas encore atteint l'objectif fixé par le client, afin d'évaluer l'évolution de la production, de l'efficience et mettre le point sur

toutes les anomalies qui apparaissent tout au long de la production. Les résultats de ce suivi sont montrés par le tableau suivant :

Jour	Productivité	Exigence	Output réel	ROB	CC	Emb	Commentaires
6/4/15	1%	1	1	1	1	0	La production a démarré à 8h30 et a été arrêtée à 12h00 à cause des réparations
7/4/15	2%	4	6	2	0	0	Les deux câbles nécessitent une réparation, les 4 autres câbles ne sont pas encore passés par le test électrique
8/4/15	20%	40	25	12	13	13	Voir la table de la production horaire (annexe 3)
9/4/15	28%	56	35	44	44	39	Voir la table de la production horaire (annexe 3)
10/4/15	32%	64	39	43	46	49	Voir la table de la production horaire (annexe 3)
13/4/15	41%	81	22	17	11	11	Voir la table de la production horaire (annexe 3)
14/4/15	46%	91	40	44	41	38	Voir la table de la production horaire (annexe 3)
15/4/15	51%	102	8	7	12	12	
16/4/15	56%	112	3	5	7	10	
17/4/15	61%	122	0	4	4	4	
Total			179	179	179	179	
Exigence			179	179	179	179	

Tableau 7: Evolution quotidienne de la production de la famille FWD Manual

Avec :

- Productivité : elle est calculée à partir de la relation suivante

$$\text{Productivité} = \frac{\text{Exigence}}{\text{Output fixé par le département d'ingénierie}}$$

L'output fixé par le département d'ingénierie pour cette chaîne étant égal à 199 câbles par shift.

- Exigence : Exigence quotidienne, elle est définie par le département de production.
- Output réel : le nombre de câble réel produit par shift.
- ROB : Le nombre de câble qui sont passés par le banc du test électrique (ROB).
- CC : Le nombre de câbles qui sont passés par le contrôle de contention qualité qui consiste à vérifier la conformité du câble par rapport aux spécifications définis par le client.
- Emb : Le nombre de câbles emballés.

Le graphe suivant représente l'évolution de la production réelle par rapport à l'évolution de l'exigence durant la phase TT :

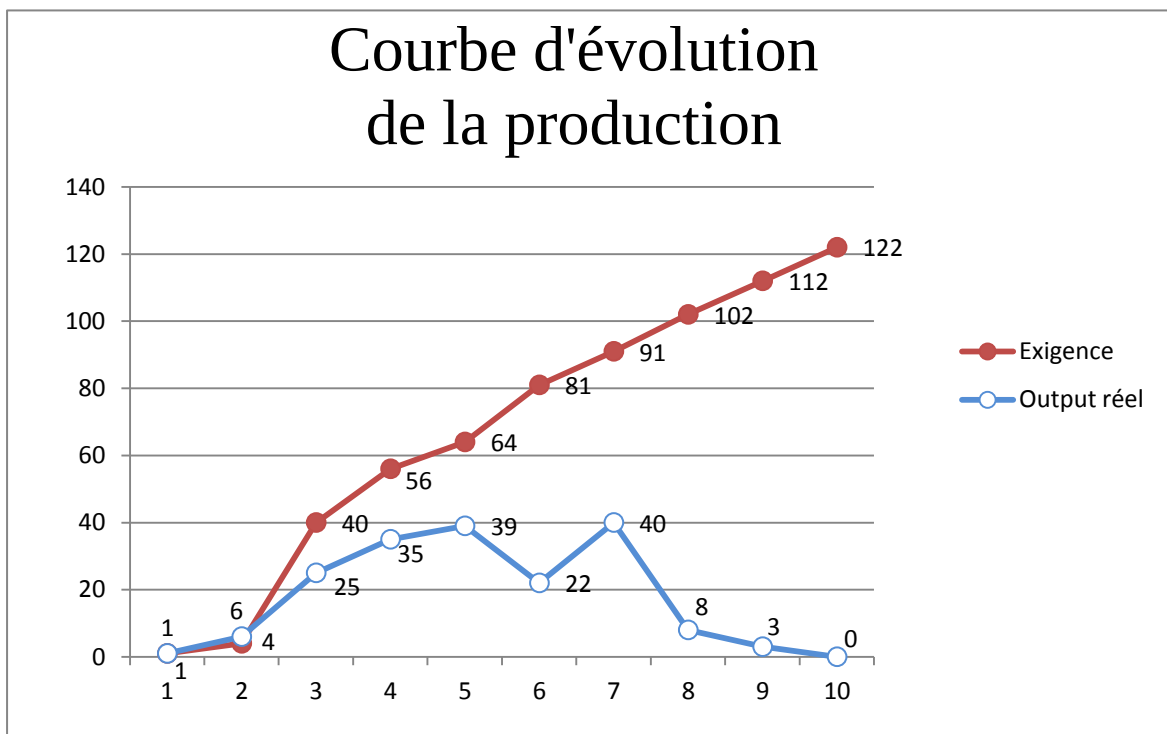


Figure 16 : Evolution de la production de la Famille FWD durant la phase TT

Durant les deux premiers jours, le volume exigé par le département de production étant faible (1 câble pour le premier jour et 4 câbles pour le deuxième jour) est atteint et même dépassé au deuxième jour. A partir du troisième jour, le volume exigé par le département de production augmente et devient de plus en plus important, le débit de production réel augmente lui aussi mais reste toujours inférieur à l'exigence.

Pour mesurer la performance de la chaîne de production nous allons voir l'évolution de l'efficacité.

b- Performance de la chaîne de production

- Concept de l'efficacité :

L'efficacité est défini par la norme NF EN ISO 9000:2005 comme étant : « Le Rapport entre le résultat obtenu et les ressources utilisées ». Dans sa plus simple expression, l'efficacité indique à quel point une organisation utilise bien ses ressources pour produire des biens et des services.

L'efficacité est une mesure des moyens mis en œuvre. Elle mesure un résultat au regard des ressources consommées. Donc Être efficace, c'est faire une bonne utilisation des ressources humaines, informationnelles, matérielles et financières. En d'autres mots, c'est faire les choses de la bonne façon.

- Mesure de l'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 :

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{Output par shift} * \text{WSD}}{\text{Nbr d'opérateurs par shift} * \text{Temps disponible}}$$

Avec :

- Output par shift : Le nombre de pièces produites par shift.
- WSD : Le temps nécessaire pour produire un seul câble par un seul opérateur. Pour la famille FWD Manual il est estimé à 74.9 min.
- Nbr d'opérateurs par shift : 33 opérateurs pour la famille FWD Manual.
- Temps disponible : Temps d'ouverture de la chaîne. Le temps de travail est 480 minutes (8 heures) par shift moins 20 minutes de pause qui donne 460 minutes comme temps d'ouverture.

Pour évaluer la performance de la chaîne, nous allons voir l'évolution de l'efficacité durant cinq jours à partir du 8 avril 2015 et jusqu'au 13 avril 2015. Le tableau suivant donne les valeurs de l'efficacité quotidienne au cours de ces 5 jours ainsi que l'efficacité globale des 5 jours.

Jour	Exigence	Efficienc exigée	Output réel	Efficienc réelle
mercredi 8 avril 2015	40	20%	25	13%
jeudi 9 avril 2015	56	28%	35	18%
vendredi 10 avril 2015	64	32%	39	20%
lundi 13 avril 2015	81	41%	22	11%
mardi 14 avril 2015	91	46%	40	20%
Efficienc globale	332	33%	161	16%

Tableau 8: Efficienc exigée et efficienc réelle de la famille FWD Manual

La courbe suivante représente l'évolution de l'efficienc au cours des 5 jours :

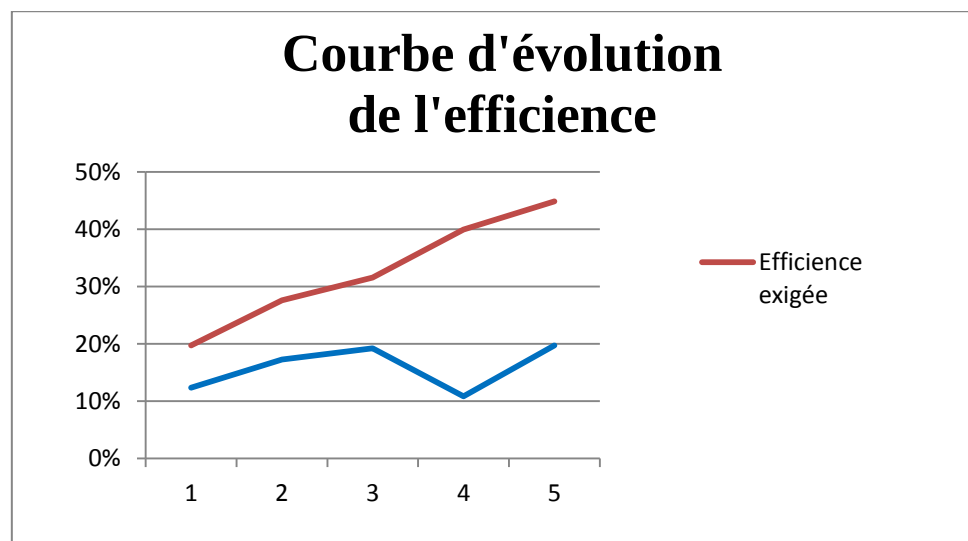


Figure 17: Evolution du taux d'efficienc pour la famille FWD Manual au cours de la phase TT

D'après ce graphe on peut remarquer que le taux d'efficienc de la chaîne d'assemblage de la famille FWD Manual reste inférieur par rapport à l'objectif, c'est pour cela que les responsables se sont retrouvés obligés à mener une politique d'amélioration de la performance pour la famille étudiée (FWD Manual). Durant cette phase, une mauvaise organisation est aperçue, un fonctionnement mal maîtrisé se manifeste par des arrêts fréquents de la production, un taux réduit d'efficienc, et des défauts qualités assez importants, ce qui risque d'engendrer des réclamations clients au cours des phases à venir.

c- Anomalies détectées au cours du démarrage

L'évaluation de la performance de la zone d'assemblage repose essentiellement sur une collecte préalable des données qui permettent de définir et analyser l'état existant, pour cela on a commencé par une étude des facteurs qui engendrent l'arrêt de la chaîne, à travers l'utilisation de l'outil Pareto afin de les classer par ordre décroissant d'importance pour pouvoir les mesurer par la suite.

Jour	08/04/2015	09/04/2015	10/04/2015	13/04/2015	14/04/2015
2Anomalies	Panne CM	Panne CM	Panne CM	Inversion PCM (x2)	Panne CE
	Bride RTN 39 mal coupées (x2)	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM) (x2)	Inversion au connecteur C11-A	Panne Emballage
	Côte non respectée	Problème sortie du connecteur C1DC35 / fil 8 court	Panne CM	Bride RTN39 mal coupée	Nœud mal réalisé (N36 et N38)
	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)	Sécurité fermée pour le connecteur C1E749	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)	Voie du connecteur C1E104-A (PCM) déformée	Bride mal serrée
	Brides mal serrées (x6)	Côte non respectée	Bride mal serrée (x3)	Côte non respectée	Côte entre N40 et N36 non respectée
	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)	Bride mal RTN39 coupée (x3)	Côte non respectée	Nœud mal réalisé (N40 et N36)	Bride RTN 39 mal coupée
	Sécurité des connecteurs C1M24, #2016 et C1465 non conforme	Bride mal serrée (x3)	Panne CE	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)	Manque du tube M3416004/80
	Brides mal serrée (x9)	Inversion au connecteur C11-A	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM) (x2)	Côte non respectée	Manque du tube M5658107/55
	Brides mal coupées (x3)	Bride mal serrée (x3)	Panne CE (40 min)	Nœud NOK (N40+N36)	Bride RTN 39 mal coupée
	Inversion C11-C	Connecteur C1M24 non conforme	Bride mal serrée (x3)	Bride RTN39 mal coupée	Manque tube M5658107/55
	Côte non respectée (x2)	Bride (39+46) mal serrées (x2)	Panne CE	Panne CE	Manque du tube M5658106/135
	Bride mal serrée (x3)	Sortie du connecteur C1DC35 NOK (fil 8 court)	Inversion au connecteur C11-A (x2)	Inversion au connecteur C11-A (x2)	Voie déformée au connecteur C1E104-A (PCM)
	Bride mal serrées (x6)	Panne CM	Panne CE	RTN 42 mal serrée	Inversion au connecteur C11-A
	Panne CM	Bride RTN39 mal coupées (x4)	Bride mal serrée (x2)	Inversion C11-A	Réparation fil court 89
	Panne CE	Panne CE	Panne CE	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)	Tube M5658106/135 non conforme
	Brides mal coupées (x2)	Panne CM		Panne CE	Bride mal serrée

	Panne CM	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)		Inversion Con C11-A	Voie déformée du connecteur C1E104-A (PCM) (x2)
	Côte NOK	Panne CM		Bride (RTN 42 + RTN 11) mal serrées	côte entre) N40 et N36 NOK
	Inversion C11-C	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)		Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)	Manque du tube M5658102/85
	Panne CE			Nœud mal réalisé (N40+N36+N38)	Manque M5658102/85
	Côte NOK			Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)	Arrêt chaîne (Moyen de connexion du CE plein)
	Bride mal serrée			Bride (RTN 39 + RTN 38) mal coupées	Fil court
	Bondage 50% de la côte 24 mal réalisé			Bride (RTN 42 + RTN 11) mal serrées	Inversion C1E104 (PCM)
	Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)			Panne CE	Désencliquetage du connecteur C11-A
	Panne CM			Côte NOK	Panne CE
	Côte non respectée			Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)	Panne CE
	Bride mal coupée			Panne CE	Panne CE
					Connecteur C1E131 non conforme
					Manque du tube M5658116/355

Tableau 9: Anomalies au démarrage de la famille FWD Manual

- Diagramme Pareto :

Se lancer dans une analyse sans délimiter les champs pilotes sur lesquels nous devrions focaliser l'étude pourrait avoir un impact négatif sur la rigueur et la fiabilité de l'étude.

Cet outil est basé sur la loi des 20/80. Il met en évidence les 20% de causes sur lesquelles il faut agir pour résoudre 80 % du problème. Il sera utile pour déterminer sur quels leviers on doit agir en priorité pour améliorer de façon significative la situation.

Anomalie	Redondance						%	% Cumulé
	8/4/15	9/4/15	10/4/15	13/4/15	14/4/15	Total		
Brides mal serrée	25	10	6	5	2	48	24,00%	24,00%
Tubes d'aluminium endommagés	8	10	12	6	10	46	23,00%	47,00%
Inversions	5	4	7	12	2	30	15,00%	62,00%
Brides mal coupées	8	7	2	4	2	23	11,50%	73,50%
Panne CE	2	1	5	4	4	16	8,00%	81,50%
Réparation de côte	6	1	1	1	1	10	5,00%	86,50%
Panne CM	4	4	2	0	0	10	5,00%	91,50%
Sécurité des connecteurs	4	2	1	0	0	7	3,50%	95,00%
Manque de matière	0	0	0	0	7	7	3,50%	98,50%
Bondage 50% de la côte 24 NOK	2	1	0	0	0	3	1,50%	100,00%
TOTAL	64	40	36	32	28	200	100,00%	

Tableau 10: Fréquence d'apparition des anomalies

Le diagramme de Pareto permet de hiérarchiser les problèmes en fonction du nombre d'occurrences et ainsi de définir des priorités dans le traitement des problèmes.

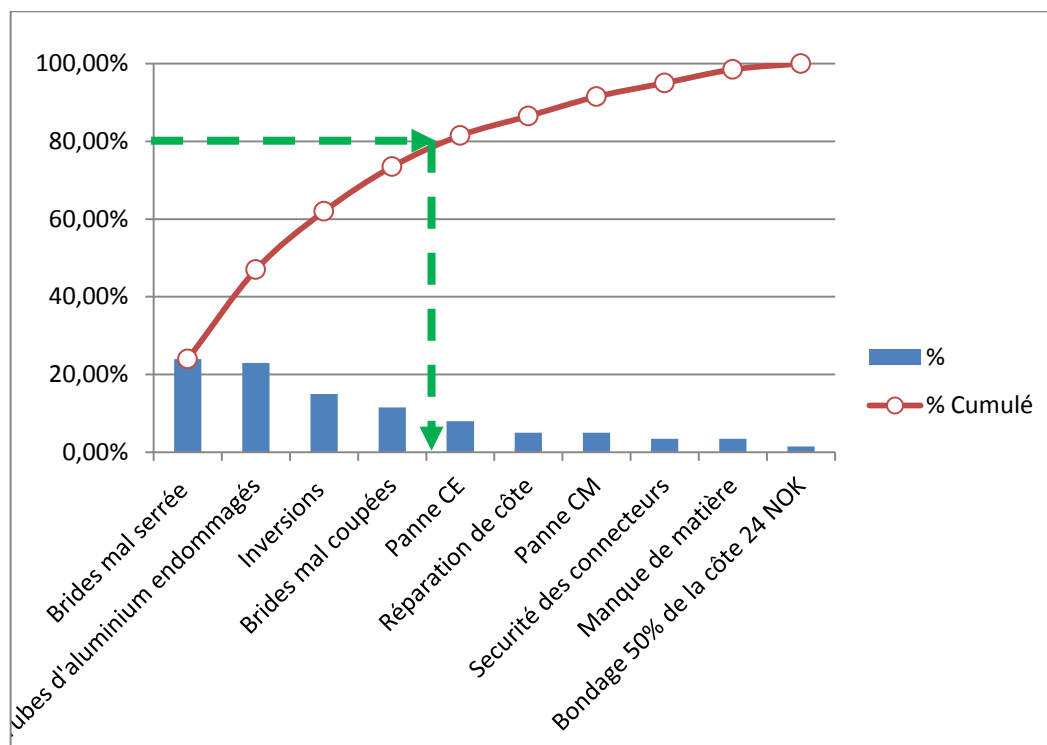


Figure 18: Diagramme Pareto appliqué aux anomalies de la famille FWD Manual

En se basant sur le diagramme PARETO, nous avons constaté que 5 types de défauts parmi ceux qui sont apparus lors de la production représentent plus de 80% de l'ensemble des défauts. Pour cela notre étude sera focalisée sur ces défauts les plus critiques de la famille FWD Manual.

III-2- Famille Glow Plug

Pour cette famille, un volume de 240 câbles est exigé par le client pour cette phase. La production de ce premier lot s'est effectuée en 1 seul jour puisque il s'agit d'un petit câble dont le temps cycle vaut 48 secondes.

Trois problèmes sont apparus lors du lancement de la production du premier lot de cette famille. Parmi ces problèmes, deux se situent au niveau des connecteurs marqués en jaune (C1E243, C1E244, C1E245, C1E246) dans la figure suivante :

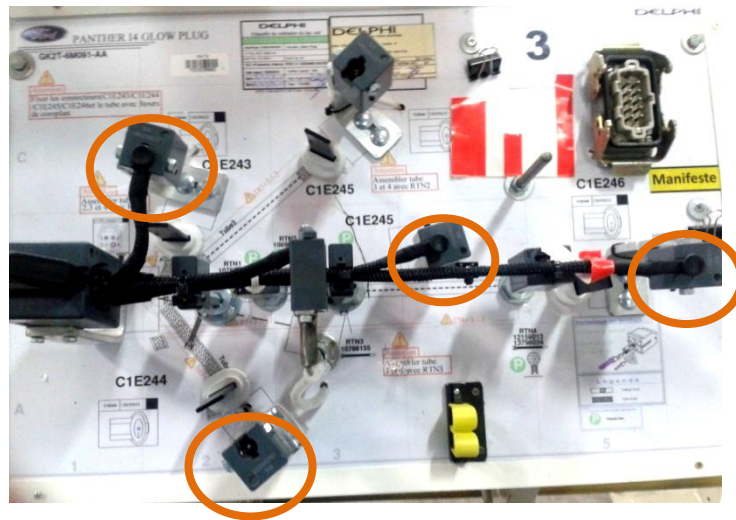


Figure 19: Anomalies de la famille Glow Plug

Le troisième problème est lié à un plateau utilisé dans la chaîne de production pour alimenter les différents postes de travail de la chaîne.

a- Fermeture des connecteurs

Les fils spécifiés pour la famille Glow Plug comportent dans l'un des deux côtés un terminal cylindrique. L'opération d'encliquetage de ce type de terminaux ne se fait pas de la même façon que pour les autres terminaux (l'encliquetage se fait normalement selon le principe pousser-click-tirer, ce qui n'est pas le cas ici).

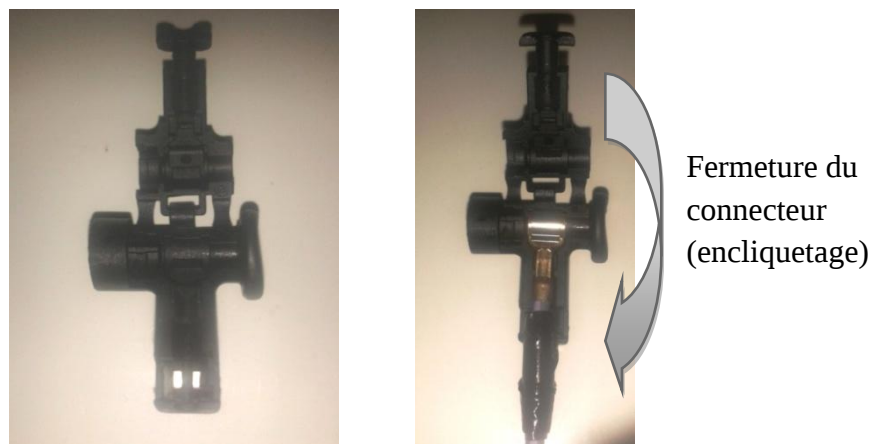


Figure 20: Encliquetage du terminal cylindrique du Glow Plug

Lors de l'opération d'encliquetage (fermeture du connecteur), ces connecteurs présentent un risque d'être mal fermés, et ceci peut conduire au désencliquetage des fils.

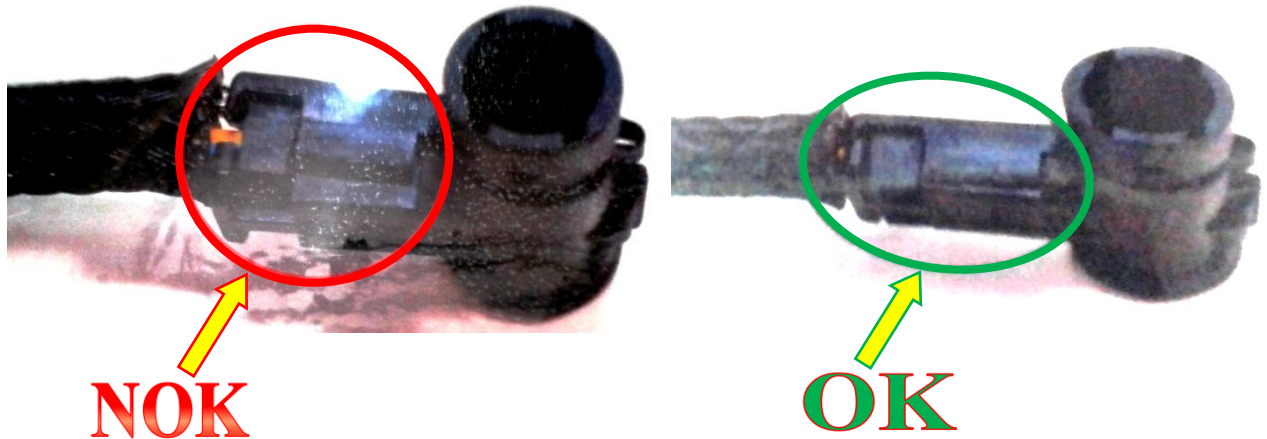


Figure 21: Problème lors de la fermeture du connecteur

b- Désalignement entre le connecteur et le terminal

Après avoir effectué l'opération d'encliquetage, la rotation du fil serti à l'intérieur du connecteur reste toujours possible, ce qui provoque un désalignement entre le terminal et le connecteur (le terminal et le connecteur ne gardent pas leur coaxialité après l'encliquetage).

La figure ci-dessous illustre le désalignement entre le connecteur et le terminal :

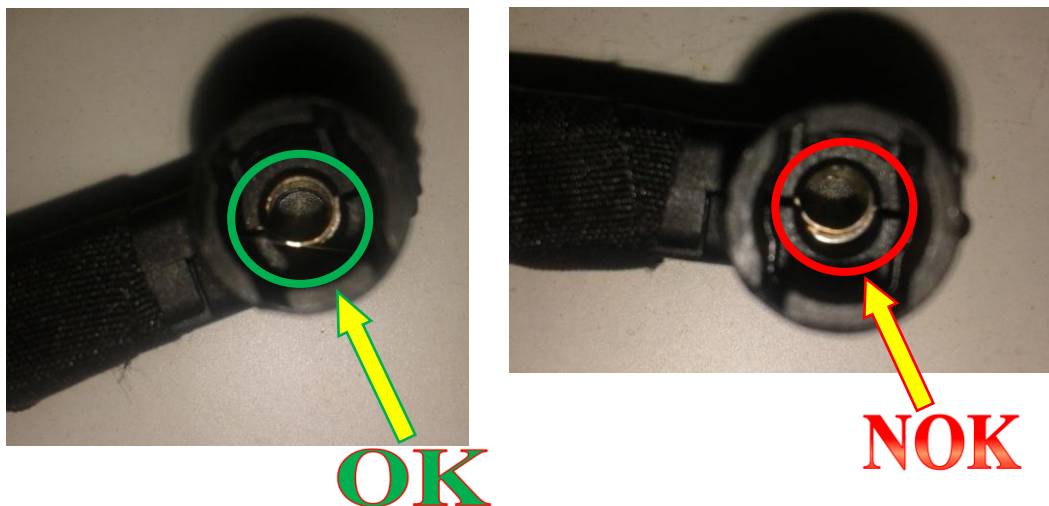


Figure 22: Désalignement entre le connecteur et le terminal

c- Plateau d'alimentation

Les tableaux du convoyeur de la chaîne de production du glow plug et les deux cellules (cellules 1 et 1') sont munis de supports sur lesquels seront mis des plateaux qui vont servir pour alimenter les autres postes.

En effet, l'opérateur du poste 1 (respectivement du poste 1') commence par effectuer une fixation sur chacun des 4 tubes présents dans la cellule, ensuite il enfle les 4 fils du câble chacun dans un tube approprié, et les met dans un plateau qui se trouve sur le support de la

cellule. Il prend ensuite les connecteurs et les RTN nécessaires et les mets aussi dans le plateau. Pour terminer, l'opérateur prend le plateau remplis du support de la cellule et l'échange avec celui qui est vide et qui se trouve sur le support du tableau du poste 1 et glisse le tableau du poste 1 au poste 2.



Figure 26: Plateau au support de la cellule



Figure 23: Plateau au support du tableau

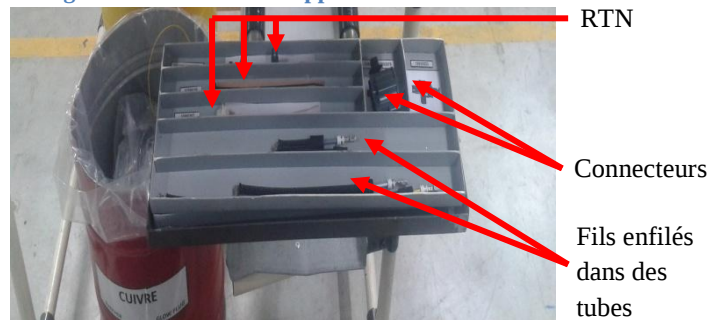


Figure 27: Eléments du plateau

Or, le plateau proposé dans les illustrations précédentes présente des difficultés et des risques :

- 1) D'une part, les fils enfilés dans les tubes présentent une difficulté pour les insérer dans leur place pour un opérateur et pour les saisir de leur place pour l'autre vu la largeur de leur emplacement, et il en est de même pour les RTN.
- 2) D'autre part, quand un tableau portant dans son support un plateau remplis est glissé pour un autre poste, les composants présents dans le plateau risquent de tomber par terre sous l'effet de la force de glissement et s'endommager ainsi, et ceci à cause de la faible profondeur du plateau.

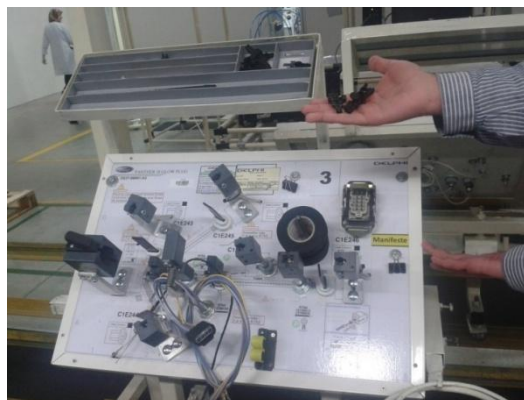


Figure 24: Connecteurs qui tombent sous l'effet du glissement du tableau

- 3) Le design actuel du plateau n'offre pas une façon ergonomique pour soulever le plateau afin d'échanger le plateau rempli de la cellule avec celui vide du poste.
- 4) Le plateau actuel est fabriqué à partir de la tôle, ce qui rend son poids plus lourd et suffisamment capable de produire un accident de travail pour un opérateur au cas où il tombe de ses mains.

IV- Evaluation de l'ergonomie des chaînes de production

Dans le but d'analyser l'ergonomie des postes de la chaîne de production et afin d'étudier la capacité de production de cette dernière, nous avons été amenés à chronométrer tout les postes d'assemblage ainsi que les cellules de kitting, afin de bien déterminer la source de gaspillage, autrement dit déterminer les postes goulots qui engendrent le retard du rythme de production ce qui peut provoquer l'arrêt de la chaîne par les auditeurs du département qualité.

Lors du chronométrage, il faut respecter le déroulement du flux dans la chaîne, en d'autres termes il faut commencer à prendre les mesures à partir des cellules qui produisent les kits passant par les tableaux d'assemblage jusqu'à l'emballage.

Les résultats du chronométrage sont ensuite traités par une feuille excel qui s'intitule TMS (Time Measurement Sheet).

IV-1- Time Measurement Sheet (TMS)

Le TMS (Time Measurement Sheet) est un document Excel programmé qui permet de calculer le temps cycle de chaque poste de travail à partir des temps qui ont été mesurés lors du chronométrage.

Les temps mesurés par chronométrage sont :

- Le temps élémentaire : c'est le temps net qu'il faut pour effectuer les opérations du poste du travail. On peut distinguer suivant deux types de temps (suivant le type d'opération) : un temps avec valeur ajoutée et un temps sans valeur ajoutée.
- Le temps de déplacement : il se peut que les opérations d'un poste de travail impliquent que l'opérateur effectue un déplacement. Le temps consommé par le déplacement de l'opérateur s'appelle temps de déplacement (walking time).

Chronométrer un poste de travail consiste à relever les mesures du temps de chaque opération réalisé par l'opérateur au sein de ce poste (les temps sont mesurés en secondes). Le chronométrage des opérations d'un poste de travail (temps élémentaire, temps de déplacement) est réalisé à plusieurs reprises : 10 fois pour les postes fixes et 5 fois pour les postes mobiles (convoyeur).

Pour mieux éclaircir l'image, nous présentons un exemple de chronométrage des éléments effectués par l'opérateur au niveau du poste 1 de la famille FWD Manual :

Op	Element or Walking	1 (s)	2 (s)	3 (s)	4 (s)	5 (s)	6 (s)	7 (s)	8 (s)	9 (s)	10 (s)
Poste 1											
1	Prendre le manifest et le mettre au tableau	6	7	7	6	6					
2	Prendre kit 07 et séparer les connecteurs du kit au tableau d'assemblage	35	35	34	35	35					
3	Mettre les tubes 3, 19 et 4 au passe fils	10	10	10	10	10					
4	Mettre les tubes 13, 20 et 14 au passe fils	19	20	19	19	19					
5	Prendre et séparer kit 10	20	20	21	20	20					
6	Mettre tube 05 dans le passe fils	5	5	6	5	6					
7	Enfiler le fil d'épissure S1D121 dans le tube 05	8	8	8	8	9					
8	Séparer et encliqueter le fil au connecteur C1E380	9	9	8	8	9					
9	Enfiler les 11 fils dans tube 13	15	15	14	15	14					
10	Séparer le fil d'épissure C1BB38A et mettre à côte de conn C1H305	9	9	9	9	9					
11	Enfiler les 11 fils dans tube 20 et 14	12	10	12	10	11					
12	Passer pour prendre nouveau kit	2	2	2	2	2					
	Prendre les cartes Kanban et les mettre dans la boîte	15	16	16	15	15	16	16	16	16	16

Tableau 11 : Première partie du TMS

L'étape suivante revient à calculer pour chaque opération la moyenne des mesures relevées afin d'obtenir un temps moyen de chaque opération, ce temps est ensuite multiplié par un coefficient appelé *Operator rating* qui est attribué par le département d'ingénierie à l'opérateur selon son expérience, sa rapidité...etc, afin d'obtenir le temps élémentaire de chaque opération.

La dernière opération (prendre les cartes Kanban...) ne s'exécute que chaque 2 heures, nous considérons donc pour un cycle, un temps qui vaut 5% de son temps élémentaire

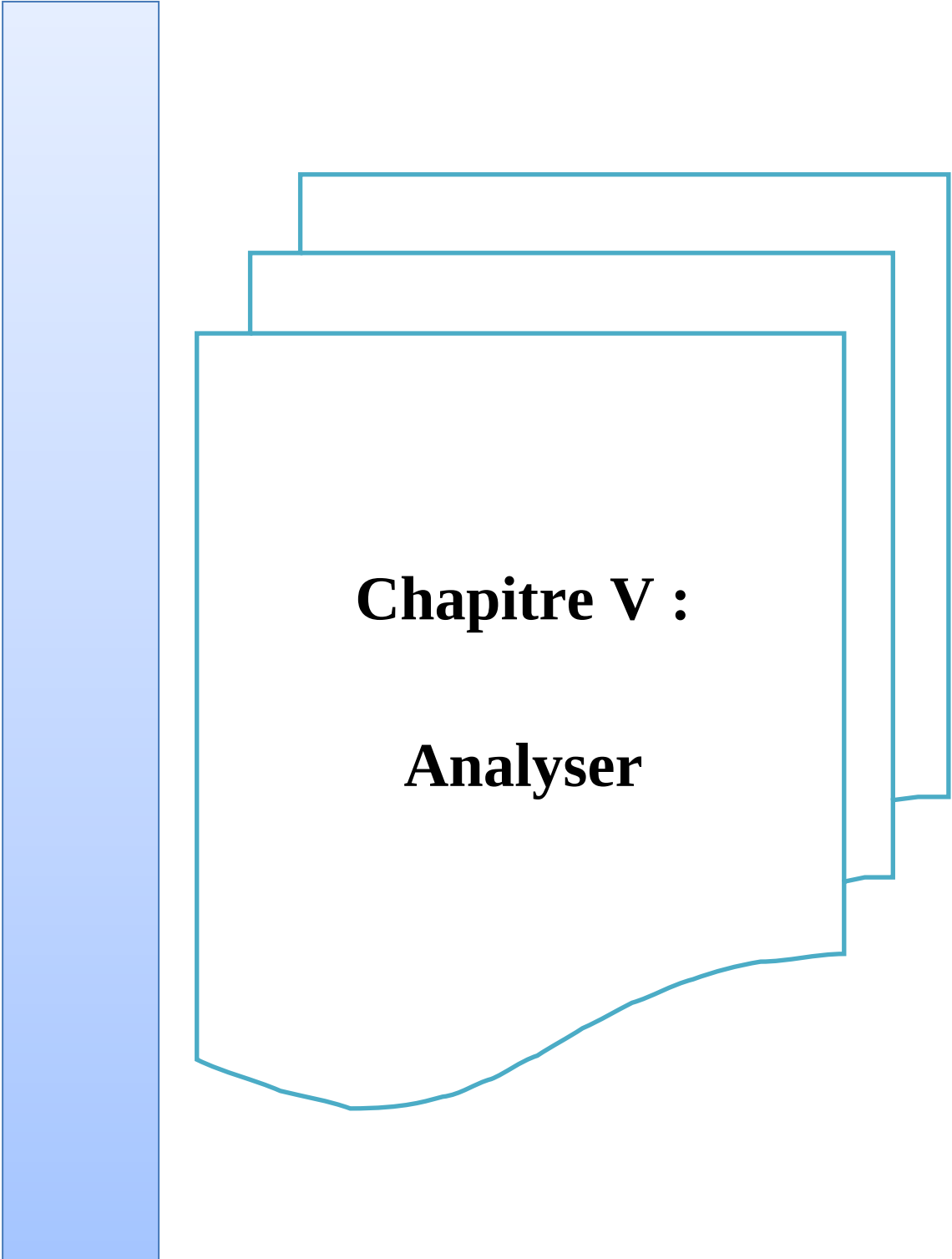
Opération	Moyenne (s)	Operator Rating	Temps élémentaire (s)	Walking (s)
1	6	90%	4	2
2	34	90%	31	
3	10	90%	9	
4	19	90%	17	
5	2	90%	18	
6	5	90%	5	
7	8	90%	7	
8	9	90%	8	
9	15	90%	13	
10	9	90%	8	
11	11	90%	10	
12	2,0	90%		2
			131	4
Infrequent Time				
	16,0	90%	14,0	1,0
			5%	1
				1

Tableau 12: Deuxième partie du TMS

Le temps élémentaire total du poste est égal à la somme des temps élémentaires de toutes les opérations (ICI $131 + 4 = 135$ secondes).

Le temps cycle du poste est égal à la somme des temps élémentaires et temps du déplacement de toutes les opérations (ICI $131 + 4 + 1 + 1 = 137$ secondes).

Le tableau précédent sera généralisé pour l'ensemble des cellules et des postes des chaînes de production des deux familles.



Chapitre V :

Analyser

I- Introduction

Le chapitre précédent nous a donné d'une part les informations nécessaires pour limiter notre zone de travail sur les défauts les plus critiques de chaque famille, et d'autre part les mesures des temps cycle des postes de chacune des deux familles. L'étape suivante consiste d'abord à chercher les causes racines de ces défauts, pour ce faire on fait recours au diagramme d'Ishikawa afin d'identifier les causes possibles d'un effet constaté et donc de déterminer les moyens pour y remédier. Ensuite nous allons analyser les temps cycle pour déterminer les postes surchargés et les postes soulagés de chacune des deux familles.

II- Analyse des défauts

II-1- La famille FWD Manual

Les défauts sur lesquels nous allons focaliser l'étude sont ceux qui représentent plus de 80% de l'ensemble des défauts recueillis pendant la phase TT. D'après le diagramme Pareto réalisé dans le chapitre précédent (figure x), Ces défauts sont les suivants :

- Brides mal serrées.
- Tubes d'aluminium endommagés.
- Inversions.
- Brides mal coupées.
- Panne ROB (contrôle électrique).

a- Brides mal serrées

Les brides sont des composants importants dans la structure du câble car c'est elles qui assurent l'emplacement de ce dernier sur le véhicule. Toute désorientation ou mauvais emplacement de la bride conduit à une non-conformité du câble qui sera renvoyé à DELPHI.

Pour les brides RTN 47/46/13/2/15/4, elles ne peuvent pas être bien serrées. Pour connaître exactement la cause racine de ce défaut, Nous avons essayé d'y mettre toutes les causes probables liées au 5M : milieu, machines, méthode, matière et main d'œuvre et éliminer par la suite celles que nous jugeons incompatible ou ayant une faible probabilité. Pour ce faire nous faisons appel au diagramme Ishikawa suivant :

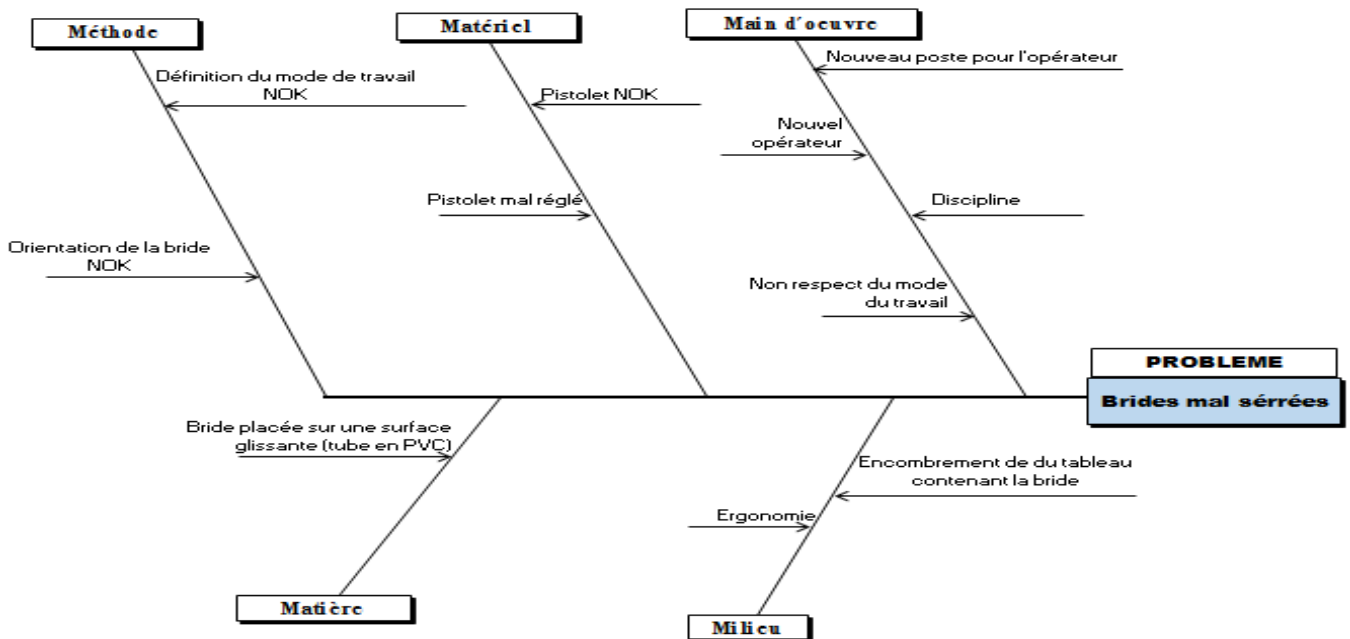


Figure 25: Diagramme d'Ishikawa pour les brides mal serrées

- Cause racine :

En se servant du diagramme d'Ishikawa, nous sommes passés à l'analyse des différentes causes probables pouvant être derrière l'apparition de ce défaut. Nous avons inspecté les postes d'assemblage responsable du montage de ces brides et les endroits où elles sont montées sur le câble et nous avons remarqué que la cause racine est que les brides en question sont montées sur une surface lisse (tube en PVC) qui provoque leur rotation.



Figure 26: Bride mal serrée

b- Tubes d'aluminium endommagés

Certains fils doivent être enfilés dans des tubes d'aluminium afin d'être protégés contre les hautes températures qui caractérisent leur emplacement dans le véhicule. Ces tubes se dégradent au fur et à mesure de leur manipulation et se retrouvent endommagés à la fin de l'assemblage comme l'illustre la figure ci-contre.

Les sources probables de ce défaut sont mises en évidence par le diagramme d'Ishikawa ci-dessous :



Figure 27: Tubes d'aluminium endommagés

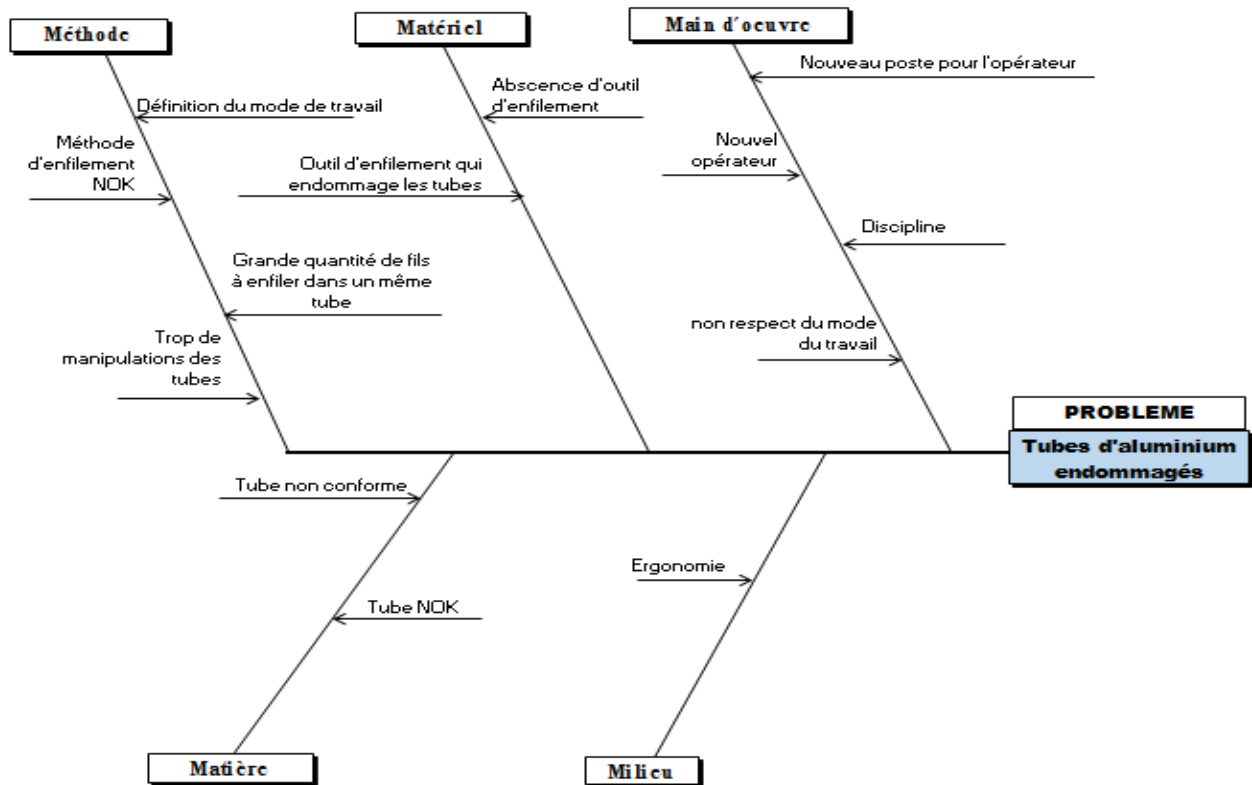


Figure 28: Diagramme d'Ishikawa pour les tubes d'aluminium endommagés

- *Cause racine :*

Parmi les causes citées ci-dessus, celle qui peut être considérée comme étant cause racine de ce défaut est le grand nombre de manipulations subies par les tubes d'aluminium provoquant ainsi leur endommagement.

c- Inversions

L'inversion des fils peut être considérée parmi les défauts les plus critiques chez DELPHI. D'ailleurs, l'entreprise met en place des bancs de contrôle électrique pour détecter toute inversion possible des fils dans le produit fini.

L'inspection du terrain au cours de la phase TT a dévoilé que les inversions des fils surviennent au niveau de la PCM (centralina) et du connecteur C11-A.

Dans le diagramme causes effets suivant, nous citons un ensemble de causes pouvant être à l'origine de ces inversions :

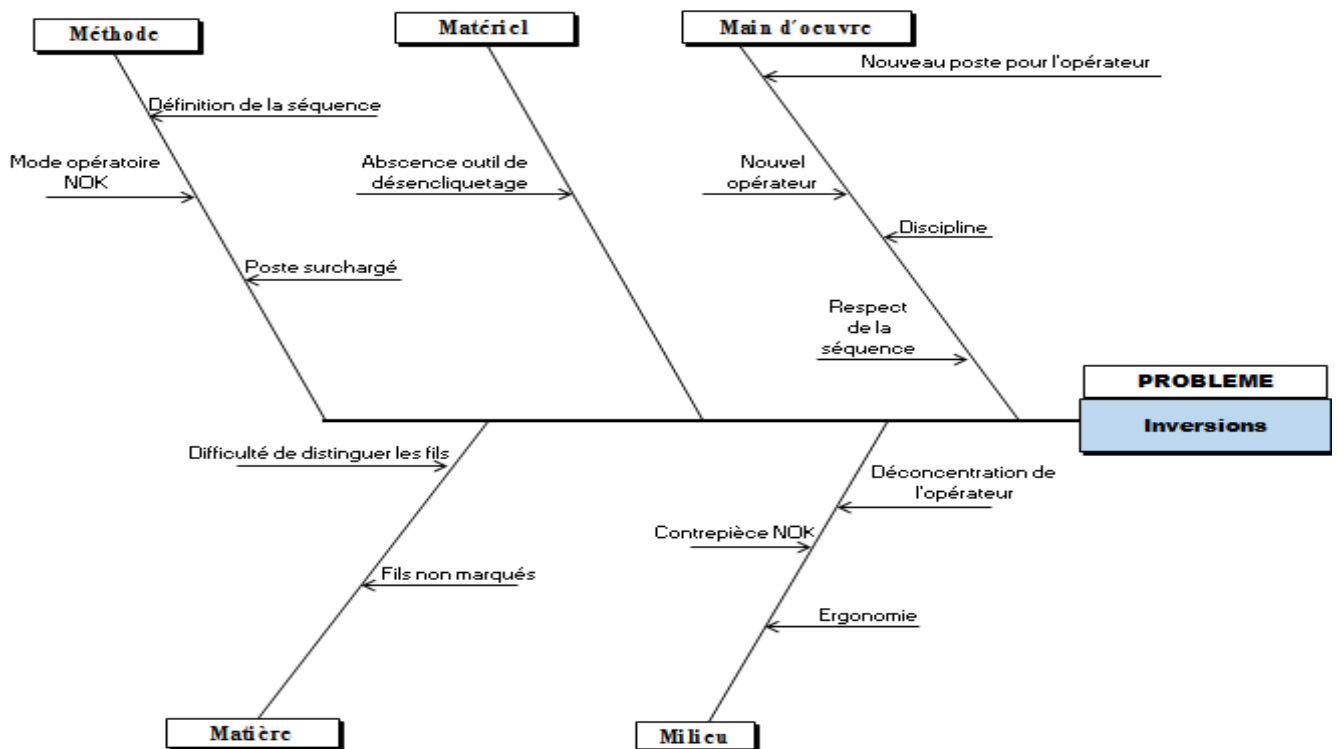


Figure 29: Diagramme d'Ishikawa pour les inversions des fils

- Cause racine :

En inspectant les postes qui sont chargés de faire l'encliquetage des fils dans la PCM et dans le connecteur C11-A, nous avons identifié la cause racine de ce problème qui se manifeste dans l'irrespect de la séquence définie surtout pour les opérateurs des postes 4, 5 et de la cellule 5 (kit 7).

d- Brides mal coupées

Après la coupe de la lanière de la bride, la partie résiduelle de la lanière doit mesurer entre 1mm et 2mm de longueur, ce qui n'est pas le cas pour la bride RTN 39 dont la partie résiduelle mesure dans la plupart des cas plus de 3mm.

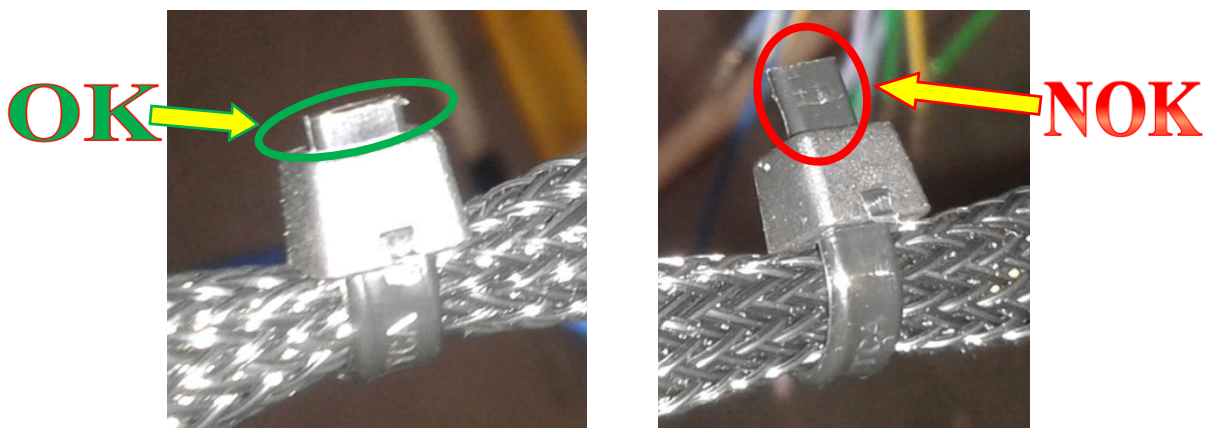


Figure 30: Coupe de la lanière de la bride

Le diagramme d'Ishikawa suivant met en évidence un ensemble de causes possibles pouvant provoquer cette anomalie :

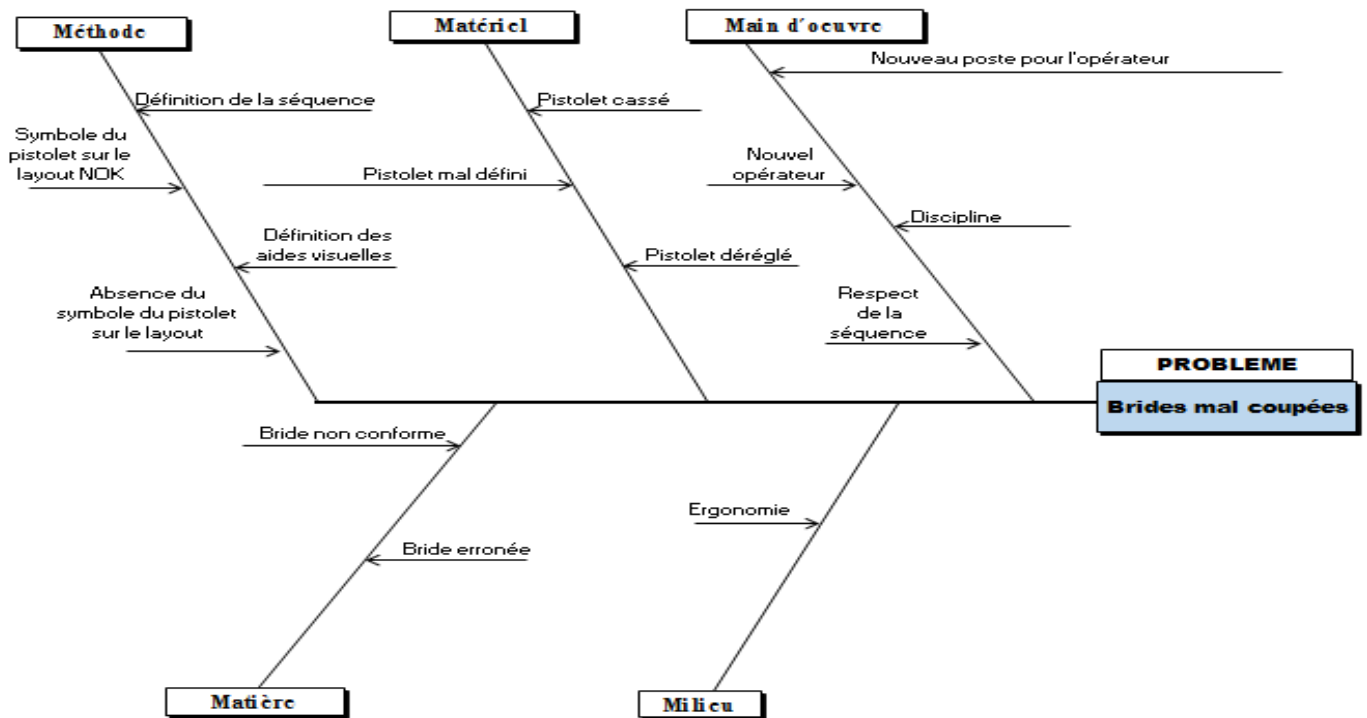


Figure 31: Diagramme d'Ishikawa pour les brides mal coupées

- Cause racine :

Après avoir étudié ces différentes causes, nous avons constaté que la cause racine de ce défaut est liée à l'ergonomie : Lors de la coupe de la bride RTN39, le pistolet ne peut pas être positionné correctement pour effectuer l'opération car il est gêné par la présence d'une contre pièce.



Figure 32: Difficulté de couper la lanière de la RTN39 correctement

e- Panne du ROB

Le banc de test électrique (ROB) permet de contrôler la continuité électrique dans les différentes branches du câble. L'arrêt ou le blocage du ROB entraîne un arrêt de la chaîne de production qui à son tour entraîne un retard voir un arrêt de production. Les pannes du banc de contrôle électrique peuvent être dues à plusieurs raisons :

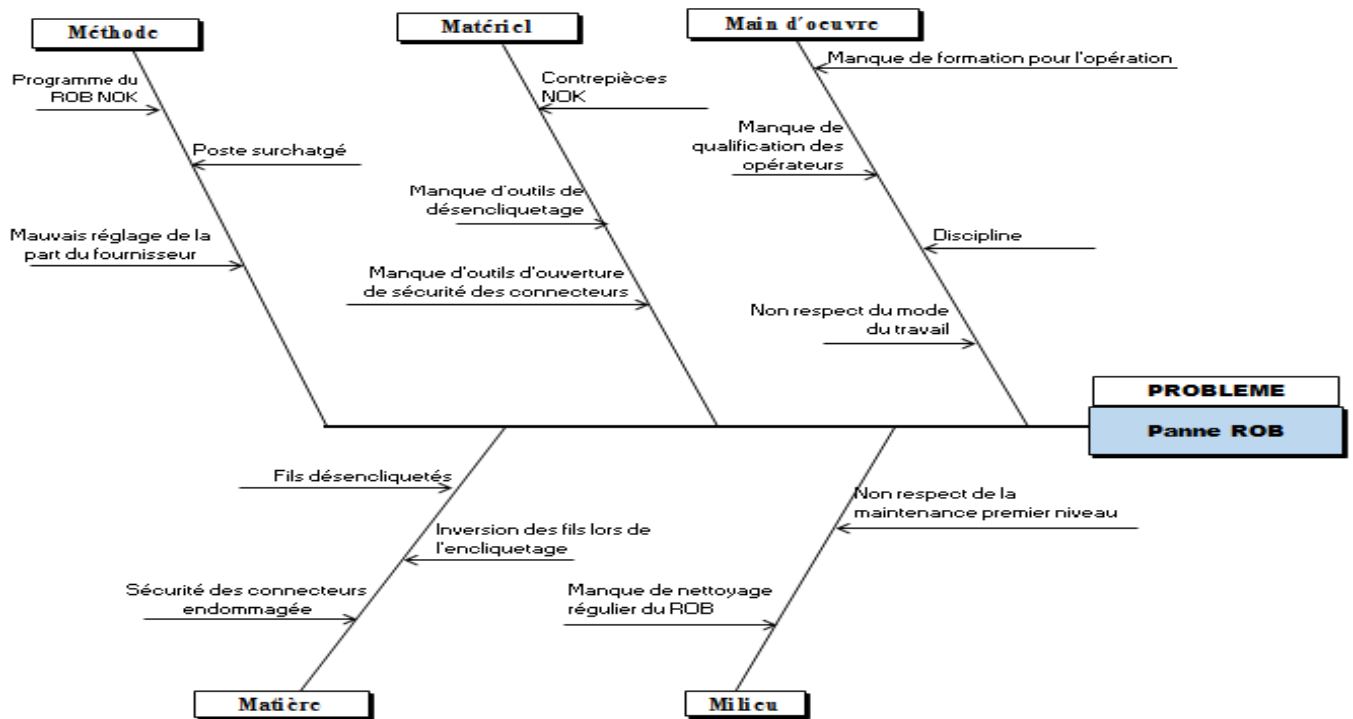


Figure 33: Diagramme d'Ishikawa pour les pannes du ROB

- Cause racine :

En analysant le diagramme d'Ishikawa ci-dessus, nous avons pu aboutir aux causes racines derrière les pannes du ROB. Ces causes sont liées d'une part aux inversions des fils lors de l'encliquetage, et d'autre part au mauvais réglage de la part du fournisseur.

f- Récapitulation des défauts et de leurs causes racines

Le tableau suivant résume les différents problèmes de la famille FWD et leurs causes racines :

Elément	Défaut	Détails	Cause racine
Bride	Mal serrée	RTN 47/46/13/2/15/4	Brides montées sur une surface lisse favorisant leur rotation
Bride	Mal coupée	RTN 39	Bride en haut du tableau d'assemblage posant un problème d'ergonomie
Connecteur	Inversion des fils	PCM (centralina) + C11-A	Les opérateurs des postes 4 et 5 ne respectent pas la séquence définie
Tube d'aluminium	Endommagé	Tube	Les tubes subissent des dégradations à force de manipulations.
ROB	Panne		Les inversions des fils bloquent le contrôle électrique + le mauvais réglage de la part du fournisseur.

Tableau 13: Problèmes de la famille FWD et leurs causes racines

II-2- La famille Glow Plug

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, trois problèmes sont apparus durant le démarrage de la phase TT de cette famille dont deux se situent au niveau des connecteurs C1E243, C1E244, C1E245 et C1E246, et le troisième au niveau du plateau qui sert à alimenter les différents postes de la chaîne de production.

a- Fermeture des connecteurs



Figure 34: Fermeture NOK du connecteur

Pour reconnaître la ou les principales causes qui sont à l'origine de cette anomalie, nous avons regroupé un ensemble de causes qui peuvent engendrer un tel défaut à l'aide du diagramme cause-effet suivant :

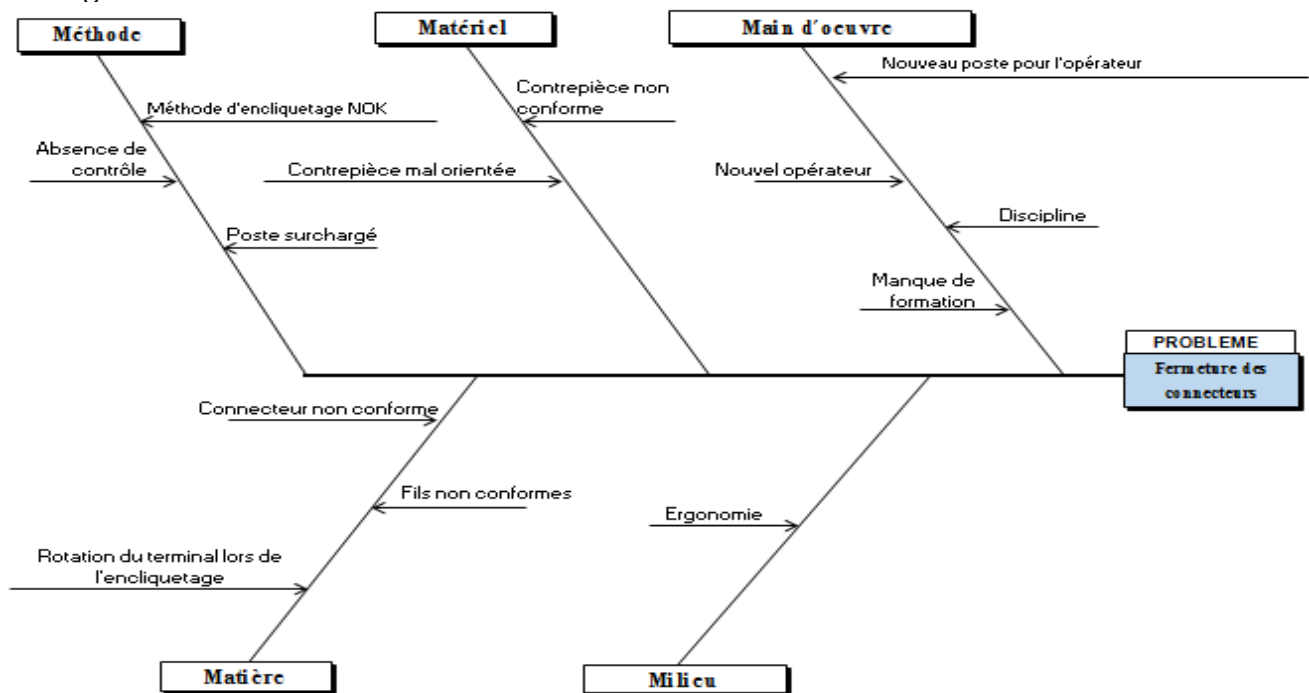


Figure 35: Diagramme d'Ishikawa pour la fermeture des connecteurs

- Cause racine :

Après avoir contacté les responsables qualité et suivi le travail de l'opérateur nous avons pu savoir que les causes racines derrière ce défaut sont d'une part l'absence d'une contre pièce qui assure la bonne fermeture des connecteurs, et d'autre part l'absence d'un contrôle qualité dans le poste suivant.

b- Désalignement entre le connecteur et le terminal

Ce problème nous a poussé à arrêter la production durant la phase TT dans premier temps avant de la reprendre ultérieurement. En effet, à cause de ce désalignement, le courant électrique ne circule pas correctement dans le câble, et donc le problème apparaît au niveau du banc de contrôle électrique (ROB) qui détecte une discontinuité électrique. Par conséquent, le test électrique échoue provoquant ainsi l'arrêt de la chaîne de production.

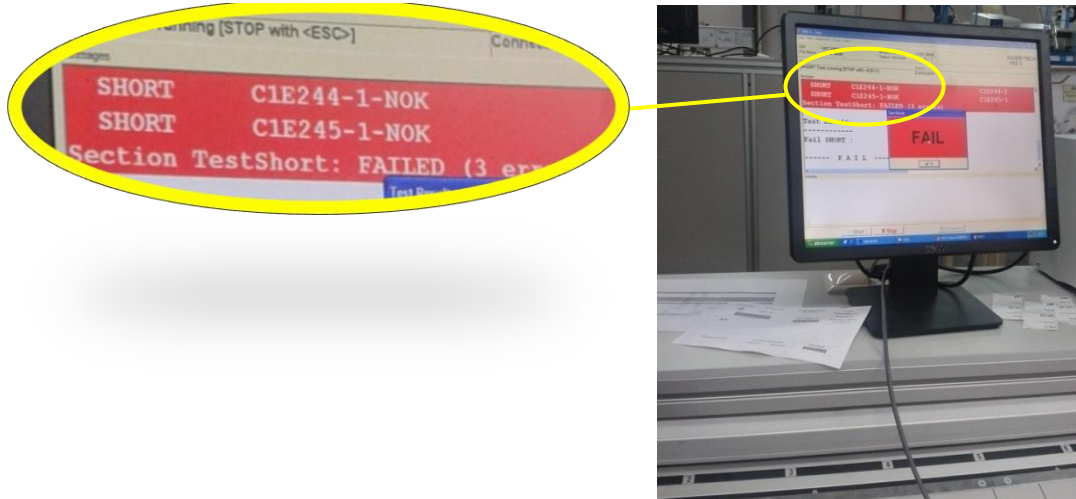


Figure 36: Discontinuité électrique détectée par le ROB au niveau des connecteurs en question

Ce problème a été partagé avec le client, pour discuter les différentes causes pouvant aboutir à cet effet. En appliquant la méthode des 5 pourquoi, nous avons pu déterminer la cause racine de ce problème :

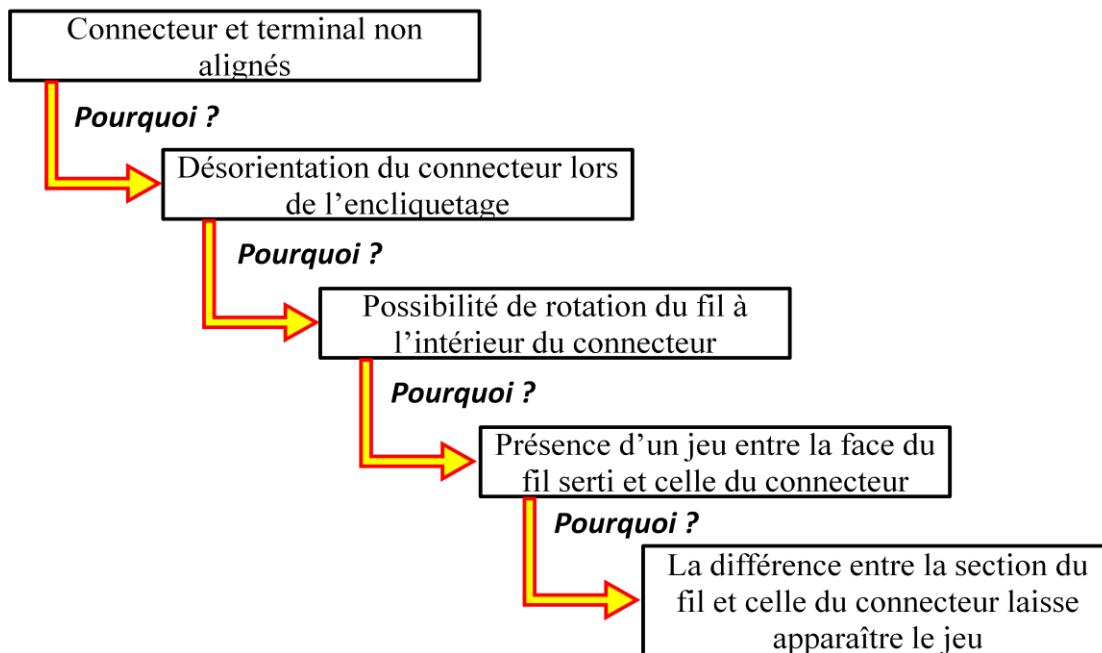


Figure 37: Les 5 Pourquoi appliqués au problème du désalignement du connecteur

Donc la présence d'un jeu entre le fil serti et la face du connecteur laisse la rotation du fil à l'intérieur du connecteur possible, ce qui provoque le désalignement entre le terminal et le connecteur. Ce jeu est dû à la différence entre la section des fils et celle du connecteur.

c- Le plateau d'alimentation

Le plateau présent dans la chaîne de production de la famille Glow Plug à travers lequel se fait l'alimentation des différents postes de la chaîne en composants et en fils, présente des problèmes comme nous l'avons vu au chapitre « Mesurer » : difficulté de saisie des composants à partir du plateau, risque de renversement des composants par terre lors du glissement d'un tableau portant le plateau, difficulté de déplacer le plateau pour le remplir dans la cellule et aussi risque de causer des accidents à cause de son poids.

Le changement du design du plateau actuel est devenu donc une tâche incontournable. Nous étions amenés à proposer une nouvelle conception du plateau, en prenant en considération tous les points évoqués précédemment.

III- Analyse de l'ergonomie des chaînes de production

Les mesures relevées pendant la phase « mesurer » seront saisies dans un document qui s'appelle TMBC « Team Member Balance Chart ». Ce document est sous forme d'une feuille Excel qui permet de représenter la moyenne pondérée de temps élémentaire et du temps cycle de la production pour chaque poste. Le but est de pouvoir visualiser et marquer les postes goulots afin de pouvoir 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 impactent l'amélioration de l'efficacité.

III-1- La famille FWD Manual

Les résultats du chronométrage sont saisis dans un tableau qui s'appelle « Data introduction » :

Before						
ATT (sec)	136					
TT (sec)	140					
Workstation	Element time (sec)	Cycle time (sec)	Walking (sec)	Waiting (sec)	TT (sec)	ATT (sec)
Kit 2	139	140	1	0	140	136
Kit 1	105	106	1	30	140	136
Kit 3	124	125	1	11	140	136
Kit 4	146	147	1	0	140	136
Kit 5	141	142	1	0	140	136
Kit 6	121	122	1	14	140	136
Kit 7	130	131	1	5	140	136
Kit 8	141	142	1	0	140	136
Kit 9	139	140	1	0	140	136
Kit 10	137	138	1	0	140	136
Kit 11	123	124	1	12	140	136
Kit 12	117	118	1	18	140	136
Kit 13	135	136	1	0	140	136
Poste 1	131	135	4	1	140	136
Poste 2	131	131	0	5	140	136
Poste 3	132	132	0	4	140	136
Poste 4	135	135	0	1	140	136
Poste 5	135	135	0	1	140	136
Poste 6	135	136	1	0	140	136
Poste 7	137	138	1	0	140	136
Poste 8	137	138	1	0	140	136
Poste 9	143	144	1	0	140	136
Poste 10	144	145	1	0	140	136
Poste 11	136	137	1	0	140	136
Poste 12	144	145	1	0	140	136
Poste 13	137	138	1	0	140	136
Poste 14	136	137	1	0	140	136
Poste 15	136	137	1	0	140	136
USW	116	146	30	0	140	136
ROB	144	144	0	0	140	136
Seal	137	138	1	0	140	136
EMB	120	120	0	16	140	136
TOTAL	4264	4312	48	118	4480	4352

Tableau 14: Data introduction de la famille FWD Manual avant le balancement

Après avoir rempli le tableau « data introduction », le diagramme TMBC est modifié automatiquement en fonction des données saisi par l'utilisateur. Ce diagramme est représenté dans la figure suivante :

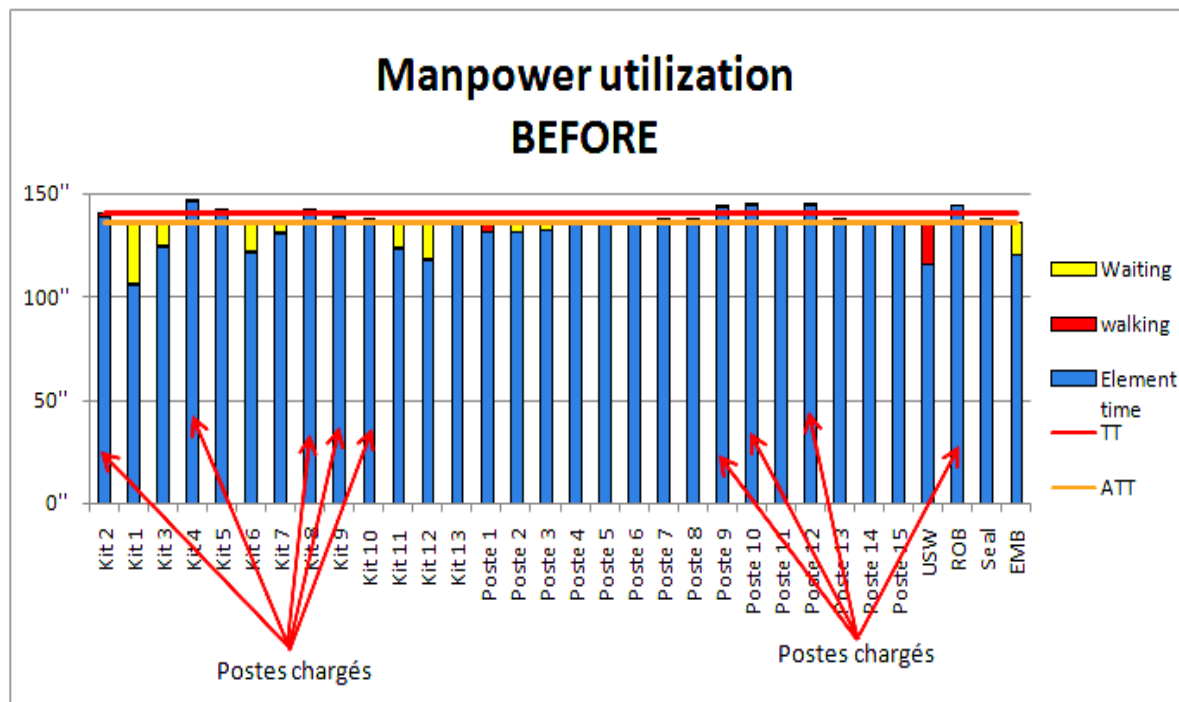


Figure 38: TMBC de la famille FWD Manual Avant

D'après les résultats de mesures effectuées pendant la phase « mesurer », nous pouvons constater l'existence des postes goulots dans la chaîne d'assemblage, ce qui engendre le ralentissement de la production. Ces postes goulots sont ceux dont le temps cycle dépasse l'ATT. Comme le montre la figure ci-dessus, les postes goulots dans la chaîne de la famille FWD Manual sont surtout des cellules de kitting.

Les postes chargés sont les suivants : Kit2, Kit4, Kit5, Kit8, Kit9, Kit10, Poste9, poste10, poste12 et ROB. Quant au poste de l'ultra sonic, il a un temps de walking très grand.

Ce déséquilibre est dû à une mauvaise répartition des "éléments de travail" entre les postes. Donc 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.

III-2- la famille Glow Plug

Le chronométrage des différents postes de travail de cette famille nous permis d'établir le « data introduction » de cette famille qui est donné par le tableau suivant :

Before						
ATT (sec)	48					
TT (sec)	50					
Zone	Element Time (sec)	Cycle Time (sec)	Walking (sec)	Waiting (sec)	TT (sec)	ATT (sec)
Poste 1	47	48	1	0	50	48
Poste 2	50	50	0	0	50	48
Poste 3	50	50	0	0	50	48
Poste 4	48	49	1	0	50	48
ROB	40	41	1	7	50	48
EMB	36	37	1	11	50	48
TOTAL	271	275	4	18	300	288

Tableau 15 : Data introduction de la famille Glow Plug avant balancement

Le diagramme TMBC relatif à cette famille est représenté par la figure suivante :

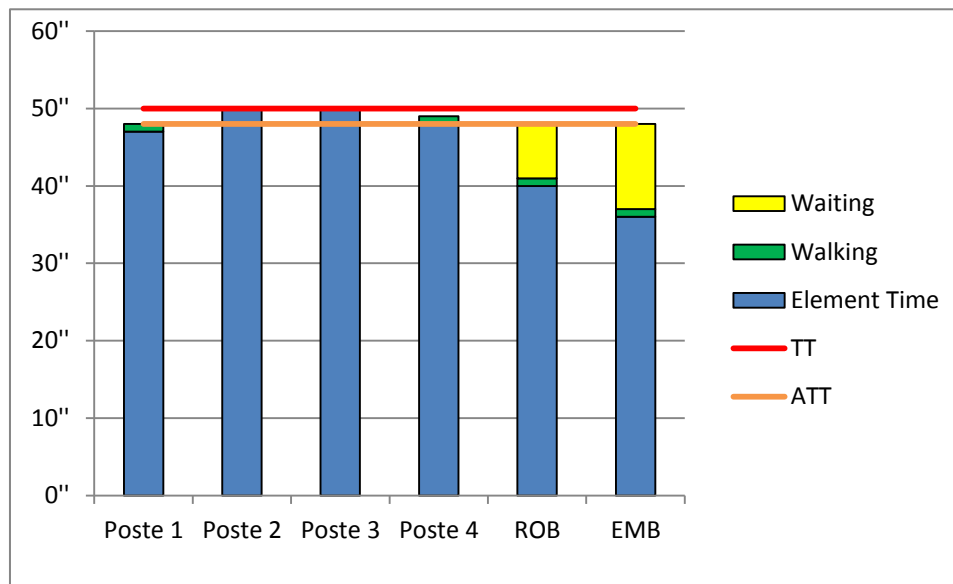


Figure 39 : TMBC de la famille Glow Plug Avant

Cette famille aussi comporte des postes goulots qui risquent de ralentir la production dans la chaîne de production dans les phases suivantes du projet. Ces postes sont les postes 2 et 3.

En analysant le flux de production de la famille glow plug et les opérations effectuées par l'opérateur dans chacun des postes de la famille, nous pouvons remarquer ce qui suit :

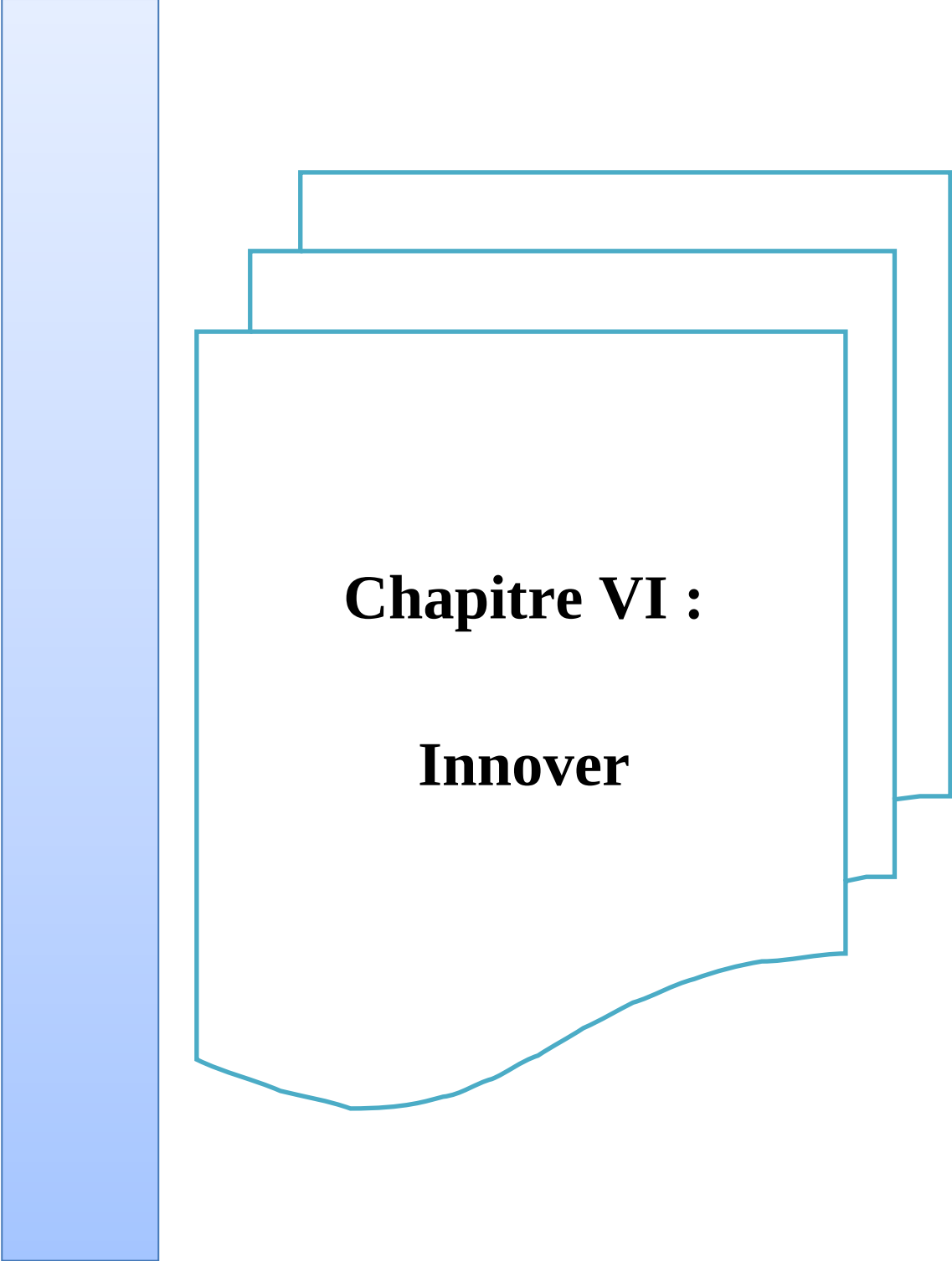
Toutes les opérations effectuées par l'opérateur du poste 1 sont réalisées au niveau de la cellule. En effet, l'opérateur du poste 1 place dans un plateau tout les composants et les fils nécessaires à la production d'un seul câble, il met ensuite le plateau au support du tableau du convoyeur pour le glisser au poste 2.

Les opérations réalisées au niveau du poste 1 sont listées dans le tableau suivant :

	Opérations	Temps chronométrés					Temps moyen (sec)
		1 (sec)	2 (sec)	3 (src)	4 (src)	5 (sec)	
1	Prendre et mettre tube 1 dans la fourche et faire fixation sur l'extrémité du tube avec coroplaste	8,0	8,0	7,0	7,0	7,0	7,4
2	prendre et mettre tube 2 dans la fourche et faire fixation sur l'extrémité du tube avec coroplaste	7,0	8,0	7,0	7,0	7,0	7,2
3	prendre et mettre tube 3 dans la fourche et faire fixation sur l'extrémité du tube avec coroplaste	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0	7,4
4	prendre et mettre tube 4 dans la fourche et faire fixation sur l'extrémité du tube avec coroplaste	7,0	7,0	7,0	7,0	8,0	7,2
5	Prendre les 4 fils et mettre au plateau	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
6	prendre 2 strap et mettre dans le plateau	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,2
7	prendre RTN 2 et mettre dans le plateau	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
8	prendre 4 connecteurs et mettre dans le plateau	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
9	Assembler moun et strap du RTN4 et mettre dans le plateau	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
10	Prendre clip et mettre au connecteur C11-W et mettre connecteur mettre dans le plateau	4,0	3,0	4,0	3,0	4,0	3,6

Tableau 16: Les opération effectuées au sein du poste 1 et leur chronométrage

Nous pouvons clairement remarquer que l'opérateur du poste 1 effectue plusieurs opérations qui ne génèrent aucune évolution au niveau de la production du câble : Ce sont les opérations 5, 6, 7, 8, 9 et 10. Ces opérations sont dites *des opérations sans valeur ajoutée* et elles présentent un gaspillage de temps. L'élimination ou la réduction du nombre de ces opérations pourrait diminuer le temps cycle de ce poste et offrir une possibilité de balancement pour soulager les autres postes.



Chapitre VI :

Innover

I- Introduction

Après avoir analysé et déterminé les causes racines des différents défauts qui sont apparus durant la phase TT pour chaque famille, et après avoir étudié les temps chronométrés de chacune des deux familles, nous allons dans ce chapitre apporter des modifications au processus afin d'améliorer la performance des chaînes de production. Afin de trouver des solutions aux problèmes que nous avons évoqués dans le chapitre précédent, des brainstormings ont été effectués en présence des membres de l'équipe. Les résultats auxquels nous avons abouti seront détaillés au fur et à mesure de ce chapitre. Pour conclure ce chapitre, nous allons voir l'impact des changements proposés.

II- Les défauts de qualité

II-1- La famille FWD Manual

a- Brides mal serrées

Comme nous l'avons vu auparavant, le problème des brides mal serrées est survenu au niveau des brides RTN 47, RTN46, RTN13, RTN2, RTN15 et RTN4, et il est dû au fait que toutes ces brides sont montées directement sur des tubes gorgés en PVC dont la surface est lisse, et qui permet la rotation de la bride même après l'avoir serré.

En discutant ce problème avec l'équipe, nous avons abouti aux solutions suivantes :

- Solution 1 :

Cette solution consiste en l'utilisation des pistolets mécaniques qui permettent à la fois de couper la lanière de la bride et de la serrer au lieu des pistolets pneumatiques qui permettent seulement de couper la lanière de la bride.

Les résultats montrés par cette solution ne sont pas satisfaisantes. En effet, le pistolet mécanique applique une certaine force pour couper la lanière de la bride, et une autre force pour la serrer. Certaines brides ne supportent pas la force appliquée par le pistolet lors de la coupe et explosent sous l'effet de cette force.

D'autres brides supportent la force de la coupe, mais sous l'effet de la force du serrage ces brides écrasent le tube en PVC et provoquent sa dégradation et son endommagement.



Figure 44: Bride explosée sous l'effet d'un pistolet mécanique



Figure 45: Conséquence d'une bride trop serrée

- Solution 2 :

Ajouter des fixations en ruban de textile en dessous des brides en question afin d'augmenter le coefficient de frottement et empêcher leur rotation.

La fixation en ruban de textile permet non seulement de fixer les brides, mais elle contribue aussi à la protection du tube en PVC contre la dégradation à cause de la force de serrage.

Cette dernière solution a été agréée par le service center, elle va être adoptée dans les prochaines phases du projet.



Figure 40: Brides montées sur une fixation en ruban de textile

b- Tubes en aluminium endommagés

Les tubes qui subissent la plus grande dégradation sont ceux qui appartiennent au maçon central. En effet le maçon central est la branche du câble qui se situe au milieu du tableau d'assemblage, elle comporte généralement un nombre très important de fils. De ce fait, l'enfilement des fils de cette branche dans les tubes d'aluminium implique un grand nombre de manipulations de ces derniers. A force de ces manipulations, les tubes d'aluminium se dégradent et se retrouvent endommagés à la fin de l'assemblage.

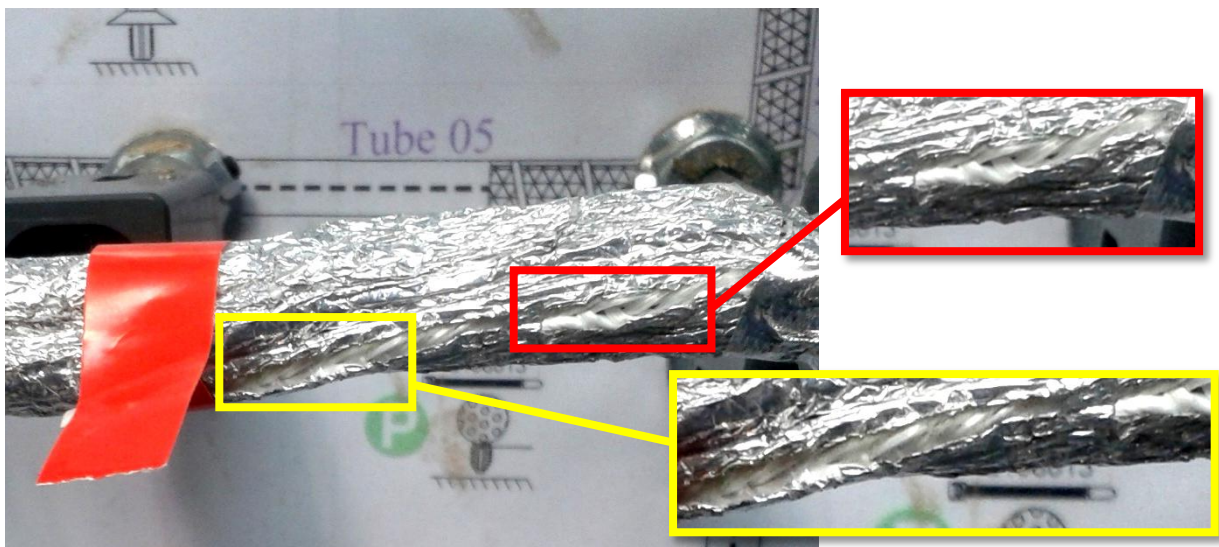


Figure 41: Exemple de tube d'aluminium endommagé

Pour remédier à ce problème, deux actions ont été envisagées :

- Assurer des outils d'enfilement des tubes sur les tableaux concernés. Ces outils vont faciliter l'opération de l'enfilement des fils d'une part, et réduire le nombre de manipulations que pourrait subir un tube.



Figure 42: Outils d'enfilement des tubes

- Demander au service center d'ajouter un bandage en aluminium sur les tubes, et des fixations en aluminium sur les extrémités des tubes afin de corriger d'éventuels endommagements possible et d'avoir un bon état de surface à la fin d'assemblage.



Figure 43: Bondage à l'aide du ruban d'aluminium sur les tubes d'aluminium



Figure 44: Fixation des extrémités des tubes à l'aide du ruban d'aluminium

c- Inversions et pannes de ROB

Les inversions des fils surviennent au niveau du connecteur C11-A et de la PCM (C1E104-A), et elles sont notées surtout chez les opérateurs des postes 4 et 5 et de la cellule 5.

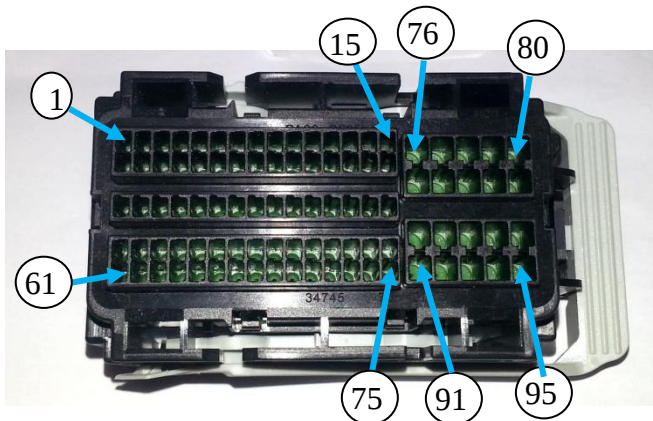


Figure 51: Connecteur C1E104-A et ses voies

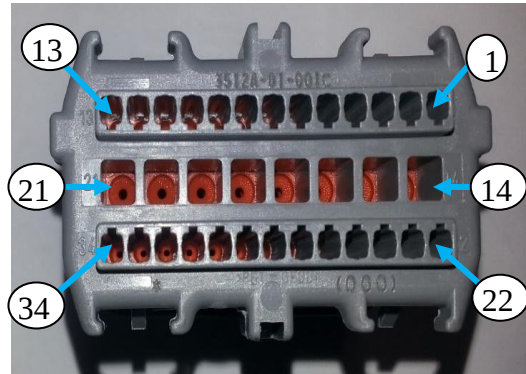


Figure 52: Connecteur C11-A et ses voies

Selon l'analyse qui a été menée dans le chapitre précédent, les inversions au niveau des connecteurs sont aussi derrière les pannes du banc de contrôle électrique (ROB). Outre le contrôle de la continuité électrique, le ROB permet aussi de détecter les inversions des fils au niveau de différents connecteurs du câble, et bloque le contrôle électrique en cas d'inversion des fils. Donc la réapparition fréquente des inversions signifie des arrêts fréquents du banc de contrôle électrique, ce qui conduit à l'arrêt de la production à cause de l'accumulation des câbles au niveau du banc de contrôle électrique.

Vu que les défauts dus à l'opération d'encliquetage peuvent être critiques, ceci implique à agir en priorité sur le facteur humains avant d'implanter des actions d'amélioration au niveau de la chaîne.

➤ **Recommandations sur l'amélioration du facteur humain :**

- ✓ Ajouter des modules de formation pour la réalisation de l'encliquetage et spécialement les tâches critiques comme l'encliquetage des connecteurs à plusieurs voies ou l'encliquetage des PCM pour les nouveaux recrues.
- ✓ Définir un test d'évaluation d'encliquetage afin d'obtenir la qualification pour les postes d'encliquetage. Durant ce test l'opérateur sera évalué suivant la conformité du l'encliquetage effectué (absence d'inversions), la méthode utilisée et le temps qui lui a fallu pour faire cet encliquetage, autrement dit l'opérateur ne sera jugé comme qualifié que s'il arrive à faire un encliquetage conforme, avec la méthode correcte et dans le délai demandé.
- ✓ Ne pas affecter la majorité des nouveaux recrues de la zone d'assemblage aux postes d'encliquetage et surtout quand il s'agit de l'encliquetage des PCM, et essayer de les répartir d'une manière équitable sur les autres postes selon leurs qualifications.
- ✓ Accompagnement des nouveaux recrues.

➤ **Actions au niveau de la chaîne :**

Après avoir proposé quelques recommandations concernant la compétence et la formation de l'opérateur au niveau de l'encliquetage, nous avons implanté dans la chaîne d'assemblage quelques actions qui ont pour but d'améliorer l'ergonomie du poste de travail et de faciliter la correction des inversions au cas du besoin.

Le tableau ci-dessous représente quelques actions adoptés afin d'agir sur les problèmes des inversions :

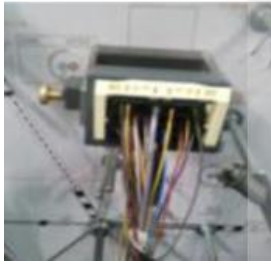
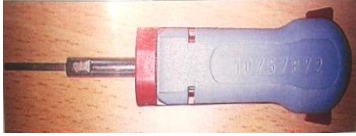
Connecteur	Problème	Action	Description
PCM (C1E104-A) 	Ergonomie : Lors de l'encliquetage les cavités de la PCM sont invisibles pour l'opérateur.	Incliner le support du connecteur pour assurer une visibilité des voies.	 Validé
PCM (C1E104-A) 	Assemblage du Cover 	Déplacer l'opération d'assemblage du cover de la PCM (C1E104-A) du poste 7 vers le ROB et l'assembler à la fin du contrôle électrique au lieu du poste 7, afin de s'assurer de l'absence de toute inversion avant de l'assembler.	Fait
PCM (C1E104-A)	Absence d'outils de d'enlèvement du cover et d'outils de désencliquetage.	Assurer l'outil d'enlèvement du cover et l'outil de désencliquetage.	 Validé
ROB	Mauvais réglage du Banc électrique de la part du fournisseur	Contacteur le fournisseur pour le mettre au courant	Fait

Tableau 17: Actions implantées au niveau de la chaîne

d- Bride mal coupée

Lors de la coupe de la lanière de la bride RTN39, l'opérateur se trouve dans une situation non ergonomique qui est due à l'encombrement de la zone du tableau d'assemblage où se trouve la bride en question, et donc le résultat de la coupe n'est pas conforme aux exigences de la qualité.

Pour résoudre cette anomalie, nous avons discuté le problème avec les responsables méthode et les solutions suivantes ont été proposées :

- Solution 1 :

Changer la position du pistolet lors de la coupe de la lanière de la bride :



Figure 53: Pistolet dans le sens 1



Figure 54: Pistolet dans le sens 2

Nous pouvons apercevoir que malgré l'inversion du sens du pistolet, le problème d'ergonomie persiste toujours, le pistolet est toujours gêné par des contre pièces voisines et résultat de la coupe de la bride est toujours non conforme.

Cette solution ne pouvant pas donc être adoptée, il a fallu rechercher une autre solution qui permettra de diminuer l'encombrement du tableau d'assemblage et d'assurer les conditions d'ergonomie lors de la coupe de la lanière de la bride.

- Solution 2 :

La bride RTN39 est assemblée par l'opérateur du poste 8 sur une branche qui appartient au kit 8, et qui est produite par l'opérateur de la cellule 10.

La solution proposée consiste à déplacer l'opération d'assemblage de la bride RTN 39 et la coupe de sa lanière qui est réalisée au poste 8 vers la cellule 10 de la zone de kitting. Donc, c'est l'opérateur de la cellule 10 de la zone de kitting qui sera le nouveau chargé d'assembler la bride RTN39 et de couper sa lanière.

RTN 39

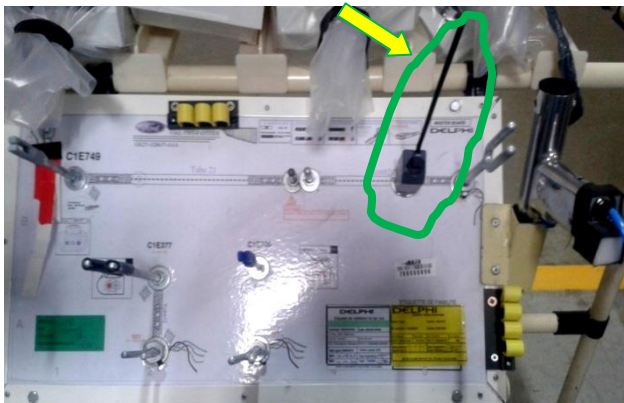


Figure 55: Bride RTN39 dans la cellule 10 (Kit 8)



Figure 56: Coupe de la lanière de la bride RTN39

C'est cette solution qui fut adoptée parce qu'elle présente des conditions d'ergonomie favorables pour effectuer la coupe de la lanière de la bride RTN39, comme montré dans la figure précédente (figure 52).

e- Plan d'action de la famille

Le tableau suivant récapitule les solutions adoptées pour chacun des problèmes de la famille FWD Manual :

	Open points	Impact	Action	Statut	Commentaire
1	Brides mal serrées (RTN 47/46/13/2/15/4)	Arrêt de la chaîne pour réparation	Assurer provisoirement une fixation sous les brides	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes
2	Tube d'aluminium (calsa) endommagé à force d'être manipulé	Arrêt de la chaîne pour réparation	Demander au SC d'ajouter un bondage en aluminium sur le tube en aluminium	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes
3	Bride RTN 39 mal coupée	Arrêt de la chaîne pour réparation	Assembler RTN 39 dans la cellule du kit 8	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes
		Arrêt de la chaîne pour réparation	Ajouter une contre pièce et pistolet dans la cellule du kit 8	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes
		Arrêt de la chaîne pour réparation	Validation	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes
4	Inversions	Arrêt de la chaîne pour réparation	Assurer une formation pour la réalisation de l'encliquetage (surtout pour La PCM)	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes
			Assurer l'outil de désencliquetage des PCM et l'outil d'enlèvement du cover	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes
5	Panne de ROB	Arrêt de la chaîne	Demander au fournisseur et au service maintenance	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes
			Corriger les problèmes d'inversion	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes

Tableau 18: Plan d'action pour la famille FWD Manual

II-3- La famille Glow Plug

a- Fermeture des connecteurs

Les connecteurs C1E243, C1E244, C1E245 et C1E246 présentent un risque lors de l'encliquetage. En effet, comme nous l'avons décrit dans les chapitres précédents, ces connecteurs présentent le risque d'être mal fermés.

Après avoir effectué des brainstormings avec les responsables méthode et process ainsi que les agents de fiabilité, nous avons aboutis à un certain nombre de solutions visant à remédier à ce problème.

- Solution 1 :

Cette première solution consiste à mettre une fixation sur l'extrémité du connecteur en utilisant du ruban en textile (COROPLAST), en vue d'assurer la fermeture de ce type de connecteurs.



Figure 57: Connecteur initialement ouvert



Figure 58: Fixation sur le connecteur ouvert

Comme montré sur les deux figures ci-dessus, le connecteur est initialement ouvert, après avoir fixé son extrémité à l'aide du ruban en textile, le connecteur paraît être fermé. Cependant, cette solution reste non entièrement suffisante : en effet, la fixation en ruban de textile ne permet pas réellement d'assurer une bonne fermeture des connecteurs, mais plutôt de joindre les deux faces du connecteur et les maintenir dans la position de fermeture du connecteur. Il en résulte que le connecteur peut facilement être enlevé même avec la fixation.

- Solution 2 :

La phase TT de cette famille étant sur le point de démarrer, nous avons été obligés de mettre en place une autre solution pour résoudre ce problème.

Cette solution consiste à ajouter un contrôle *quality gate* à la séquence de travail du poste qui suit le poste d'encliquetage de ces connecteurs, c'est-à-dire le poste 3.

En d'autres termes, l'opérateur du poste 2 effectue l'encliquetage des connecteurs et glisse le tableau d'assemblage au poste 3. L'opérateur du poste 3 doit effectuer le contrôle *quality gate* en vérifiant la fermeture des 4 connecteurs avant de passer à la fixation des extrémités des tubes.

Le contrôle *quality gate* consiste à vérifier les opérations réalisées par les opérateurs précédents. Pour se faire, une check list de *quality gate* est mise en place dans le poste concerné :

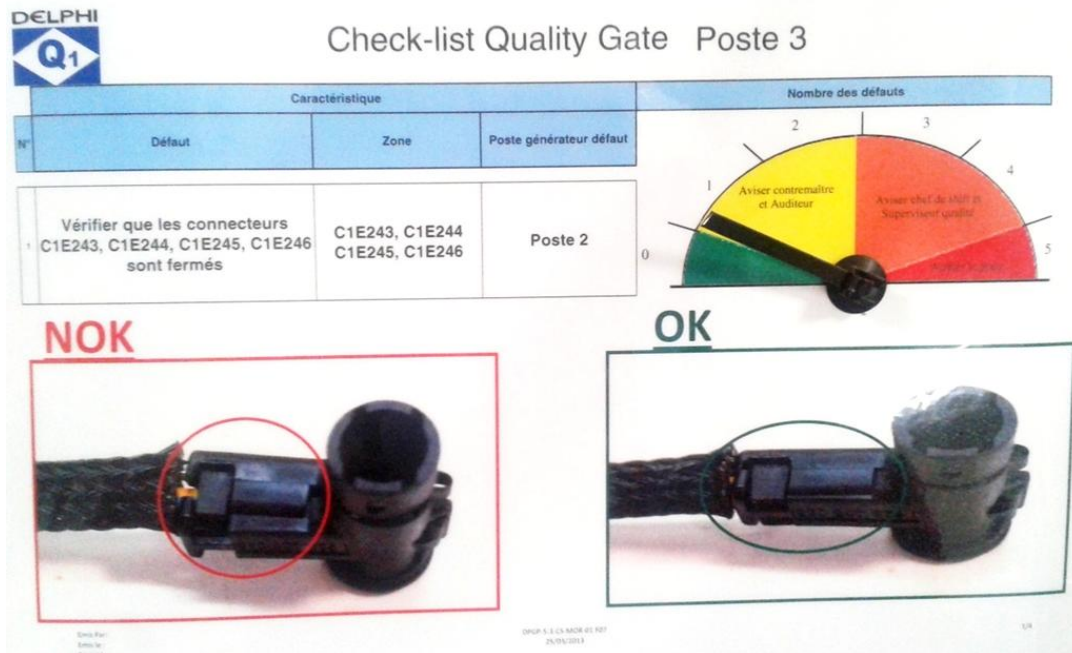


Figure 59: Check-list quality gate du poste 3 de la famille Glow Plug

Comme montré par la figure ci-dessus, la check list contient les défauts à vérifier, le poste qui génère ces défauts, des aides visuelles et une aiguille qui indique le nombre d'apparitions du défaut.

Si l'opérateur détecte un connecteur mal fermé, il doit tourner l'aiguille vers la position 1 est aviser le contremaître et l'auditeur, s'il détecte un nouveau connecteur mal fermé il tourne l'aiguille vers la position 2 et avise de nouveau le contremaître et l'auditeur. Si le défaut se répète 5 fois (l'aiguille se trouve à la position 5), l'opérateur doit stopper la production. Au changement de shift l'opérateur remet l'aiguille à la position initiale 0 avant de quitter le poste.

Cette solution a été adoptée pour la phase TT, car elle permet néanmoins de détecter les connecteurs non conformes pour ensuite les réparer ou les changer.

b- Le désalignement entre le connecteur et le terminal

Comme nous l'avons expliqué dans le chapitre précédent, la présence d'un jeu entre la face du connecteur et celle du terminal laisse la possibilité à ce dernier de tourner à l'intérieur du connecteur, ce qui cause un désalignement entre le connecteur et le terminal qui à son tour provoque des problèmes de continuité électrique dans le câble.

Après avoir contacté le client au sujet de ce problème, nous avons proposé deux façons de résoudre le problème :

- Solution 1 :

Il s'agit dans cette solution d'agrandir le jeu entre la face du connecteur et celle du terminal, afin de pouvoir assurer manuellement l'alignement entre le connecteur et le terminal.

Pour agrandir le jeu entre la face du connecteur et celle du terminal, il faut réduire la section des fils utilisés qui vaut actuellement 2.5mm^2 , et utiliser la section immédiatement inférieure qui vaut 1.5mm^2 . Or réduire la section d'un fil signifie la diminution du courant pouvant être supporté par le fil car :

Donc si la section du fil diminue, le courant qui traverse le fil diminue aussi et le fil risque de ne pas supporter le courant qu'il est sensé conduire et peut ainsi provoquer des courts-circuits dans le véhicule. C'est pour cette raison que cette solution ne peut être alors adoptée, et par conséquent elle a été rejetée.

- Solution 2 :

Au contraire de la première solution, cette solution consiste à augmenter la section des fils utilisés de telle façon à réduire ou éliminer le jeu qui est derrière ce problème. A cette fin, nous avons proposé d'ajouter une fixation de deux tours et demi en ruban de textile ou en PVC sur l'extrémité du fil qui va être encliquetée.

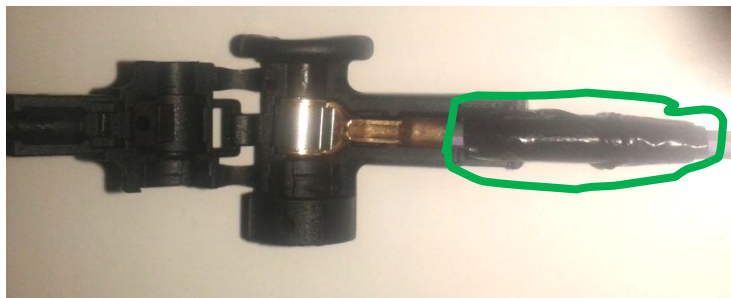


Figure 60: Fixation de l'extrémité du fil

La fixation de l'extrémité du fil réduit et limite le mouvement du terminal à l'intérieur du connecteur, et le résultat obtenu après l'encliquetage est acceptable.



Figure 61: Résultat de la solution

c- Plateau d'alimentation

Dans cette famille, sont utilisés des plateaux qui servent à alimenter les différents postes de la chaîne. Ces plateaux présentent d'une part des difficultés lors la saisie des composants, et d'autre part les composants risquent de tomber par terre en glissant le tableau portant le plateau d'un poste à un autre. Aussi le plateau étant fabriqué en acier est suffisamment lourd pour blesser les opérateurs et causer des accidents de travail dans le cas où il tombe de leurs mains.



Figure 62: Plateau utilisé pour la famille Glow Plug

Il a été donc indispensable de proposer un nouveau design pour le plateau, en prenant en considération tous les problèmes et tous les risques posés par l'ancien plateau. Dans ce cadre, une nouvelle conception du plateau a été réalisée sous le logiciel CATIA :

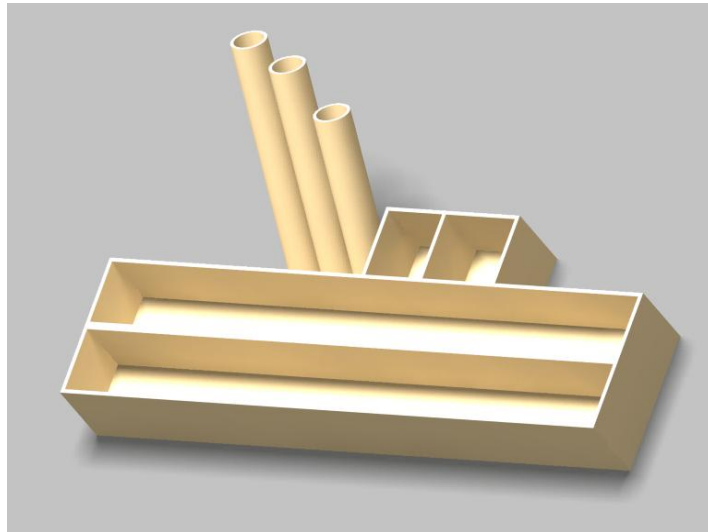


Figure 63: Nouveau design du plateau réalisé sous CATIA

Les modifications qui ont été apportées par rapport à l'ancien design sont les suivantes :

- 1) Augmenter la largeur de l'emplacement des fils enfilés dans les tubes pour faciliter leur mise en place et leur prise. Quant aux brides (RTN), des emplacements cylindriques verticaux leur seront dédiés.
- 2) Les brides (RTN) seront mises dans des emplacements cylindriques verticaux, tandis que pour le reste des emplacements, la profondeur sera augmentée, dans le but de d'empêcher les composants de tomber par terre sous l'effet du glissement du tableau portant le plateau.
- 3) Le nouveau plateau pourra être soulevé plus facilement à partir des cylindres verticaux où seront mises les brides (RTN).

Le nouveau plateau sera fabriqué en plastique au lieu de l'acier pour diminuer son poids et devenir plus léger. Ainsi, il ne risque pas de blesser les opérateurs même s'il tombe.

Ce nouveau design du plateau a été agréé et un drawing de ce plateau a été déposé auprès du fournisseur (Voir Annexe 3). Celui-ci nous a fait parvenir un premier échantillon (figure ci-contre). Cet échantillon a été validé et les autres plateaux seront disponibles lors du démarrage de la phase prochaine de cette famille.



Figure 64: Premier échantillon du nouveau plateau

d- Plan d'action de la famille

Le tableau suivant récapitule les solutions adoptées pour chacun des problèmes de la famille Glow Plug :

	Open points	Impact	Action	Statut	Commentaire
1	Connecteurs C1E243/C1E244/ C1E245/C1E246 mal fermés	Arrêt de la chaîne pour réparation	Assurer un contrôle quality gate pour détecter et réparer le défaut	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes
2	Connecteurs C1E243/C1E244/ C1E245/C1E246 et terminaux non alignés	Blocage du test électrique et arrêt de la chaîne pour réparation	Demander au SC d'ajouter une fixation en PVC ou en textile sur les extrémités des fils.	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes
3	Plateau d'alimentation non conforme	Retard de la production et risque d'accident de travail	Proposer un nouveau design pour le plateau	Fait	Les opérateurs doivent suivre les consignes

Tableau 19: Plan d'action de la famille Glow

III- L'amélioration de l'ergonomie de la zone d'assemblage

Comme cité auparavant, le problème de déséquilibre de la ligne d'assemblage revient à un mauvais balancement entre les postes, ce qui engendre l'apparition de postes goulots et par conséquent le retard de la chaîne par rapport au temps cycle défini.

L'action que nous avons adoptée consiste à refaire la répartition des éléments de travail pour tous les postes de la chaîne en se basant sur les mesures que nous avons relevées dans la phase « mesurer » et sur les résultats de l'analyse de ces mesures que nous avons présentés dans la phase « analyser ».

III-1- La famille FWD Manual

a- Le principe du balancement

Le balancement des postes s'est fait selon le temps cycle de chaque poste. En fait, chaque opérateur ne doit pas dépasser le temps dédié à sa tâche.

Au niveau de la famille FWD, nous avons remarqué que les postes chargés sont ceux de la zone de kitting, c'est donc sur ces postes que nous allons concentrer le balancement.

La solution prévue alors consiste à déplacer une branche de la cellule du kit 13 et répartir sa production sur les cellules des kits 9 et 10, déplacer quelques tâches de la cellule du kit 13 vers les cellules des kits 9 et 10 afin de soulager les cellules des kits 9, 10 et 13 pour qu'on puisse par la suite balancer le reste des éléments de travail entre les cellules de kitting.

Quant aux tableaux de convoyeur, ils sont au nombre de 10 actuellement et il est prévu de passer à 12 tableaux à partir de l'année 2016. L'ajout de 2 tableaux d'assemblage au niveau du convoyeur donnera naissance à de nouveaux postes qui devront permettre de soulager les postes actuellement chargés.

b- Actions

Dans le but d'arriver à un meilleur équilibrage des postes, nous avons déplacé quelques éléments de travail d'un poste à l'autre tout en respectant le temps cycle défini pour chaque poste ainsi que l'enchaînement et la séquence du travail réalisé. Pour ce faire, nous avons procédé comme suit :

Opération à balancer	Ancien kit	Nouveau kit
Bandage 50% sur les fils du connecteur C1E727	Kit 3	kit 1
Fixation des extrémités de tube 9 de connecteur C1E727	Kit 3	kit 1
Bandage 50% sur les fils de connecteur C1DC35	Kit 5	Kit 6
Insérer les fils du connecteur C1DC35 dans le COT 34	Kit 5	Kit 6
Fixation des extrémités de COT 34	Kit 5	Kit 6
Mettre clip au connecteur C1E826	ROB	Kit 12
Mettre Cover au PCM C1E104-A	Poste 7	ROB
Appliquer et couper RTN 48	Kit 9	Poste 13
Enrubanner 50% sur les fils entre connecteur C1E139 et point N58	Kit 9	Kit 13
Enrubanner 50% sur les fils entre connecteur C1E804 et point 58	Kit 9	Kit 13
Prendre et insérer COT 27	Kit 9	Kit 13
Fixer les extrémités de COT 27	Kit 9	Kit 13
Faire fixation sur COT 27	Kit 9	Kit 13
Prendre et insérer COT 28	Kit 9	Kit 13
Fixer les extrémités de COT 28	Kit 9	Kit 13
Faire fixation sur COT 28	Kit 9	Kit 13
Prendre connecteur C11-C et mettre 8 Plug et mettre au calibre de seal	Kit 13	Kit 9
Encliqueter les 8 fils au connecteur C11-C et mettre dans la contre pièce	Kit 13	Kit 9
Enrubanner 50% entre le connecteur C11-C et point N91	Kit 13	Kit 10
Prendre et insérer COT 49 du connecteur C11-C	Kit 13	Kit 10
Fixer les extrémités de COT 49	Kit 13	Kit 10
Prendre connecteur C1MC15 et encliqueter les 2 fils et mettre connecteur au contre pièce	Kit 10	Kit 13
Enrubanner 50% sur les fils entre connecteur C1MC15 et point N49	Kit 10	Kit 13
Prendre et insérer tube 22 du connecteur C1MC15		Kit 13
Fixer les extrémités du tube 22		Kit 13

Tableau 20: Balancement des tâches de la famille FWD Manual

c- Résultats du balancement

Les changements implémentés ont permis d'équilibrer la ligne d'assemblage tout en agissant sur les postes goulots, autrement dit rendre le temps d'exécution des éléments de travail de chaque poste inférieur ou proche de l'ATT. La nouvelle distribution des tâches est représenté dans le tableau suivant :

After						
ATT (sec)	136					
TT (sec)	140					
Workstation	Element time (sec)	Cycle time (sec)	Walking (sec)	Waiting (sec)	TT (sec)	ATT (sec)
Kit 2	132	133	1	3	140	136
Kit 1	122	123	1	13	140	136
Kit 3	121	122	1	14	140	136
Kit 4	131	132	1	4	140	136
Kit 5	118	119	1	17	140	136
Kit 6	135	136	1	0	140	136
Kit 7	130	131	1	5	140	136
Kit 8	134	135	1	1	140	136
Kit 9	129	130	1	6	140	136
Kit 10	136	137	1	0	140	136
Kit 11	123	124	1	12	140	136
Kit 12	123	124	1	12	140	136
Kit 13	132	133	1	3	140	136
Poste 1	131	135	4	1	140	136
Poste 2	131	131	0	5	140	136
Poste 3	132	132	0	4	140	136
Poste 4	135	135	0	1	140	136
Poste 5	135	135	0	1	140	136
Poste 6	135	136	1	0	140	136
Poste 7	137	138	1	0	140	136
Poste 8	131	132	1	4	140	136
Poste 9	143	144	1	0	140	136
Poste 10	144	145	1	0	140	136
Poste 11	136	137	1	0	140	136
Poste 12	144	145	1	0	140	136
Poste 13	137	138	1	0	140	136
Poste 14	132	133	1	3	140	136
Poste 15	135	136	1	0	140	136
USW	116	6	15	5	140	136
ROB	140	140	0	0	140	136
Seal	137	138	1	0	140	136
EMB	120	120	0	16	140	136

Tableau 21: Data introduction de la famille FWD Manual après le balancement

Le diagramme TMBC suivant permet de visualiser l'état actuel des postes :

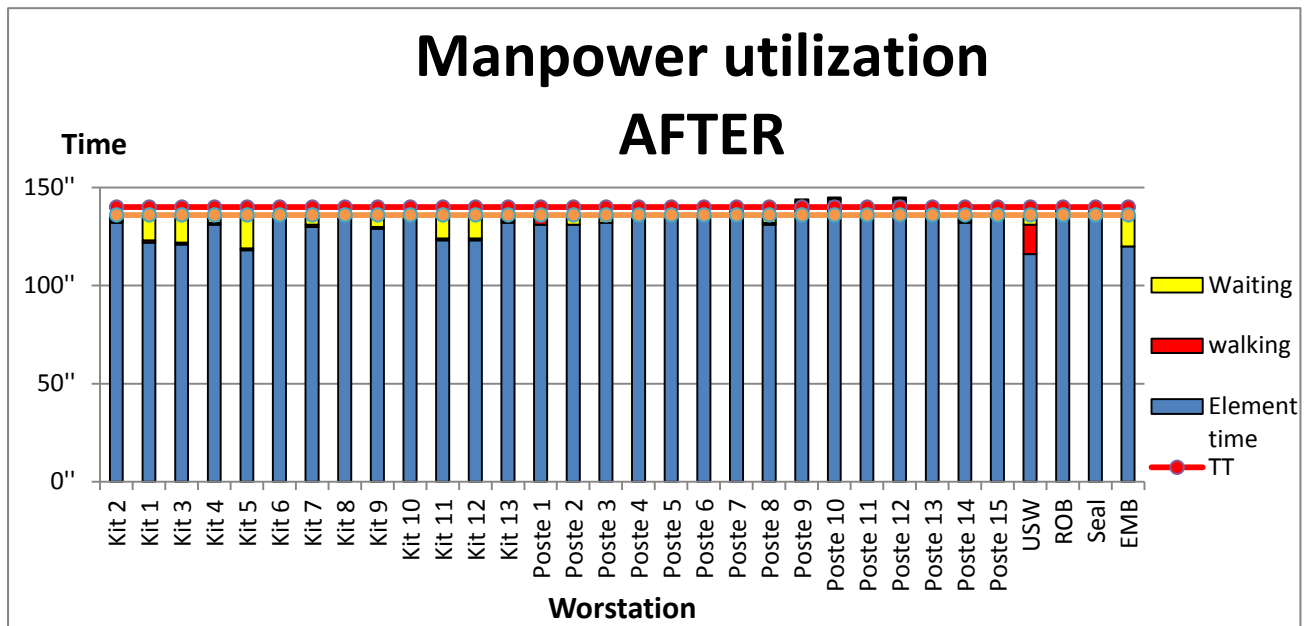


Figure 65: TMBC de la famille FWD Manual après

D'après ce diagramme on peut constater clairement que la nouvelle répartition des tâches entre les postes de la ligne d'assemblage a permis d'approcher les temps cycles et les temps élémentaires de l'ATT.

Comme résultat de ce balancement, des modifications devront avoir lieu au niveau de la chaîne. La nouvelle disposition de la chaîne est donnée dans l'annexe 5.

III-2- La famille Glow Plug

a- Principe du balancement

Au niveau de la famille Glow Plug, nous avons remarqué que le poste 1 effectue plusieurs opérations sans valeurs ajoutées, qui présentent une perte de temps pour ce poste et qui augmentent la charge des postes suivants.

La solution prévue donc consiste à éliminer les opérations sans valeur ajoutée effectuées par l'opérateur du poste 1, et balancer le reste des éléments entre les postes 2 et 3 afin de les soulager. Le poste 4 contient un contrôle molettes dont les opérations doivent être effectuées au sein du même poste parce qu'elles sont contrôlées par un analyseur, et de ce fait, les opérations effectuées par l'opérateur au sein de ce poste ne peuvent pas être balancées. Par conséquent, nous n'allons pas agir sur ce poste.

b- Actions

Afin d'équilibrer les différents postes de cette famille, nous avons redistribué les éléments de travail des postes en respectant le temps cycle défini pour chaque poste ainsi que l'enchaînement et la séquence du travail réalisé. Pour ce faire, nous avons procédé de la façon suivante :

Dans un premier temps, nous avons éliminé les opérations sans valeur ajoutée suivantes effectuées au sein du poste 1 :

- Prendre les 4 fils et mettre au plateau.
- Prendre 2 strap et mettre dans le plateau.
- Prendre RTN2 et mettre dans le plateau.
- Prendre 4 connecteurs et mettre dans le plateau.
- Assembler moun et strap du RTN4 et mettre dans le plateau.
- Prendre clip et mettre au connecteur C11-W et mettre connecteur mettre dans le plateau.

L'élimination de ces opérations permet de libérer un temps d'environ 20 secondes. Qui va nous permettre de déplacer les éléments de travail entre les autres postes afin de les équilibrer d'une meilleure façon :

Opération à balancer	Ancien kit	nouveau kit
Prendre et enfiler le fil dans le tube 1	Poste 2	Poste 1
Prendre et enfiler le fil dans le tube 2	Poste 2	Poste 1
Prendre et enfiler le fil dans le tube 3	Poste 2	Poste 1
Prendre et enfiler le fil dans le tube 4	Poste 2	Poste 1
Prendre connecteur CE244A et encliqueter le fil et mettre connecteur au contre pièce	Poste 3	Poste 2
Prendre connecteur CE245A et encliqueter le fil et mettre connecteur au contre pièce	Poste 3	Poste 2
Fixer le connecteur CE243A et tube1 avec 3 tours et continuer bandage 100% avec 3 tours sur tube	Poste 2	Poste 3

Tableau 22 : Balancement des tâches de la famille Glow Plug

c- Résultats du balancement

La nouvelle distribution de tâches offrira un meilleur équilibre à la chaîne d'assemblage toute en soulageant les différents postes. La nouvelle distribution des taches est donnée par le tableau suivant :

After						
ATT (sec)	48					
TT (sec)	50					
Zone	Element Time (sec)	Cycle Time (sec)	Walking (sec)	Waiting (sec)	TT (sec)	ATT (sec)
Poste 1	47	48	1	0	50	48
Poste 2	43	44	1	4	50	48
Poste 3	41	42	1	6	50	48
Poste 4	49	50	1	0	50	48
ROB	40	41	1	7	50	48
EMB	36	37	1	11	50	48

Tableau 23: Data introduction de la famille Glow Plug après le balancement

Le diagramme TMBC suivant permet de visualiser l'état des différents postes après le balancement :

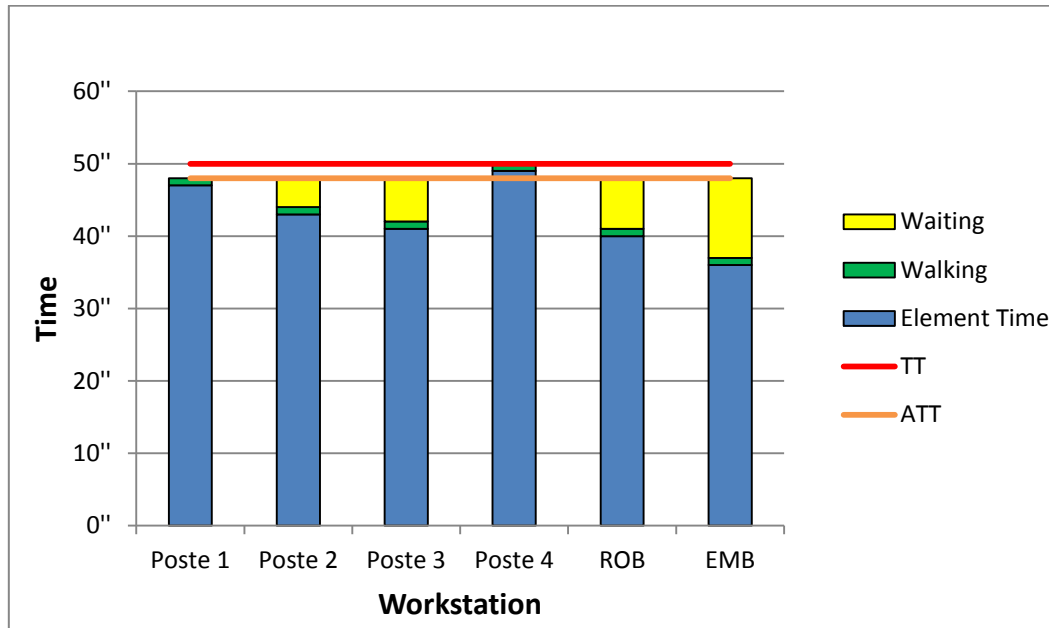


Figure 66: TMBC de la famille Glow Plug après

D'après ce diagramme on peut constater clairement que la nouvelle répartition des tâches entre les postes de la ligne d'assemblage a permis de soulager sensiblement les postes 2 et 3.

Comme résultat de ce balancement, des modifications seront apportées au niveau de la chaîne de production. La nouvelle disposition de la chaîne est présentée dans l'annexe 5.

Cette solution est valable pour la phase PP, et elle restera valable tant que nous n'utilisons qu'une seule ligne.

IV- Autres améliorations

Outre les améliorations que nous avons vues précédemment, d'autres points ont aussi été améliorés au niveau des deux familles. Ces points ne sont pas des road-blocks, c'est-à-dire leur présence n'empêche pas de continuer la production, mais leur amélioration permettra d'offrir une meilleure ergonomie pour l'opérateur et une meilleure qualité du produit. C'est donc pour ces raisons que nous nous sommes engagés à améliorer ces points.

IV-1- La famille FWD Manual

a- Bondage des fils dans la cellule 1

Pour avoir une bonne qualité de bondage, il faut que les fils à bonder soient bien tendus. Dans la cellule 1 (kit 2), l'étirage des fils est assuré par un macdonald. Or celui-ci ne permet pas d'assurer un bon étirage des fils, il en résulte alors une mauvaise qualité de bondage. Nous avons donc proposé de changer le macdonald utilisé dans cette cellule par une pince crocodile. Cette dernière permet d'assurer un meilleur étirage des fils et par conséquent un bon bondage.

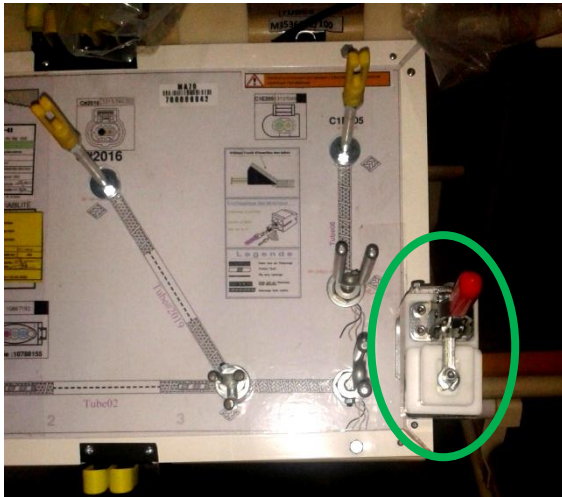


Figure 67: Pince crocodile

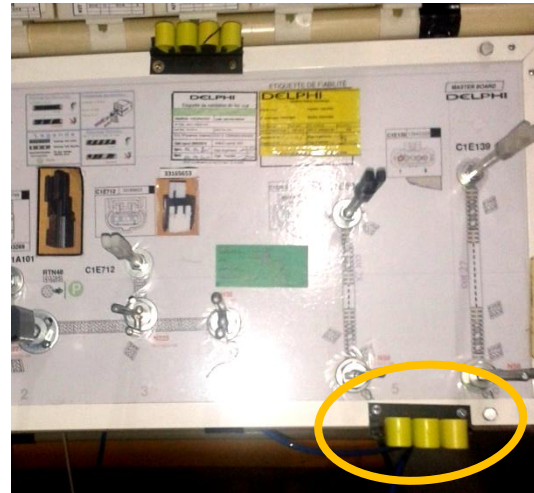


Figure 68: Macdonald

b- Ergonomie de l'opérateur

Nous avons remarqué que les moyens de connexions des cellules 2,3 et 4 sont disposés d'une façon qui peut gêner l'opérateur lors de son travail. En effet l'opérateur la cellule 3 par exemple se retrouve entre le moyen de connexion de la cellule 2 et celui de la cellule 2, ces moyens de connexion sont très proches de lui et le gênent au cours de la production, et risquent aussi de le blesser au visage.

Nous avons envisagé d'enlever ces moyens de connexion, de les changer par d'autres moyens de connexion et de placer les nouveaux moyens de connexion de telle façon à ne pas gêner l'opérateur durant son travail et à assurer sa sécurité.

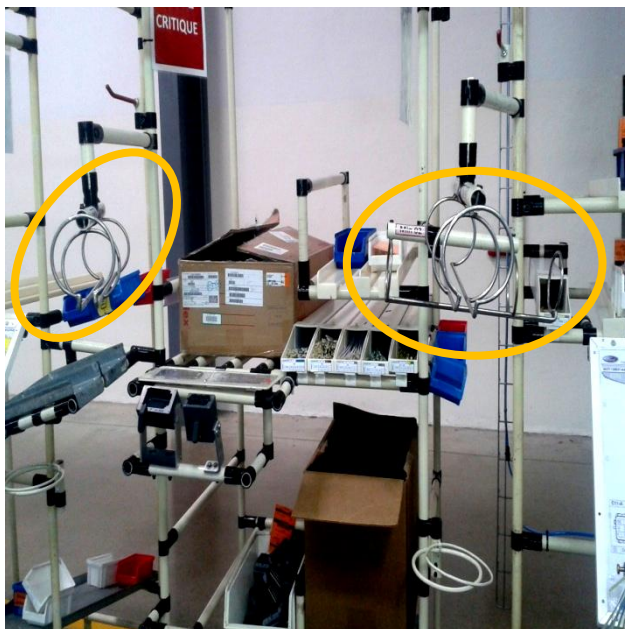


Figure 69: Anciens moyens de connexion



Figure 45: Nouveaux moyens de connexion

IV-2- La famille Glow Plug

Une cote de (30 ± 3) mm entre chacun des connecteurs C1E243, C1E244, C1E245, C1E245 d'une part, et la fin de bondage de l'extrémité du tube d'autre part est exigée par le client (figure ci-après):

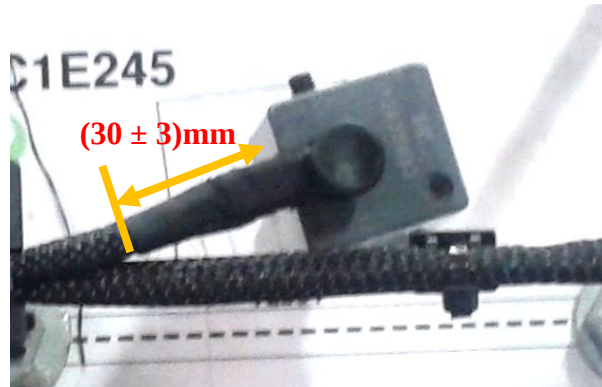
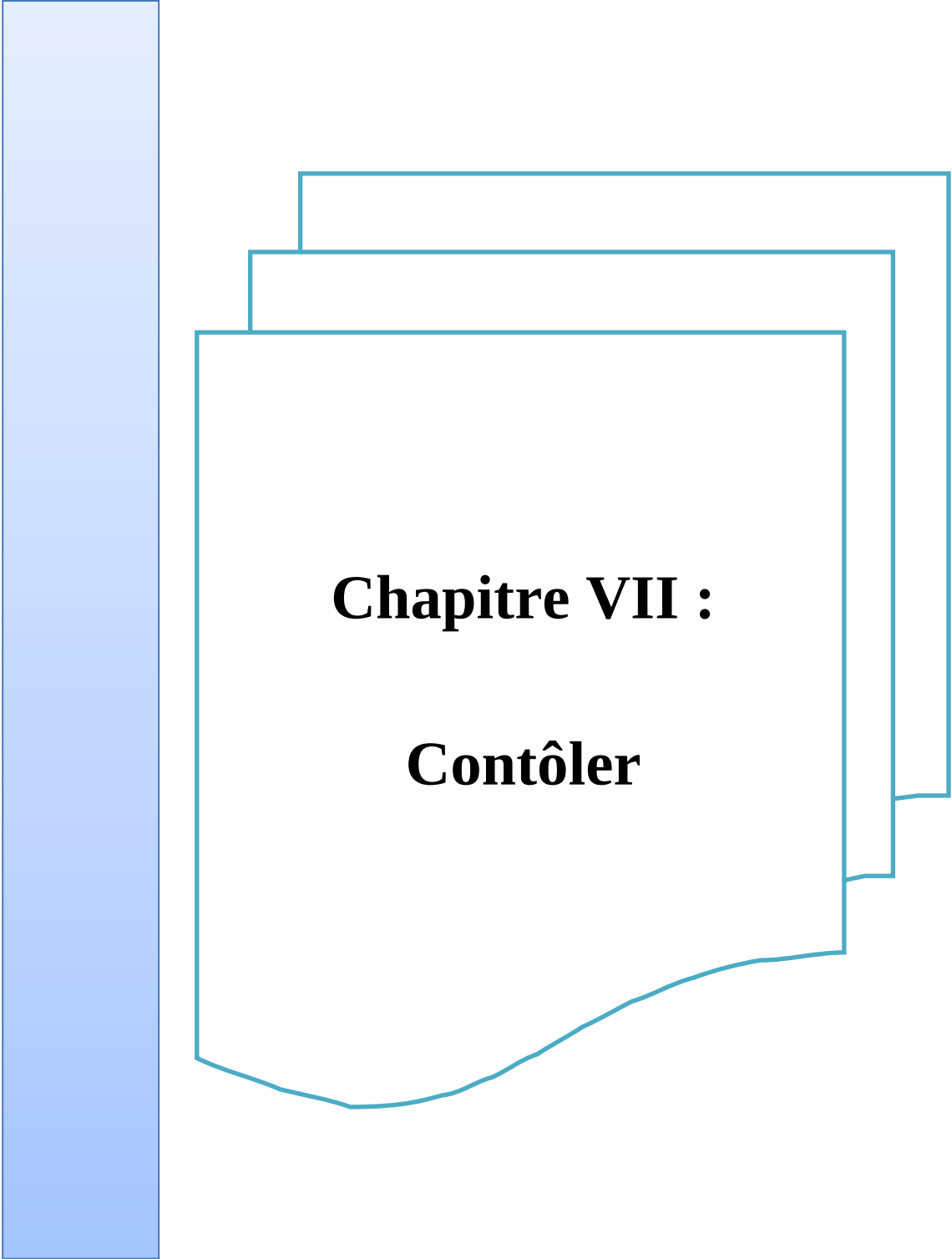


Figure 71: Cote exigée par le client

Dans un premier temps cette cote était assurée en effectuant une fixation de 3 tours et en continuant ensuite avec un bandage 100% avec 3 tours sur tube. Or, cette méthode risque de ne pas garantir une bonne cote. Donc, nous avons envisagé d'ajouter une pine (figure ci-dessous), ou autrement dit un crochet métallique sur le tableau d'assemblage dont le rôle est d'indiquer la fin de bondage. Ainsi, nous pouvons garantir une cote correcte.



Figure 46: Pines métalliques indiquant la fin de bondage



Chapitre VII :

Contrôler

I- Introduction

Cette partie résume tous les gains obtenus par les actions mises en place durant la période de stage au niveau des deux familles FWD Manual et Glow Plug du projet Panther.

Après avoir élaboré un plan d'action comportant les actions nécessaires pour résoudre les problèmes perturbant la performance des chaînes de production des deux familles, il est important de les mettre sur terrain. Pour cela une équipe a été consacrée par l'entreprise pour la mise en place des actions proposées.

Le prochain démarrage n'aura lieu qu'à partir de la semaine 25, c'est-à-dire à partir du 20 juin, pour cette raison nous allons utiliser des outils théoriques pour prévoir l'impact des actions mises en place.

Les actions d'améliorations qu'on a proposé ont impacté sur :

- ❖ L'ergonomie des chaînes de production (temps cycle et temps élémentaire).
- ❖ L'output des chaînes de production.
- ❖ La capacité des chaînes de production.

II- Suivi et contrôles des plans d'action mis en place

II-1- Ergonomie des chaînes de production :

- Taux d'occupation :

C'est le pourcentage du temps disponible effectivement utilisé par une chaîne pour la production. Chaque opérateur est chargé de réaliser un certain nombre d'opérations suivant un ordre bien défini dans le standard, ce qui nous a permis de calculer le taux d'occupation pour les chaînes de production des deux familles.

$$\text{Taux d'occupation} = \frac{\sum \text{Temps de cycle}}{\sum \text{ATT}}$$

Le temps de cycle de production : «Temps maximal accordé à chaque poste de travail pour l'achèvement d'un ensemble de tâches ».

En se basant sur les résultats de l'analyse du chronométrage donnés dans la phase « Analyser » et les résultats du balancement effectué dans la phase « Innover », nous pouvons calculer le taux d'occupation pour les chaînes de production des deux familles avant et après la phase TT.

- La famille FWD Manual :

Avant :

$$\sum \text{CT} = \frac{4312}{4352} = 99,08\%$$

Après :

$$\sum \text{CT} = \frac{4135}{4352} = 95,01\%$$

Nous pouvons remarquer que le taux d'occupation de la chaîne de production de cette famille est passé de 99.08% à 95.01%, car le temps utilisé par la chaîne pour la production qui était de 4312 secondes au démarrage de la phase TT a diminué après les améliorations apportées dans la phase « Innover », pour devenir égal à 4135 secondes.

- La famille Glow Plug :

Avant :

$$\sum CT = \frac{275}{288} = 95,49\%$$

Après :

$$\sum CT = \frac{262}{288} = 90,97\%$$

Pour cette famille, le taux d'occupation de la chaîne de production est passé de 95,49% à 90,97%, parce que le temps utilisé par la chaîne pour la production qui était de 275 secondes au démarrage de la phase TT a diminué après les améliorations apportées dans la phase « Innover », pour devenir égal à 262 secondes.

La diminution du taux d'occupation des deux chaînes de production a tendance à réduire le WSD (Work Standard Data) qui est le temps nécessaire pour produire un seul câble par un seul opérateur.

II-2- Output et capacité des chaînes de production

- Contrôle 17/19 :

Afin de bien déterminer les moyens en ressources humaines, ainsi que le nombre de câble à produit par shift, une étude de capacité de la nouvelle implantation s'avère primordiale pour satisfaire les attentes du client.

Pour ce faire, nous allons travailler avec une application standard à DELPHI programmée sur Excel qui est dite contrôle 17/19. Cette application permet de déterminer le nombre de shifts à utiliser, et le nombre d'opérateur nécessaire par shift, le volume produit par shift ainsi que la capacité de production de la chaîne par rapport au volume exigé en se basant sur des éléments d'entrée :

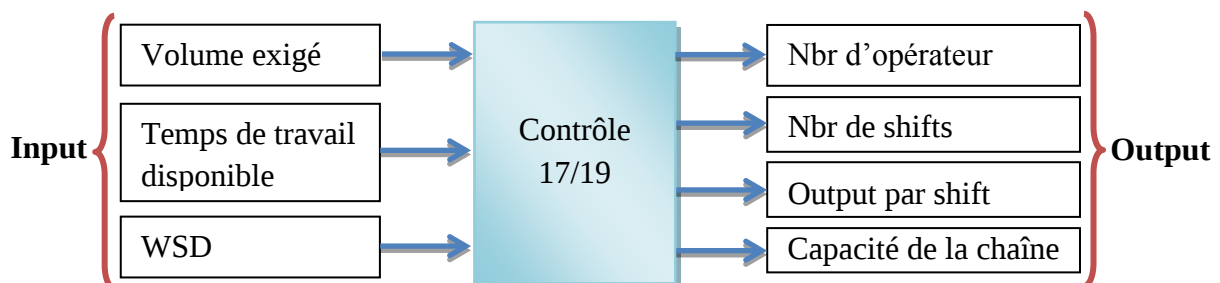


Figure 73: Entrées et sorties du contrôle 17/19

	WSD	Nbr d'opérateurs par shift	Volume exigé	Nbr de shifts par semaine	Nbr de shifts par semaine	Output par shift	Capacité de la chaîne		
Product Group	FA Work Content WSD F/A Content (min/pc)	# Lines	Boardsize (meter)	(# Operators per Crew	Max. Customer Requests (pcs/week)	# Shifts Available per week	Available Work Time per shift (min)	Output per Crew	Tool Capacity %
BODY_T84	24,00	1	3*1,2	20	3324	17,25	460	383	198,9%
Kits-Main	9,60	1		8,0		17,25	460	383	198,9%
Line-Main	14,40	1		12,0		17,25	460	383	198,9%
BODY_T87	27,00	1	3*1,2	10,0	1812	17,25	460	170	162,2%
Kits-Main	10,80	1		4,0		17,25	460	170	162,2%
Line-Main	16,20	1		6,0		17,25	460	170	162,2%

Tableau 24: Exemple de Contrôle 17/19

Dans le standard Delphi, il est toujours recommandé de commencer le calcul avec 3 shifts, c'est-à-dire 17.25 jours de travail par semaine (car 1 shift travaille 5,75 heures par semaine), le nombre d'opérateurs est ensuite varié de telle façon à avoir une capacité de la chaîne supérieure ou égale à 120%, mais sans dépasser 150%. Il est préférable d'avoir une capacité au voisinage de 120%.

La capacité de la chaîne et l'output par shift sont calculé en utilisant les relations suivantes :

$$\text{Output par shift} = \frac{\text{Nombre de personnes} \times 460\text{min}}{\text{le temps chiffré de la famille (WSD)}}$$

$$\text{Capacité \%} = \frac{\text{Nbre de lignes} \times \text{Le nbre de jours travaillés par semaine} \times \text{Le nbre de câble produit par shift}}{\text{Le volume moyen à produire}}$$

- Application aux deux familles :

Au début de la phase TT, le contrôle 17/19 affichait les résultats suivants :

Plant	Customer	Carline	Product group	FA Work Content (min/pc)	# Lines	Boardsize (meter)	# Boards per line (pcs)	# ROB's per Line	# Operators per Crew	Customer Requests (from annual volume) (pcs/week)	Max. Customer Requests (pcs per week)	# Shifts available per week	Available Work Time per Shift (min)	Output per Crew	Tool Capacity %
DPT	FORD	Glow Plug	^^	4,09	1	0,6*0,4	4	1	5	7103,41	7103,41	17,25	460	563	136,7%
			Kitting	2,99	1		4	1	3,7	7103,41	7103,41	17,25	460	563	136,7%
			Post prep	1,09	1		4	1	1,3	7103,41	7103,41	17,25	460	563	136,7%
			ROB	0,74	1		4	1	0,9	7103,41	7103,41	17,25	460	563	136,7%
			Packaging	0,36	1		4	1	0,4	7103,41	7103,41	17,25	460	563	136,7%
DPT	FORD	FWD Manual	^^	76,45	1	2,5*0,9	10	1	33	2841	2841	17,25	460	199	120,8%
			Kitting	39,75	1	2,5*0,9	10	1	17,2	2841	2841	17,25	460	199	120,8%
			Line	27,66	1	2,5*0,9	10	1	11,9	2841	2841	17,25	460	199	120,8%
			Post prep	9,04	1	2,5*0,9	10	1	3,9	2841	2841	17,25	460	199	120,8%
			ROB	6,15	1	2,5*0,9	10	1	2,7	2841	2841	17,25	460	199	120,8%
			Packaging	2,89	1	2,5*0,9	10	1	1,2	2841	2841	17,25	460	199	120,8%

Tableau 25: Contrôle 17/19 appliqué aux deux familles du projet avant la phase TT

D'après les résultats du contrôle 17/19, la chaîne de la famille FWD Manual donne une capacité de 120,8% avec un output de 199 câbles par shift. Quant à la famille Glow Plug, elle montre une capacité de 136,7% avec un output de 563 câbles par shift.

Après avoir implanté les changements cités dans la phase précédente au niveau des deux chaînes de production, nous avons établi de nouveau un contrôle 17/19 pour contrôler la capacité de chacune des deux chaînes :

Plant	Customer	Carline	Product group	FA Work Content (min/pc)	# Lines	Boardsize (meter)	# Boards per line (pcs)	# ROB's per Line	# Operators per Crew	Customer Requests (from annual volume) (pcs/week)	Max. Customer Requests (pcs per week)	# Shifts available per week	Available Work Time per Shift (min)	Output per Crew	Tool Capacity %
DPT	FORD	Glow Plug	^^	4	1	0,6*0,4	4	1	5	7103,41	7103,41	17,25	460	575	139,6%
			Kitting	2,92	1		4	1	3,7	7103,41	7103,41	17,25	460	575	139,6%
			Post prep	1,07	1		4	1	1,3	7103,41	7103,41	17,25	460	575	139,6%
			ROB	0,72	1		4	1	0,9	7103,41	7103,41	17,25	460	575	139,6%
			Packaging	0,35	1		4	1	0,4	7103,41	7103,41	17,25	460	575	139,6%
DPT	FORD	FWD Manual	^^	72,1	1	2,5*0,9	10	1	33	2841	2841	17,25	460	211	128,1%
			Kitting	37,49	1	2,5*0,9	10	1	17,2	2841	2841	17,25	460	211	128,1%
			Line	26,09	1	2,5*0,9	10	1	11,9	2841	2841	17,25	460	211	128,1%
			Post prep	8,53	1	2,5*0,9	10	1	3,9	2841	2841	17,25	460	211	128,1%
			ROB	5,80	1	2,5*0,9	10	1	2,7	2841	2841	17,25	460	211	128,1%
			Packaging	2,73	1	2,5*0,9	10	1	1,2	2841	2841	17,25	460	211	128,1%

Tableau 26: Contrôle 17/19 appliqué aux deux familles du projet après la phase TT

Nous pouvons déduire que les améliorations apportées au niveau des deux chaînes ont permis d'augmenter la capacité de celles-ci. En effet, la chaîne de la famille FWD Manual est capable de produire 211 câbles par shift au lieu de 199 câbles, tandis que l'output de la chaîne de la famille Glow Plug passe de 563 câbles par shift à 575 câbles par shift.

Conclusion

Ce stage a été une opportunité pour moi de vivre et d'acquérir une première expérience professionnelle dans le domaine de l'industrie. Expérience durant laquelle j'ai eu le plaisir de m'intégrer dans une équipe dynamique et d'apprendre un nombre considérable d'informations et d'outils sous plusieurs angles. Aussi, l'évolution au sein du département de l'ingénierie m'a permis d'acquérir un ensemble de connaissances dans le domaine du câblage.

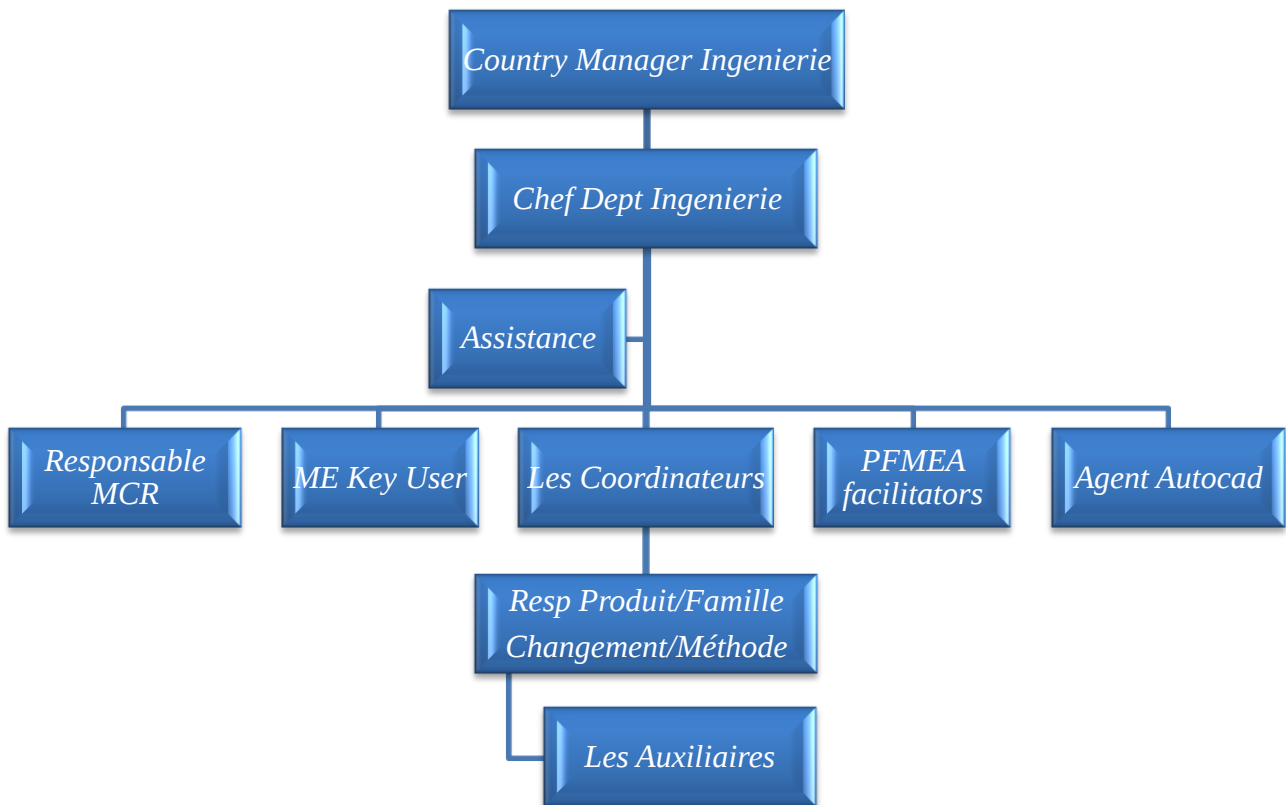
Pendant ce stage, j'ai eu l'occasion de faire une étude expérimentale des anomalies majeures observées durant la phase TT (Tooling Trial) du projet Panther au niveau des chaînes de production des familles FWD Manual et Glow Plug, ainsi qu'une étude de l'ergonomie des postes de travail pour des deux chaînes. Ma mission va au-delà du simple diagnostic puisqu'elle comprend également un plan d'action à travers lequel j'ai contribué à l'amélioration de la qualité des produits finis, à l'équilibrage des différents postes de travail et à l'augmentation de l'output des chaînes des deux familles étudiées.

Les résultats théoriques obtenus, s'avèrent concluants pour les deux familles grâce à l'adoption de la démarche « DMAIC ». En effet, l'évaluation de la capacité des chaînes de production des familles étudiées a révélé une augmentation de l'output de ces dernières d'environ 12 câbles par shift. Toutefois, j'aurais souhaité finaliser mon projet par un suivi de la production durant la phase PP (Pilot Production), qui n'aura lieu qu'à partir de la semaine 25, pour voir l'impact réel des actions recommandées.

Pour conclure, il est intéressant de signaler que cette expérience était énormément enrichissante. J'ai été imbibé d'esprit d'équipe en travaillant sur le sujet qui m'a été affecté, et j'ai été amené à découvrir des nouveaux outils de travail, et à développer des compétences relationnelles qui s'avèrent d'une immense importance dans l'intégration du monde professionnel.

ANNEXES

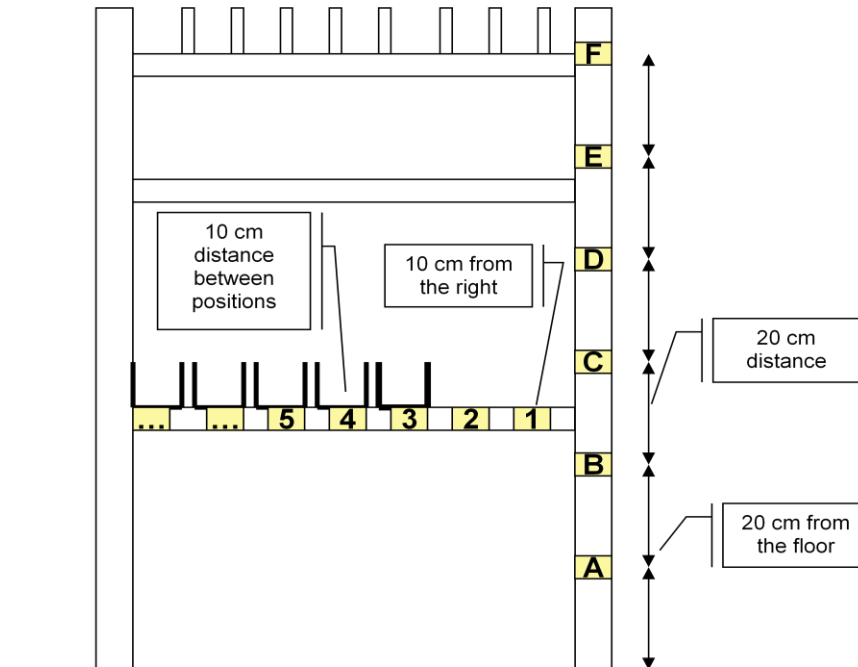
ANNEXE 1 : *Organigramme du département d'ingénierie*



ANNEXE 2 : *Distribution des fils et des composants*

1) Adressage d'une cellule (ou d'un Rack) :

La figure suivante représente un schéma de la face arrière d'une cellule (respectivement d'un rack) :



Les cellules et les racks comportent des étages et des positions définis de la façon suivante :

➤ **Les étages :**

- Les différents étages sont identifiés par des lettres (A, B, C...etc.).
- L'identification des étages se fait du bas vers le haut.
- Le premier étage se trouve à 20 cm du sol.
- Deux étages successifs sont séparés d'une distance de 20 cm.
- Si un composant se trouve entre deux étages, l'étage le plus haut est celui qui est considéré : par exemple si un composant se trouve entre l'étage « B » et l'étage « C », nous allons dire qu'il appartient à l'étage « C ».
- Les identifications des niveaux se trouvent sur le pilier droit de la cellule (respectivement du rack).

➤ **Les positions :**

- Les différents positions sont identifiées par des numéros (1, 2, 3...etc.).
- La numérotation des positions commence de la droite vers la gauche.
- La première position (numéro 1) se trouve à 10 cm du pilier droit.
- Deux positions successives sont séparées d'une distance de 10 cm.
- Si un composant se trouve entre deux positions, la position dont le numéro est le plus grand est celle qui est considérée : par exemple si un composant se trouve entre la position « 2 » et la position « 3 », nous allons dire qu'il appartient à la position « 3 ».
- Les identifications de composants se trouvent au milieu de la cellule (éventuellement du rack).

2) Listes de distribution :

En se basant sur l'adressage décrit dans la page précédente, une liste de distribution des fils et des composants est établie. Cette liste est partagée avec le département de la coupe afin que celui-ci alimente la chaîne de production.

Ci-dessous, un extrait de la liste de distribution des fils et des composants de la famille FWD Manual :

Poste/Cellules	Fils	Composants	Rack	BOITE	Etage	Position
CELL 1	21		Rack 1		H	1
CELL 1	22		Rack 1		H	2
CELL 1	TW_8(61+92+40)		Rack 1		H	3
CELL 1	TW_1(10+51)		Rack 1		H	4
CELL 1	97		Rack 1	A	H	5
CELL 1		M3536102/100	Rack 1	B	F	1
CELL 1		M3536102/180	Rack 1	B	G	1
CELL 1		M3536102/190	Rack 1	A	F	3
CELL 1		33153903	Rack 1	A	G	3
CELL 1		M4827004	Rack 1	B	G	5
CELL 1		10867192	Rack 1	B	F	5
CELL 1		13737045	Rack 1	B	F	7
CELL 2	TW2_(11+52)		Rack 2		H	1
CELL 2	TW3_(12+53)		Rack 2		H	2
CELL 2	TW4_(13+54)		Rack 2		H	3
CELL 2	TW10_(82+57)		Rack 2		H	4
CELL 2		M3536102/70	Rack 2	B	F	6
CELL 2		M3536102/90	Rack 2	B	G	1
CELL 2		M3536102/140	Rack 2	B	G	3
CELL 2		M3536102/80	Rack 2	B	G	4
CELL 2		13737045	Rack 2	C	G	6
CELL 2		10865955	Rack 2	B	F	4
CELL 2		M4827004	Rack 2	A	F	7
CELL 3		M5658106/135	Rack 3	B	G	2
CELL 3		M5658110/70	Rack 3	B	G	4
CELL 3		M3416004/50	Rack 3	B	G	5
CELL 3		M3416005/80	Rack 3	B	G	7
CELL 3		M5658110/60	Rack 3	B	F	7
CELL 3		M3416005/70	Rack 3	B	F	5
CELL 3		M4827004	Rack 3	A	F	4
CELL 4		M5050045	Rack 4	A	H	1
CELL 4		13541828	Rack 4	A	H	2

CELL 4		1218013	Rack 4	A	G	1
CELL 4		13798920	Rack 4	A	G	2
CELL 4		10788155	Rack 4	B	F	1
CELL 4		13798040	Rack 4	A	F	3
CELL 4		10757778	Rack 4	B	F	4
CELL 4		13798931	Rack 4	A	F	6
CELL 4		15452099	Rack 4	A	F	7
CELL 5		M3416007/240	Rack 5	C	F	8
CELL 5		33113326	Rack 5	SP	E	
CELL 6	99		Rack 6		H	1
CELL 6	100		Rack 6		H	2
CELL 6	101		Rack 6		H	3
CELL 6	102		Rack 6		H	4
CELL 6	103		Rack 6		H	5
CELL 6		33113326	Rack 6	C	F	1
CELL 6		13592065	Rack 6	A	G	1
CELL 6		13693107	Rack 6	A	G	2
CELL 6		13770423	Rack 6	C	G	3

La liste de distribution des fils et des composants de la famille Glow Plug est la suivante :

Poste/Cellules	fils	composants	Rack	BOITE	Etage	Position	Pénétration
CELL 1	600		Rack 1		E	2	1
CELL 1	601		Rack 1		E	2	1
CELL 1	602		Rack 1		E	1	1
CELL 1	603		Rack 1		E	1	1
CELL 1		13603078	Rack 1	A	G	6	1
CELL 1		10890367	Rack 1	B	G	5	1
CELL 1		10788155	Rack 1	B	G	3	2
CELL 1		12158013	Rack 1	A	G	2	1
CELL 1		13798034	Rack 1	A	G	1	1
CELL 1		13935933	Rack 1	B	F	4	4
CELL 1		15405773	Rack 1	B	F	6	1
CELL 1		M3536102/335	Rack 1	B	F	3	1
CELL 1		M3536102/185	Rack 1	C	F	1	1
CELL 1		M4827004	Rack 1	A	F	6	
CELL 1		M3536102/105	Rack 1	A	E	5	1
CELL 1		M3536102/65	Rack 1	A	E	4	1
CELL 1		13541828	Rack 1	A	H	1	
CELL 1		M5050045	Rack 1	A	H	2	

ANNEXE 3 : *Suivi horaire de la phase TT (Tooling Trial) de la famille FWD Manual*

- **Le 08/04/15 :**

Heure	Exigence	Production réalisée	CE	CC	Commentaires
6h -> 7h	5	1	0	0	Panne CM pour RTN 15 et RTN 43
					Réparation de côte
					Brides mal serrée (2,04,03,51,50,49)
7h -> 8h	5	3	0	0	Manque outil de sécurité (au niveau du ROB)
					PCM NOK
					Problème de sécurité pour les connecteurs C1M24, #2016 et C1465
					Brides mal serrée (2, 04, 03, 51, 50, 49, 15, 16, 43)
8h -> 9h	5	4	3	3	Bride erronée RTN 7
9h -> 10h	4	0	3	3	Réparation de la côte 7 (x2)
					Bride mal serrée (x3)
					Panne CM (Imprimante)
10h -> 11h	5	4	0	3	Panne CE
					Panne CM
					Réparation de côte
11h -> 12h	5	5	1	2	Panne CE
					Réparation côte
					Bride
					Bondage 50% de la côte 24 NOK
12h -> 13h	5	6	5	2	Panne CM
					Réparation de 4 câble
					côte C1DC35 NOK (courte)
13h -> 14h	6	2	0	0	
TOTAL	40	25	12	13	

- **Le 09/04/15 :**

Heure	Exigence	Production	ROB	CC	EMB	Commentaires
6h -> 7h	7	4	5	5	4	Panne molette (arrêt programme)
						Bug système
						Problème sortie du con C1DC35 / fil 8 court (respect de méthode)
7h -> 8h	7	6	5	5	4	Pb sécurité fermée C1E749 (réparation)
						Réparation côte
						Bride RTN42 + RTN11 mal coupées
8h -> 8h30	4	3	3	3	3	Bride RTN39 mal coupée (Problème ergonomie)
						Bride RTN 39 mal coupée
8h30 -> 9h	4	3	3	3	3	Connecteur C1M24 non conforme
						Bride RTN39 mal coupée
9h -> 9h30	4	1	3	3	3	Sortie con C1DC35 NOK (réparation -> fil 8 court)
						Panne CM
9h30 -> 10h	1	1	1	1	1	Rework 2 câbles
10h -> 10h30	3	2	2	2	2	C1M24 (Pb de ROB)
10h30 -> 11h	4	1	3	3	2	Impression Ticket program issue
11h -> 11h30	3	0	3	3	3	Blocage système
						Panne CM
11h30 -> 12h	4	2	3	3	3	blocage système
12h -> 13h	7	4	5	5	5	CM blocage système
13h -> 14h	8	8	8	8	6	
TOTAL	56	35	44	44	39	

- **Le 10/04/15 :**

	Exigence	Production	CE	CC	EMB	Commentaires
6h -> 7h	8	6	4	4	6	Réparation des câbles
						Panne CM
						Panne CM
7h -> 8h	8	5	5	3	4	Réparation Bride R43 tableau 1
8h -> 9h	8	5	3	3	3	Panne CE
9h -> 10h	6	5	4	3	3	Panne CE
10h -> 11h	8	4	12	9	9	Réparation des câbles
						Arrêt de la chaîne (Moyen de connexion du ROB plein)
						Arrêt de la chaîne (Moyen de connexion du ROB plein)
11h -> 12h	8	3	4	12	10	Réparation des câbles
12h -> 13h	9	4	6	6	5	Réparation des câbles
13h -> 14h	9	7	5	6	6	
TOTAL	64	39	43	46	46	

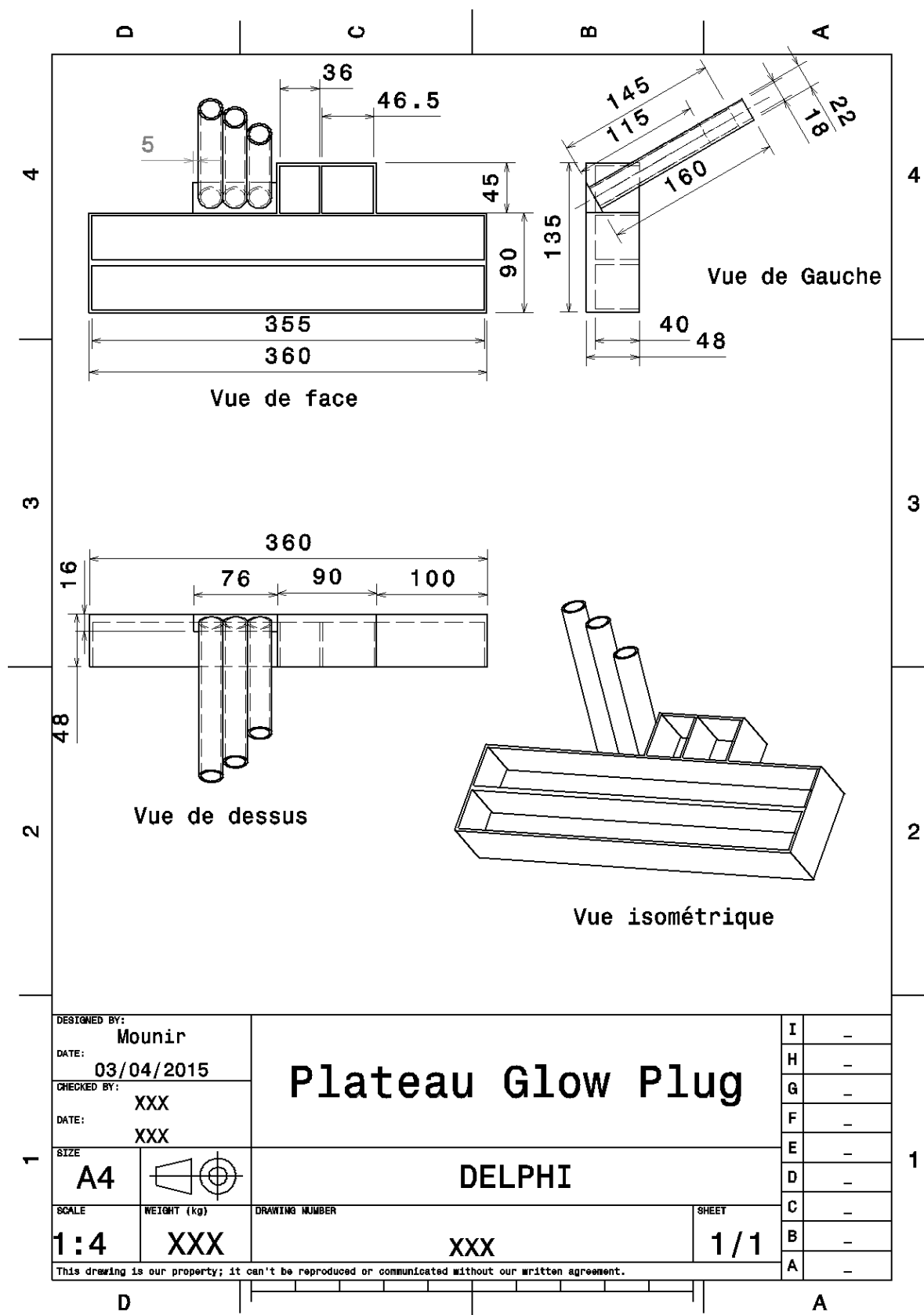
- **Le 13/04/15 :**

	Exigence	Production	CE	CC1	EMB	Commentaires
6h -> 7h	8	5	2	2	2	Réparation des câbles
						Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)
						Inversion au connecteur C11-A
						Bride RTN 11 mal serrée
7h -> 8h	8	4	1	1	1	Réparation voie déformée connecteur C1E104-A (PCM)
						Noeud mal réalisé (N40+N36)
						Inversion connecteur C1E104-A (PCM)
8h -> 9h	9	4	3	2	2	Noeud mal réalisé (M40+M36)
						Bride RTN 11 mal serrée
						Inversion au connecteur C11-A
9h -> 10h	6	3	3	2	2	RTN 42 mal serrée
						Réparation Connecteur C1E104-A (PCM)
						Inversion au connecteur C11-A
10h -> 11h	8	0	2	2	1	Réparation Connecteur C1E104-A (PCM)
						Bride (RTN 42 + RTN 11) mal serrées
						Inversion connecteur C1E104-A (PCM)
11h -> 12h	9	0	0	0	1	Nœud (N40+N36+N38)
						Inversion connecteur C1E104-A (PCM)
						Arrêt chaîne pour réparation
12h -> 13h	9	0	0	0	0	Bride (RTN 39 + RTN 11 + RTN 42 + RTN 38)
						Inversion connecteur C1E104-A (PCM)
						Arrêt chaîne pour réparation
13h -> 14h	9	6	6	2	2	
TOTAL	66	22	17	11	11	

- **Le 14/04/15 :**

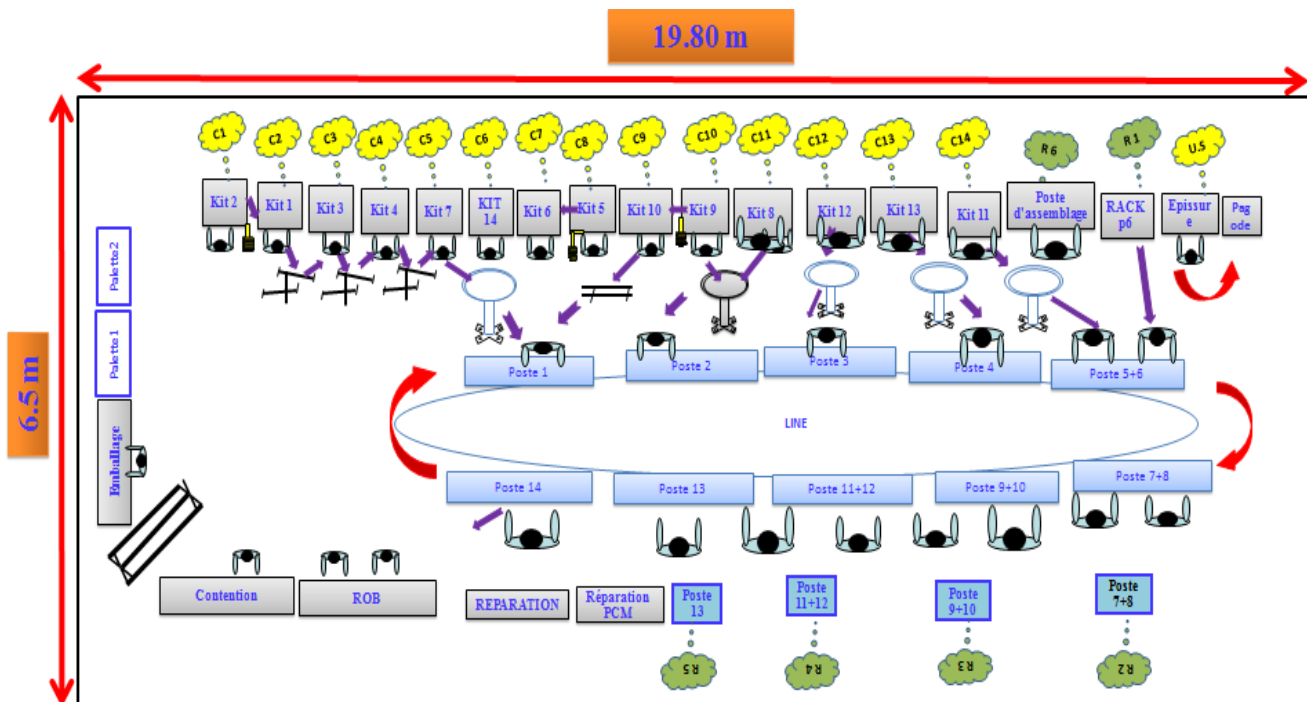
	Exigence	Production	CE	CC1	EMB	Commentaires
6h -> 7h	8	5	2	2	2	Réparation des câbles
						Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)
						Inversion C11-A
						Bride RTN11 mal serrée
7h -> 8h	8	4	1	1	1	Réparation voie déformée
						Nœud mal réalisé (N40+N36)
						Inversion au connecteur C1E104-A (PCM)
8h -> 9h	9	4	3	2	2	Noeud mal réalisé (M40+M36)
						Bride (RTN 11)
						Inversion au connecteur C11-A
9h -> 10h	6	3	3	2	2	RTN 42 mal serrée
						Réparation Con C1E104-A (PCM)
						Inversion C11-A
10h -> 11h	8	0	2	2	1	Réparation Con CE104
						Bride (RTN 42 + RTN 11)
						Inversion PCM
11h -> 12h	9	0	0	0	1	Nœud (N40+N36+N38)
						Inversion PCM
						Arrêt chaîne pour réparation
12h -> 13h	9	0	0	0	0	Bride (RTN 39 + RTN 11 + RTN 42 + RTN 38)
						Inversion PCM
						Arrêt chaîne pour réparation
13h -> 14h	9	6	6	2	2	
TOTAL	66	22	17	11	11	

ANNEXE 4 : Drawing du plateau de la famille Glow Plug



ANNEXE 5 : Chaînes de production après amélioration

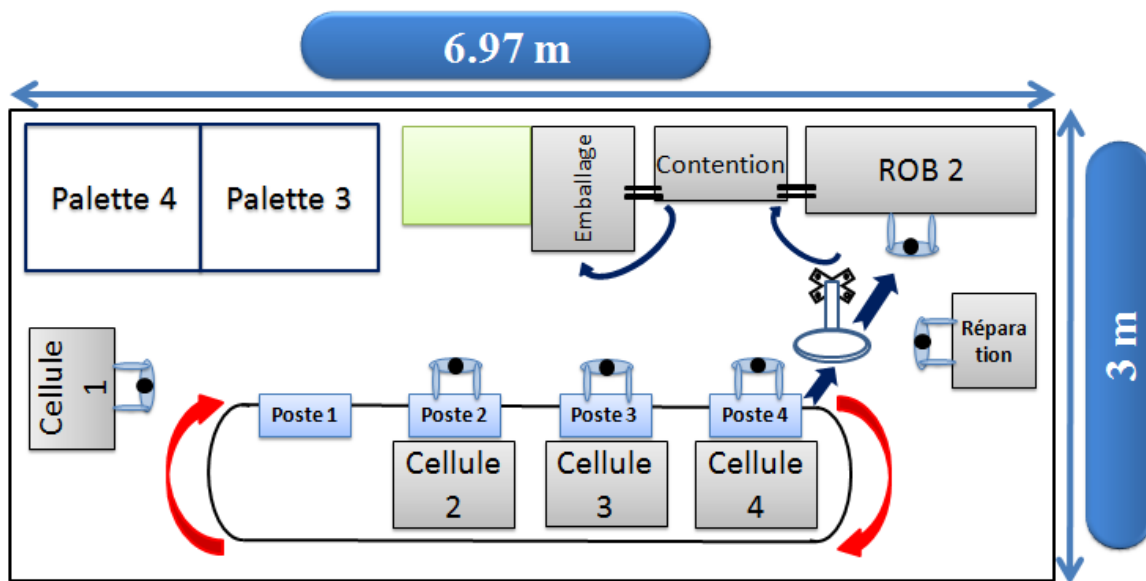
- La famille FWD Manual :



Les changements survenus au niveau de la chaîne de production de cette famille sont les suivants :

- Changement de la situation du kit 9.
- Changement de la situation du poste d'assemblage.
- Ajout d'une table de réparation réservée à la réparation du connecteur C1E104-A (PCM).
- Changement des moyens de connexions pour les cellules 2, 3 et 4.

- La famille Glow Plug :



Chaque poste de la chaîne disposera d'une cellule ou d'un plateau devant lui, ou seront placés les différents composants utilisés par l'opérateur du poste. Le plateau qui est conçu dans la phase « innover » servira de moyen de connexion entre l'opérateur du poste 1 et celui du poste 2.

Bibliographie

- [1] : Support de formation d'intégration.
- [2] : Maurice PILLET, « Six Sigma : Comment l'appliquer », Edition d'organisation.
- [3] : Nicola Volck , « Déployer et exploiter Lean Six Sigma ».
- [4] : Documents interne de Delphi Packard Tanger.



Stage effectué à : Delphi Packard Tanger



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

Nom et prénom : MARHOUMI Mohamed Mounir

Année Universitaire : 2014/2015

Titre : Démarrage du nouveau projet Panther et amélioration de la performance des chaînes de production des familles FWD Manual et Glow Plug

Résumé

Le présent rapport constitue le fruit du travail réalisé dans le cadre de mon stage de fin d'études en 2ème année cycle Master en génie industriel à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, effectué à la société Delphi Packard Tanger.

Ce travail a pour objectif l'amélioration de la performance des chaînes de production des familles FWD Manual et Glow Plug du projet « Panther ». Vu que le projet est dans la première phase de démarrage qui est la phase TT (Tooling Trial), plusieurs anomalies montent en surface, c'est dans ce cadre que s'inscrit mon stage d'ingénierie.

Donc le but suprême de mon projet consiste à étudier les défauts à l'origine des retards et des arrêts des chaînes rencontrés lors de la phase TT (Tooling Trial), l'analyse des problèmes les plus critiques et l'évaluation des temps cycles des postes des chaînes de production des deux familles étudiées. Pour mieux connaître les moyens de production à DELPHI, j'ai commencé par la maîtrise et la compréhension de la zone de travail 'Panther'. Ensuite je suis passé à l'identification des problèmes prioritaires à étudier en suivant la phase TT (Tooling Trial) du projet. Et pour finir, j'ai effectué un chronométrage des différents postes des chaînes des deux familles FWD Manual et Glow Plug. Cette étude visait la détermination des causes racines de chaque problème en se servant des outils d'analyse comme le diagramme d'Ishikawa et les 5 pourquoi.

J'ai proposé, par la suite, des actions d'amélioration en tirant des leçons qui seront d'une grande utilité pour le bon démarrage de la production en masse. Ces améliorations doivent permettre d'augmenter l'output et la capacité des chaînes en question.

Mots clés : Temps cycle, Output par shift, Capacité des chaînes, DMAIC, Phase TT (Tooling Trial), Projet Panther, Famille FWD Manual, Famille Glow Plug.