Université Sidi Mohammed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques
www.fst-usmba.ac.ma

Année Universitaire : 2012-2013

Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Lean manufacturing du projet REGIOLIS & Amélioration de l'industrialisation du projet PKP

Lieu : CABLIANCE Maroc
Référence : */13-MGI**

Présenté par :

Abdelbar EL MERZOUKI

Anass IRAQUI HOUSSAINI

Soutenu Le 20 Juin 2013 devant le jury composé de :

- **Mr. Anas CHAFI** **(encadrant)**
- **Mr. MOHAMMED EL KHOULDI** **(encadrant)**
- **Mr. Fahd KAGHAT** **(examinateur)**
- **Mr. Said HAOUACHE** **(examinateur)**

بسم الله الرحمن الرحيم

Préparé par :

Abdelbar EL MERZOUKI
&
Anass IRAQUI HOUSSAINI

Remerciements

Nos remerciements les plus sincères à l'ensemble du corps enseignant ; Professeurs et Administrateurs de la **F**aculté de **S**ciences et **T**echniques de **F**ès (**F .S .T. Fès**).

Nos remerciements les plus profonds à tous nos professeurs du département du génie industriel, à ceux qui ont contribué de près ou de loin à notre formation et à la réussite de cinq formidables années d'études au sein de la **F.S.T.**

Nous adressons également toute notre reconnaissance et notre gratitude à nos encadrants pour la réalisation du présent rapport : à

- Monsieur le **Professeur *Anas CHAFI (Encadrant FST***).
- Monsieur ***Mohamed KHOULDI Ingénieur (Encadrant Société Cabliance).***

Nous tenons à remercier tout particulièrement et à témoigner toute notre reconnaissance à l'ensemble de l'équipe de la société **Cabliance Fès**, pour nous avoir ouvert les portes de cette société sans aucune limite, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles nous ont fait vivre durant quatre agréables mois de stage .

Nous souhaitons déclarer au membre du jury que nous sommes flattés et honorés par leur présence : à

- Monsieur le **Professeur *Anas CHAFI***
- Monsieur le **Professeur Fahd KAGHAT**
- Monsieur le **Professeur Said HAOUACHE**
- Monsieur l'***Ingénieur Mohamed KHOULDI***

Une pensée particulière est adressée tout spécialement à nos parents, nos frères, sœurs et amis respectifs qui nous ont toujours encouragés et soutenus lors de nos choix.

Abdelbar *Anass*

SOMMAIRE

Introduction 9

Partie 1 : Contexte géneral du projet 10

Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'acceuil et du processus de production 11

1. Présentation de Cabliance Maroc 11
2. Fiche signalétique 11
3. Historique de CABLIANCE 12
4. Organigramme 13
5. Particularité du câblage ferroviaire 14
6. Département de Cabliance Maroc 14

Chapitre 2 : Présentation du métier de câblage 15

1. Introduction 15
2. Composants d'un faisceau électrique 16
3. Processus de fabrication des faisceaux 19

Partie 2 : Le Projet REGIOLIS 24

Chapitre 1 : Présentation du projet REGIOLIS 25

1. Introduction générale du projet 25
2. Les différents faisceaux du projet Régiolis 26
3. Problématique 28

Chapitre2 : Présentation du pupitre et démarche DMAIC du LEAN MANUFACTURING 29

1. Diagnostique du pupitre 29
   - 1.1 Introduction 29
   - 1.2 Composition du pupitre 30
2. Démarche DMAIC du LEAN MANUFACTURING 31
   - 2.1 Aperçu sur la démarche DMAIC du LEAN MANUFACTURING 31
     - 2.1.1 Historique 31
     - 2.1.2 Principe du LEAN MANUFACTURING 31
     - 2.1.3 Principe de la démarche DMAIC 31
3. Application de la démarche DMAIC du LEAN MANUFACTURING 32

3.1 Définir 32
3.2 Mesurer 37
3.3 Analyser 45
3.4 Améliorer 48
3.5 Contrôler 53

Partie 3 : Projet PKP 56

Chapitre 1 : Présentation du projet PKP 57

1. Introduction 57
2. Les différents faisceaux du projet PKP : 58

Chapitre 2 : La mise en Industrialisation du Projet PKP 60

1.Introduction 60
2.Planification globale : 60
2.1Planification du besoin en outillage 60
2.1.1Analyse de l'ancienne démarche pour la planification du besoin en outillage 62
2.1.2Nouvelle Démarche adoptée pour la planification de l'outillage du projet PKP 61
2.2Planification du besoin en moyen et main d'œuvre : 73
2.2.1Analyse de l'ancienne démarche pour la planification du besoin en moyen et ressources : 73
2.2.2Nouvelle Démarche adoptée pour la planification du besoin en moyen et ressources 76
2.3Implantation du projet PKP : 80
2.4Etablissement de la gamme de coupe et fabrication 81
2.5Etablissement des lay-outs 81
2.5.1Analyse des lay-out et discussions des problèmes potentiels 81
2.5.2Amélioration proposée 82
3.Lancement de la phase Prototype 86
3.1Analyse de l'ancienne démarche 86
3.2Nouvelle démarche adoptée pour le lancement de la phase prototype : 87

Conclusion 89

BIBLIOGRAPHIE 90

WEBOGRAPHIE 90

Annexes 91

Liste des Tableaux

Tableau 1: Fiche signalétique……11

Tableau 2 : Historique de CABLIANCE……13

Tableau 3 : QQOQCP……32

Tableau 4: Gamme de fabrication……34

Tableau 5: les temps de fabrication des faisceaux……37

Tableau 6 : Temps de cheminement des câbles par classes……37

Tableau 7: Répartition des temps de cheminement……39

Tableau 8 : Chronométrage du temps de sertissage du clip pré isolé……40

Tableau 9: chronométrage du temps de sertissage pour les contacts……40

Tableau 10: Répartition des temps de sertissage……41

Tableau 11: chronométrage du temps de montage des connecteurs rectangulaire……43

Tableau 12: chronométrage du temps de montage des connecteurs cylindrique……43

Tableau 13: Répartition des temps de montage des connecteurs……44

Tableau 14: Gamme de fabrication incluant la longueur des câbles……47

Tableau 15: gamme de fabrication pour le cheminement……49

Tableau 16: Récapitulatif des actions d'amélioration……53

Tableau 17: Liste d'outillage du projet PKP……62

Tableau18: Classement des outils spécifiques et communs……62

Tableau 19: la quantité des outils spécifiques et communs……63

Tableau 20 : la liste des outillages communs……65

Tableau 21: le programme de livraison……65

Tableau 22: données CABLIANCE……66

Tableau 23 : la liste des connexions serties par l'outil FT8……67

Tableau 24: Nombre de connexions serties par le même outil par projet……68

Tableau 25: chronométrage de temps de sertissage de chaque connexion……69

Tableau 26: Moyenne de temps de sertissage par outil……69

Tableau 27: la charge et le nombre d'outil par projet……71

Tableau 28: RCCP outil FT8……72

Tableau 29: Fichier BSL……73

Tableau 30 : Surface nette des supports du projet PKP……75

Tableau 31: plan de stockage de la voiture 2……77

Tableau 32: plan de stockage de la voiture 4……78

Tableau 33: plan de stockage de la voiture 5……78

Tableau 34 : Plan de stockage de la voiture 6……79

Tableau 35: Gamme de fabrication……81

Tableau 36: Tableau de pilotage…… 87

Liste des Figures

Figure 1 : Société CABLIANCE Maroc……11

Figure 2 : Organigramme de CABLIANCE Maroc……13

Figure 3 : Faisceau électrique……15

Figure 4 : câble unifilaire……16

Figure 5: câble multifilaire……16

Figure 6: câble coaxial……17

Figure 7 : exemples de connexions……17

Figure 8: exemples de connecteurs……18

Figure 9 : Gaines et agrafes de fixation……18

Figure 10 : Processus de fabrication des faisceaux……19

Figure 11: Préparation des paquets……20

Figure 12: gabarit de cheminement……21

Figure 13: Quelques outils de sertissage……22

Figure 14: emballage des faisceaux……23

Figure15: les catégories de train du projet REGIOLIS……25

Figure 16: Câblage intérieur caisse……26

Figure 17: Câblage sous-plancher……26

Figure 18: Pupitre ……27

Figure 19: sous pupitre……27

Figure 20: Pavillon cabine……28

Figure 21 : efficience des différentes références du projet REGIOLIS……28

Figure 22: image du pupitre à l'intérieur de la voiture d'extrémité……29

Figure 23: photo produit fini du pupitre……29

Figure 24: différentes classes de cheminement……30

Figure 25 : préparation mécanique de la dalle……33

Figure 26: les différentes étapes de sertissage……35

Figure 27: les différentes étapes de montage de connecteurs……36

Figure 28: Répartition des temps de cheminement……39

Figure29: Répartition des temps de sertissage……42

Figure 30: Répartition des montages des connecteurs……45

Figure 31: Diagramme d'ISHIKAWA……46

Figure 32: Lay-out expliquant la sur-longueur……47

Figure 33: Plan de cheminement (Lay out)……49

Figure 34: Lay-out pour le cheminement des paquets……50

Figure 35: Lay out incluant le nombre de câble par sortie……50

Figure 36: Lay-out incluant le nom de l'outil……51

Figure 37: Photo figuring……52

Figure 38: Lay out incluant les figurings pour le montage des connecteurs……52

Figure 39: Résultats obtenus après amélioration……54

Figure 40:Train PKP……57

Figure 41 : Planche de câblage armoires électriques –salle……58

Figure 42 : Intégration de la planche sur la voiture……58

Figure 43 : Planche de câblage zone armoires électriques……..58

Figure 44 : Intégration de la planche sur la voiture……..58

Figure 45 : Câblage zone plateforme climatisation et toiture……59

Figure 46 : Intégration de câblage sur la toiture de la voiture……..59

Figure 47: Ancienne démarche de planification des besoins en outillage……61

Figure 48: Donnée d'entrée pour le calcul RCCP……64

Figure 49: Affectation des opérateurs pour les supports supérieurs à 8 m……73

Figure 50: Affectation des opérateurs pour les supports inferieurs à 8m……74

Figure 51: surface dédiée pour chaque support……75

Figure 52: support sans stockage et support avec stockage……..77

Figure 53: Plan d'implantation du projet PKP……80

Figure 54: Lay- out-projet PKP……82

Figure 55: Lay- out avec les codes de cheminement……83

Figure 56: Plan de chargement des supports……84

Figure 57: Cartouche d'identification des planches……85

Figure 58: Conditions du lancement global de la phase prototype……86

Introduction

Aujourd'hui, la survie d'une entreprise dépend de sa capacité à répondre à la demande, et plus encore, de sa capacité à délivrer à ses clients dans les délais. Elle doit donc être très réactive et avoir une politique agressive en termes de sa planification, son industrialisation et sa gestion de production.

La maîtrise du temps devient une arme stratégique pour pouvoir continuer la croissance et donc assurer la survie de l'entreprise. Dans cette maîtrise du temps, le fait d'être plus rapide que ses concurrents en termes de conception et de lancement de nouveaux produits est un avantage considérable.

En effet, c'est dans ce cadre que s'articule notre stage de fin d'étude effectué au sein de CABLIANCE MAROC, veillant à augmenter l'efficience de la référence la plus névralgique du projet REGIOLIS (Pupitre) et à améliorer l'industrialisation du projet PKP.

Ce présent travail est subdivisé en trois parties principales :

- La première partie présente l'organisme d'accueil ainsi que le processus de production.
- La deuxième partie met l'accent sur les études et les travaux menés dans une perspective d'augmenter l'efficience du pupitre du projet ''REGIOLIS ''.
- La troisième partie quant à elle, met en place une procédure standard d'industrialisation du projet PKP et des projets futurs.

Partie 1 : contexte général du projet

Chapitre 1 :présentation de l'organisme d'accueil et du processus de production

1. Présentation de Cabliance Maroc

Crée le 08 Décembre 2012, CABLIANCE Maroc est le fruit d'une détention à parts égales entre le géant ALSTOM ; le groupe numéro 1 mondial dans (les centrales électriques, les turbines et alternateurs hydroélectriques, ***Les trains à très grande vitesse (TGV), les tramways***...), et NEXANS; le groupe leader mondial dans l'industrie du câble.

La société CABLIANCE MAROC est spécialisée dans la production des faisceaux et des armoires électriques pour l'industrie ferroviaire, elle est créée pour accompagner, tous les projets en cour et futur d'Alstom, dont le train à grande vitesse (TGV), reliant Casablanca-Tanger, le train REGIOLIS de France et le train PKP de Pologne…

2. Fiche signalétique

Le tableau 1 montre la fiche signalétique de CABLAINCE Maroc

Figure 1: Société CABLIANCE Maroc

Date de création	***2011***
Siège social	*Lot 106 Zone industrielle Ain CHKEF 30122 Fès*
Capital social	*27 000 000 MAD*
Directeur général	*Bouchaib EL OUAHDANI*
Actionnaires	*50% Alstom 50%Nexans*
Effectif	*120 personnes*
Statut juridique	*S.A*
Téléphone	*(+212) 535 72 42 00*
Site internet	*www.Cabliance.ma*
Logo	CABLIANCE MAROC

Tableau 1: Fiche signalétique

3. Historique de CABLIANCE

Le tableau 2 représente l'historique de CABLIANCE Maroc.

10 Décembre 2010	signature de l'accord Alstom ONCF pour le MGV Tanger Casablanca.
08 Juin 2011	signature de l'accord pour la création de la JV entre Alstom et Nexans.
22 Décembre 2011	création de la Société.
02 Janvier 2012	Lancement des travaux de rénovation de l'Usine.
05 Février 2012	Lancement de la formation du Management en Slovaquie.
08 Mars 2012	intégration du 1er Groupe des opératrices/opérateurs.
26 Mars 2012	Lancement production sur faisceaux Test CITADIS.
03 Juillet 2012	Audit Processus
14 Juillet 2012	Expédition de la 1ère Rame du CITADIS
08 Octobre 2012	Lancement du projet REGIOLIS
15 Octobre 2012	Expédition de la dernière Rame du CITADIS
10 AVRIL 2013	Lancement du projet PKP
05 Juin 2013	Lancement du projet MGV

Tableau 2 : Historique de CABLIANCE

4. Organigramme

L'organigramme illustré dans la figure 2 représente la structure hiérarchique de CABLIANCE Maroc.

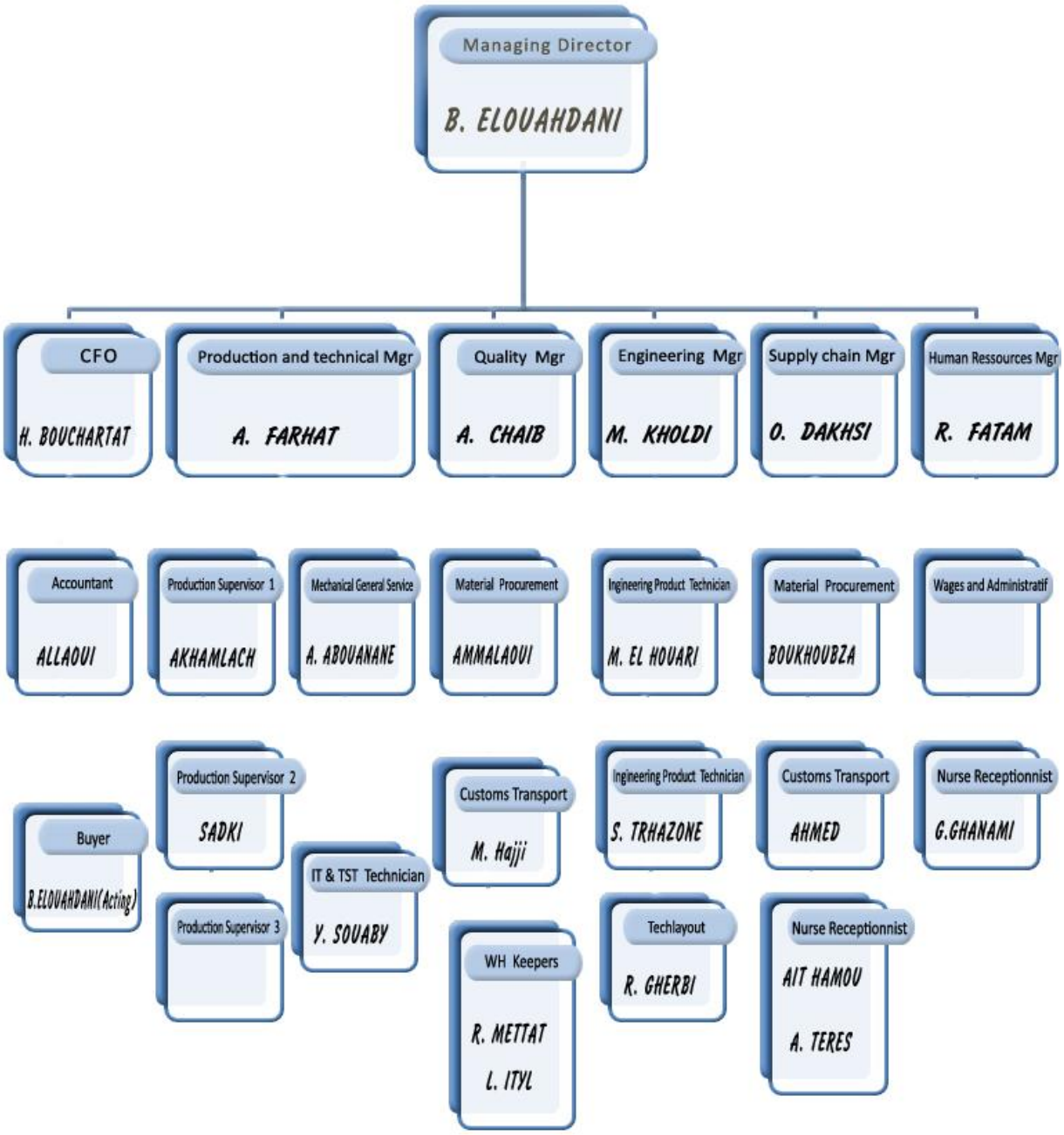


Figure 2 : Organigramme de CABLIANCE Maroc

5. Particularité du câblage ferroviaire

La fabrication des faisceaux et des armoires électriques dédiées à l'industrie ferroviaire est effectuée à la main et via des outils mécaniques ou pneumatiques de coupe et de sertissage, et cela, pour des raisons de sécurité.

En effet, le câblage ferroviaire doit respecter la Classe 1 de niveau de sécurité, à la différence du câblage automobile qui obéit aux normes de la classe 2 en terme de sécurité.

La majorité des références de Cabliance Maroc concerne les deux voitures d'extrémité ainsi que les salles, les toitures et les cabines.

6. Département de Cabliance Maroc

6.1 Le département des ressources humaines

Il a pour mission de disposer à temps des effectifs suffisants et assurer une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation. Il joue aussi le rôle de facilitateur et accompagnateur en social afin d'atteindre des objectifs fixés par le groupe en matière de ressources humaines.

6.2 Le département financier

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

6.3 Le département logistique

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

6.4 Le département qualité

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

6.5 Le département engineering

Il a pour mission d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par la spécification.

6.6 Le département production

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

6.7 Le département maintenance

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

Chapitre 2 :Présentation du métier de câblage

1. Introduction

Un faisceau électrique (voir Figure 3) est un ensemble de câbles électriques raccordés entre eux via des boitiers (Connecteurs). Son rôle est d'assurer :

- La distribution électrique,
- Le transfert des informations et la commande entre les différents équipements électriques et électroniques,
- La liaison électrique entre les appareils et leurs tables de commande.

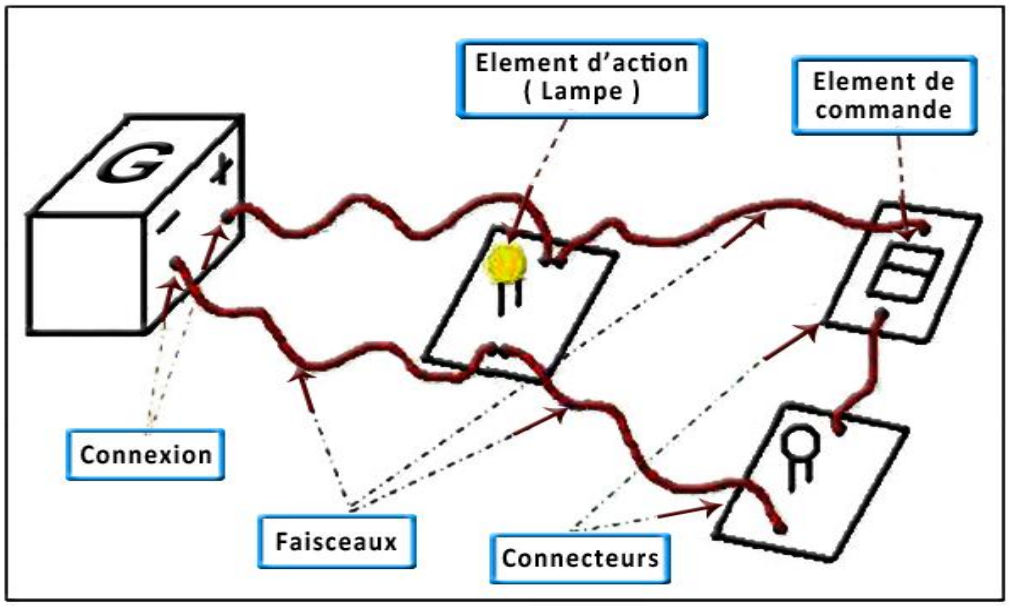


Figure 3 : Faisceau électrique

2. Composants d'un faisceau électrique

Le faisceau est composé principalement de :

2.1 Câbles électriques

C'est un ensemble de brins métalliques twisté et isolé linéairement par du plastique, son rôle est d'assurer le passage de courant électrique. Les câbles électriques existent sous plusieurs types citons par exemple :

2.2 Câble unifilaire :

C'est un câble qui est constitué de deux parties (voir figure 4) : une partie constituée par un ensemble de conducteurs isolés appelés brins et une partie isolante appelée PVC qui permet la protection de ces conducteurs.

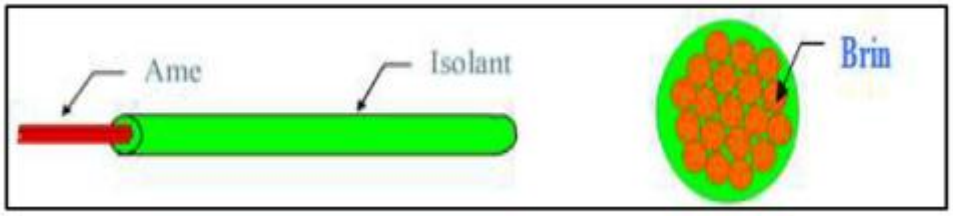


Figure 4: câble unifilaire

2.3 Câble multifilaire :

Le câble multifilaire (voir figure 5) est un ensemble de câbles unifilaires qui sont eux-mêmes protégés par une gaine PVC.

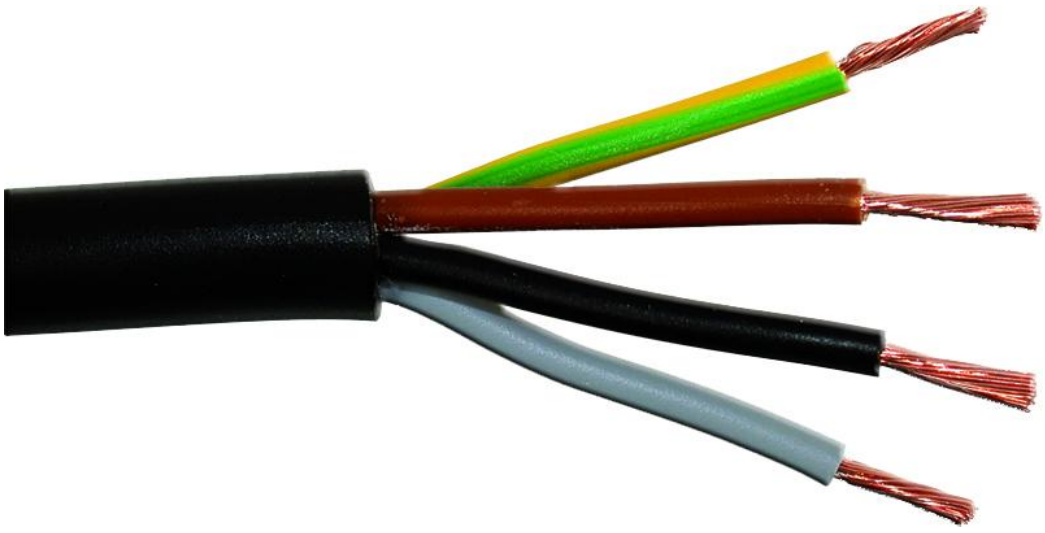


Figure 5 : câble multifilaire

2.4 Câble coaxial :

Les câbles coaxiaux voir figure 6 sont généralement constitués d'un conducteur central (âme), d'une enveloppe isolante (Gaine) et d'un conducteur extérieur (tresse).

Figure 6 : câble coaxial

2.5 Connexion

C'est un élément métallique qui s'accroche au bout d'un fil pour permettre sa jonction à un connecteur (voir figure 7) :

Figure 7 : exemples de connexions

2.6 Connecteur

C'est un boitier en plastique ou en métal composé de cavités où se connectent un ou plusieurs fils. Il est nécessaire soit pour les raccordements fil à fils, soit sur appareil, il peut être monovoie ou multivoie à simple verrouillage (couvercle).

Nous distinguons plusieurs types de connecteurs la figure 8 montre quelques exemples :

Figure8 : exemples de connecteurs

2.7 Éléments de protection

Les éléments de protections utilisés dans un faisceau (voir figure 9) sont :

- Les gaines : rassemblent les fils et assurent leur étanchéité.
- Les agrafes : permettent de positionner rapidement le faisceau et le maintien des câbles et des gaines.

Figure 9: Gaines et agrafes de fixation

3. Processus de fabrication des faisceaux

La figure 10 représente le processus qu'adopte CABLIANCE Maroc pour la fabrication des faisceaux

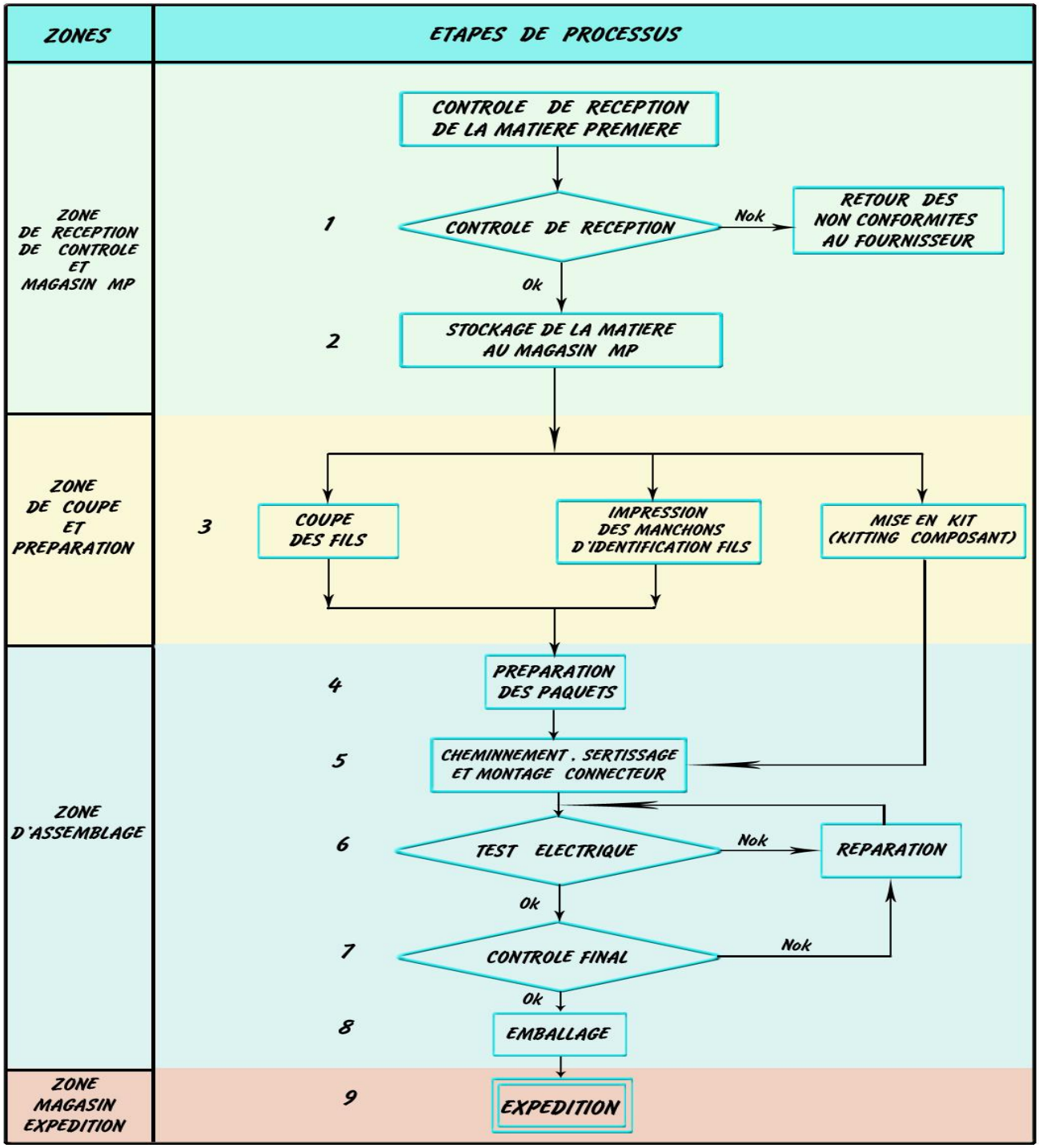


Figure 10: Processus de fabrication des faisceaux

3.1 Réception et stockage de la matière première

Après avoir reçu la matière première qui est généralement des bobines de fils, des connecteurs et des connexions, les contrôleurs font un contrôle de réception avant le stockage de cette matière dans le magasin de la société.

3.2 la coupe de fils

La coupe des fils se fait soit manuellement sur des tables spéciales pour la coupe, soit automatiquement sur des machines spéciales pour les petites sections.

Les machines de coupe assurent selon le programme les applications suivantes :

- coupe à longueur voulue ;
- le marquage continu du fil à l'aide d'une imprimante.

3.3 Préparation des paquets

Les fils ou les câbles coupés sont destinés à se regrouper, suivant un document préparé par le bureau de méthode, pour être assemblé sur la planche d'assemblage.

Les moyens utilisés dans le poste de préparation (voir figure 11) sont :

- Les manchons : utiles pour définir les extrémités du câble (tenant/aboutissant).
- Le scotch déchirable : utilisé pour fixer la partie tenant d'un paquet

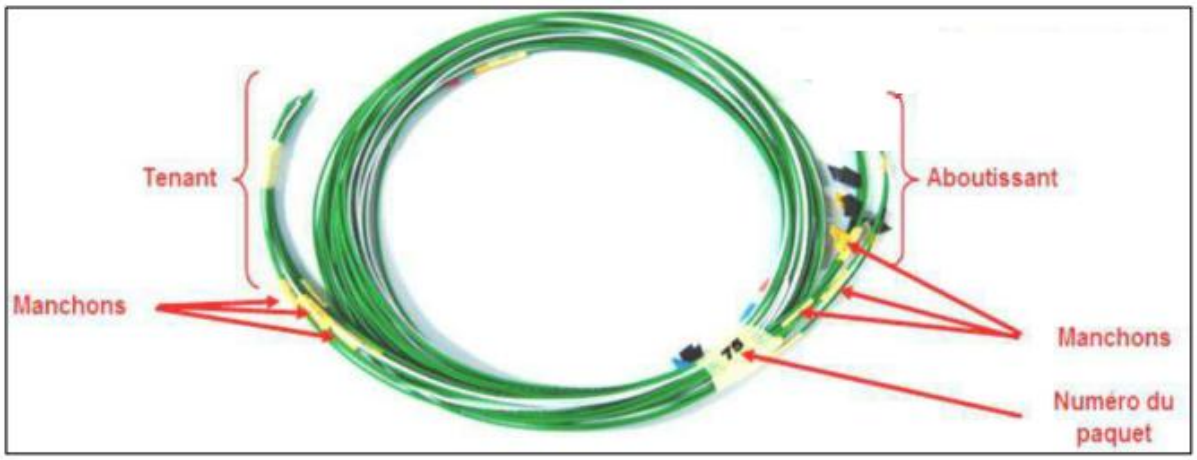


Figure 11: Préparation des paquets

3.4 Cheminement des câbles

Le cheminement des paquets est défini comme étant la mise en place de ces derniers sur la planche (voir figure 12) suivant le plan de câblage et cela en partant de la première extrémité du câble (tenant) qui porte le numéro de paquet et le repère électrique en passant par une trajectoire bien définie sur la planche jusqu'à atteindre la deuxième extrémité (aboutissant).

L'opération de cheminement se fait selon des classes, chacune de ces classes contient un nombre déterminé de paquets.

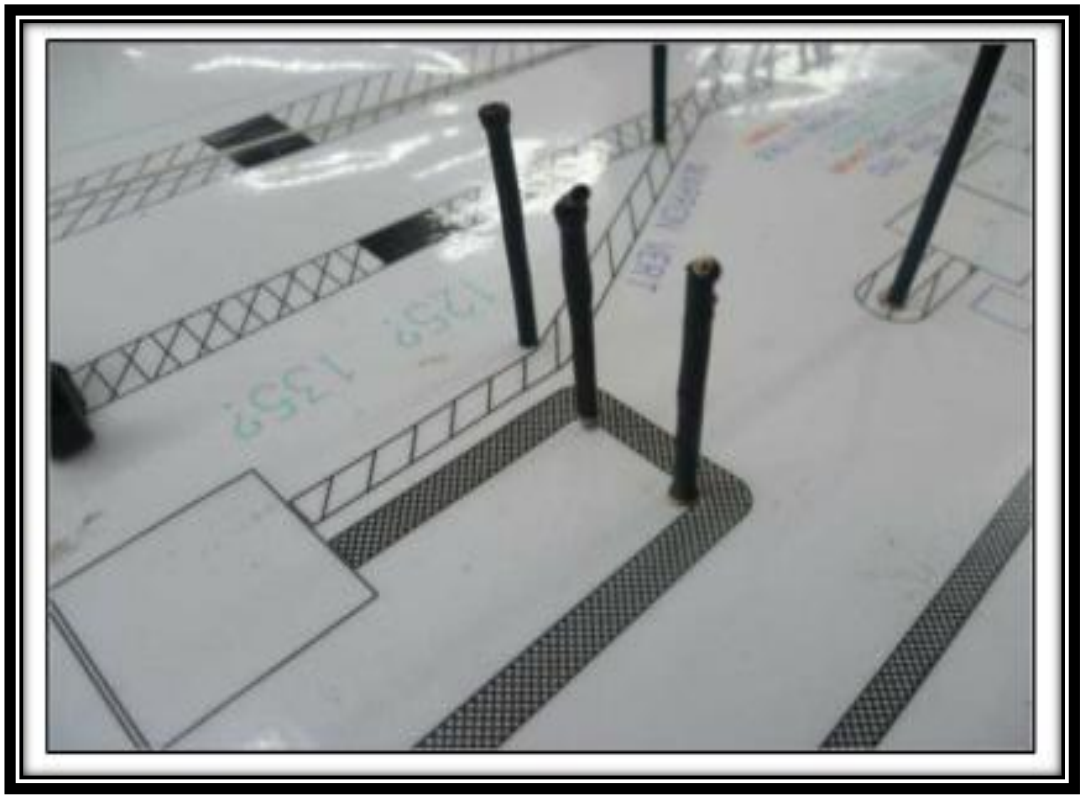


Figure 12: gabarit de cheminement

3.5 Dénudage et sertissage des fils

Le dénudage du câble est une étape très importante du procédé de sertissage. Le dénudage à retirer une partie de la gaine de câble, sans endommager le conducteur ou le reste de l'isolation. Les câbles utilisés dans les différentes applications peuvent varier considérablement, et les procédures de dénudage dépendent de la nature du câble.

Le sertissage est le fait de fixer la connexion avec le fil, en vue de garantir une résistance à une certaine force d'arrachement avec un outil bien déterminé, pneumatique, électrique ou hydraulique.

Pour les deux opérations citées précédemment, l'opérateur s'appuie sur un manuel de sertissage pour déterminer la longueur de dénudage ainsi que l'outil à utiliser pour le sertissage de la connexion convenable. (Voir figure 13)

Figure 13: Quelques outils de sertissage

3.6 Montage des connecteurs

Le montage des connecteurs est une opération qui permet d'assembler les câbles sertis avec un connecteur bien défini sur le gabarit de cheminement. Les instructions de montage d'un tel connecteur sont présentées dans le mode opératoire, donc il suffit de suivre les instructions pour monter un tel connecteur.

3.7 Test électrique

Après le montage de tous les connecteurs du faisceau, ce dernier doit passer par des tests électriques pour valider sa conformité avant le contrôle final puis l'emballage.

Avant l'achat du testeur automatique, les tests étaient réduits à un seul test qui est le test fil à fil, ce dernier consiste à tester la continuité des faisceaux électriques par un multimètre en liant les deux extrémités de chaque câble par le multimètre, si ce dernier ne sonne pas cela

implique qu'il y a une inversion dans le montage qu'il faut réparer et noter dans le rapport de contrôle.

3.8 Contrôle final

Cette opération consiste à vérifier la conformité du câblage par rapport aux documents exigés par le client.

3.9 Emballage et expédition du produit final

Cette opération consiste à protéger tous les composants des faisceaux (connecteurs, boitiers, connexions…) par le papier à bulles pour éviter toute détérioration de ces composants et toute agression au niveau des câbles du conditionnement des faisceaux. (Voir Figure 14)

Figure 14: emballage des faisceaux

Partie 2 : Le Projet REGIOLIS

Chapitre 1 : Présentation du projet REGIOLIS

1. Introduction générale du projet

Le REGIOLIS est le nom donné par la SNCF et ALSTOM au nouveau train commander par SNCF afin de renouveler son parc ferroviaire.

Les premières rames du REGIOLIS seront mises en service commercial d'ici fin 2013. Le contrat atteindra un millier de rames.

Le REGIOLIS sera décliné en deux versions : automotrice (électrique) et automoteur bimode (électrique et diesel) et atteindra une vitesse de 160 km/h.

Il est composé de quatre ou six voitures suivant sa capacité :

PPM : Porteur Polyvalent Moyen (contient quatre voiture)

PPG : Porteur Polyvalent Grand (Contient six voiture)

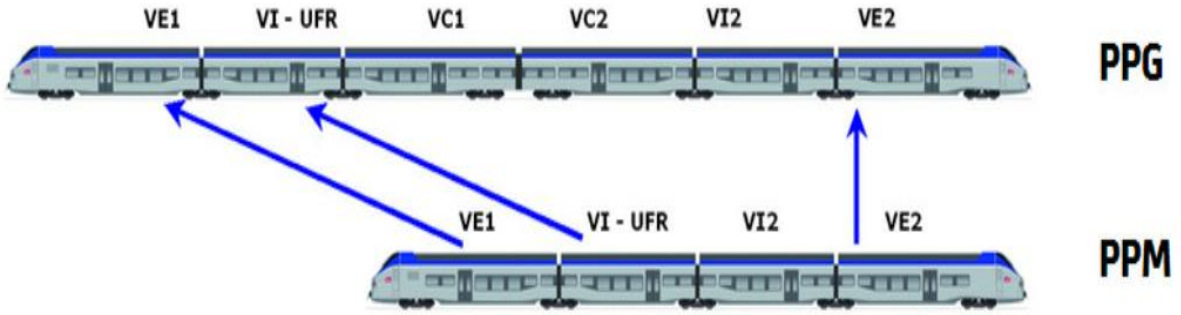


Figure15: les références de train du projet REGIOLIS

2. Les différents faisceaux du projet Régiolis

2.1 Câblage intérieur caisse

La Figure 16 représente le produit fini du câblage intérieur caisse

Figure 16: Câblage intérieur caisse

2.2 Câblage sous plancher

La Figure 17 représente le produit fini du câblage sous plancher

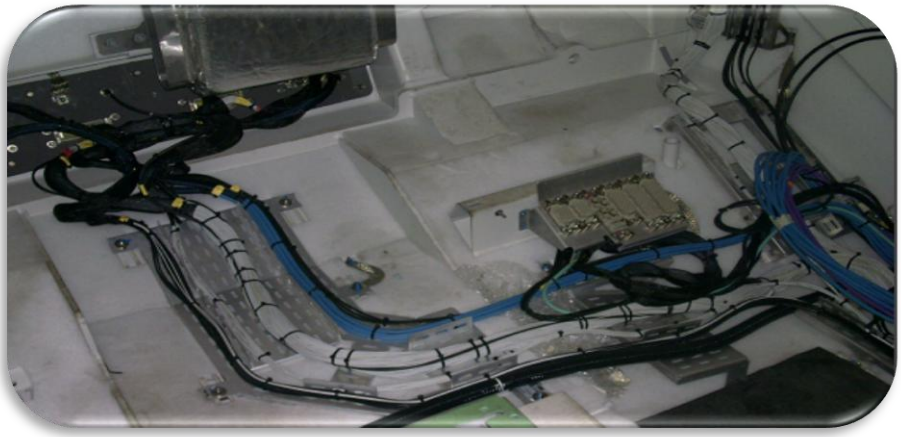


Figure 17: Câblage sous-plancher

2.3 Pupitre

La Figure 18 représente la référence du pupitre à l'état final.

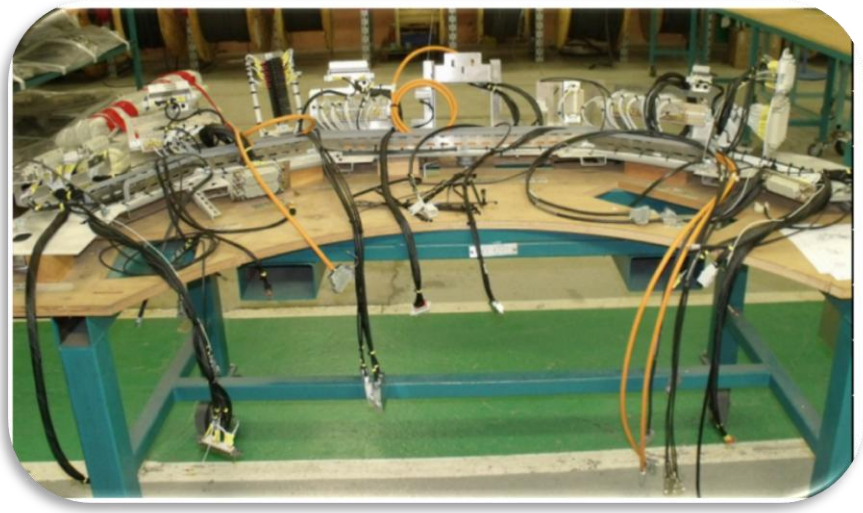


Figure18: Pupitre

2.4 Sous pupitre

La Figure 19 représente la référence du sous pupitre.

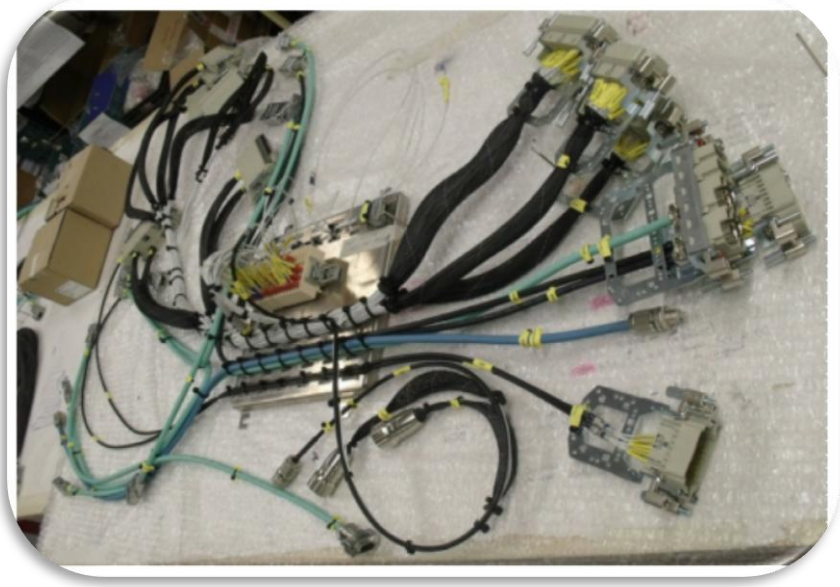


Figure 19: sous pupitre

2.5 Pavillons cabine

La Figure 20 représente le faisceau pavillon cabine.

Figure 20: Pavillon cabine

3. Problématique

Les retards de livraison que connait le pupitre à cause de son temps de production long ont poussé le service ingénierie de CABLIANCE MAROC de lancer une étude pour connaitre les raisons de ces retards et cela en procédant à une démarche de BENCHMARKING interne afin de comparer l'efficience du pupitre avec les autres références existantes dans le projet REGIOLIS.

La Figure 21représente l'efficience des différentes références du projet REGIOLIS :

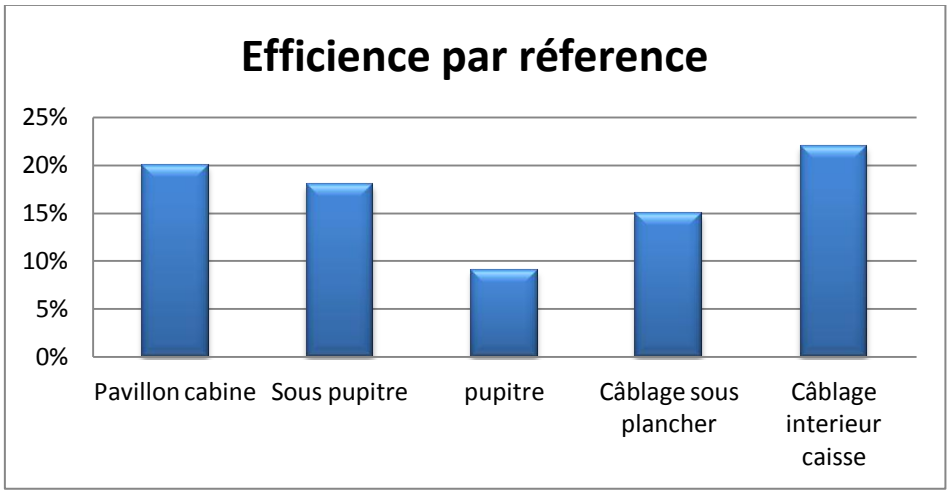


Figure 21: efficience des différentes références du projet REGIOLIS

Vu l'efficience basse du pupitre (9%) nous allons mettre en œuvre la démarche DMAIC du LEAN MANUFACTURING afin d'identifier les causes réelles de ce temps de production.

À la lumière de cette démarche, nous allons apporter des améliorations nous permettant parla suite de réduire le temps de production et ainsi augmenter l'efficience.

Chapitre2 : Présentation du pupitre et démarche DMAIC du LEAN MANUFACTURING.

1. Diagnostic du pupitre

1.1 Introduction

Le pupitre est un dispositif qui se situe dans la voiture d'extrémité du train et qui s'occupe de la partie commande de ce dernier. (Voir Figure 22)

C'est au niveau du pupitre où s'effectue le démarrage, l'arrêt, le déclenchement de la climatisation de la radio, les indicateurs de vitesse de pression, etc.… (Voir Figure 23)

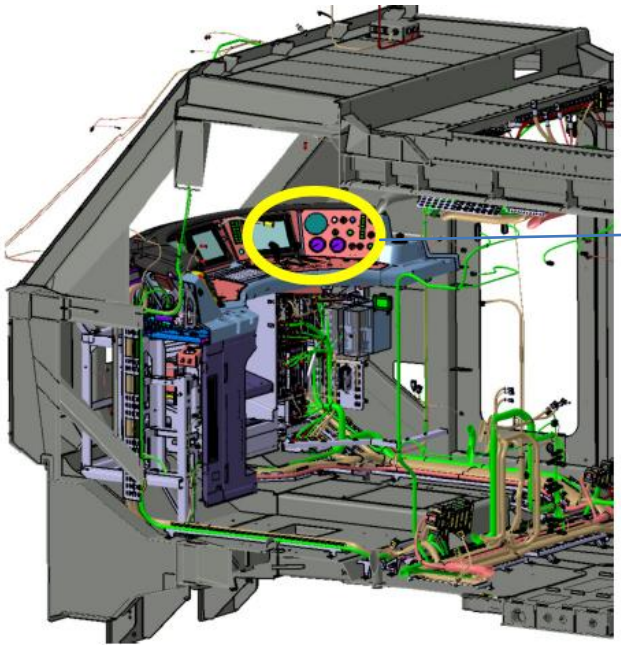


Figure22: image du pupitre à l'intérieur de la voiture d'extrémité

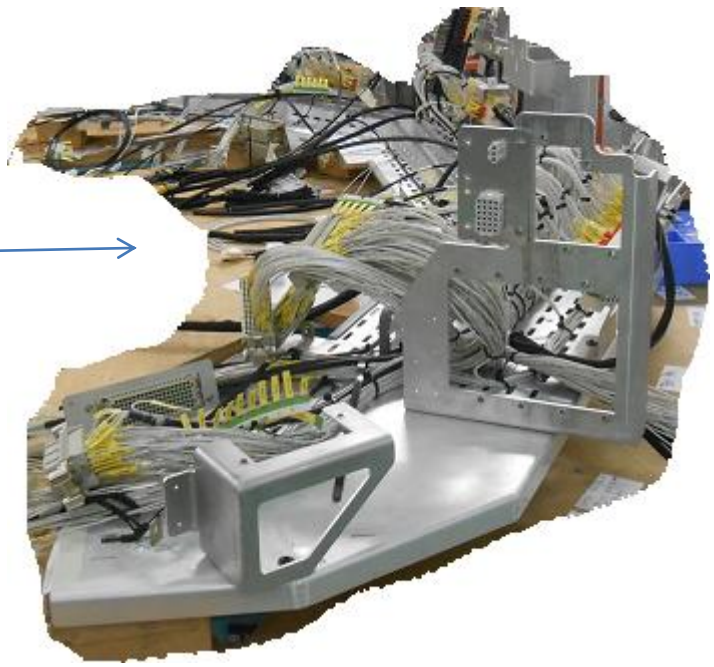


Figure 23: photo produit fini du pupitre

1.2 Composition du pupitre

1.2.1 Référence du pupitre

Au sein de Cabliance, la fabrication se fait en deux références

- VE1 : Voiture d'extrémité 1.
- VE2 : Voiture d'extrémité 2.

La différence entre les deux références réside dans l'ajout de quelques câbles.

1.2.2 Organisation de la fabrication du pupitre

La fabrication du pupitre s'effectue d'une manière séparée suivant 4 classes de tensions, en commençant par la classe 4a qui contient le plus grand nombre de câbles ensuite 4b, et puis 2a et 1b.(Voir Figure 24)

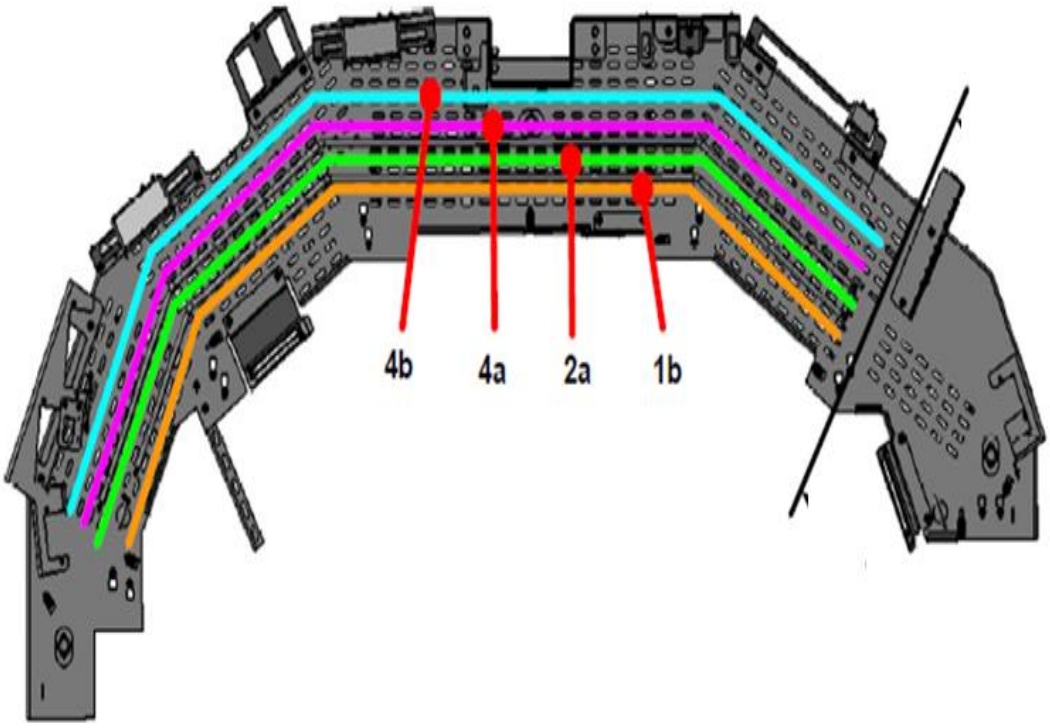


Figure 24: différentes classes de cheminement

2. Démarche DMAIC du LEAN MANUFACTURING

2.1 Aperçu sur la démarche DMAIC du LEAN MANUFACTURING

2.1.1 Historique

Le LEAN MANUIFACTURING a été développé par TOYOTA en 1987.

Ensuite, à son efficacité il a été adopté par d'autres compagnies notamment Général Motors, Ford…

2.1.2 Principe du LEAN MANUFACTURING

Le LEAN MANUFACTURING est basé sur l'élimination des Gaspillages (mudas) au sein des processus de production.

Les différents types de gaspillages traités par le Lean Manufacturing sont les suivants :

- Traitements inutiles
- Temps d'attente
- Mouvements inutiles
- Surproduction
- Surstockage
- Transports inutiles
- Erreurs de rebuts

2.1.3 Principe de la démarche DMAIC

La démarche DMAIC est destinée à cadrer la résolution du problème et l'amélioration des services dans les entreprises.

Elle est composée de cinq étapes ordonnancées selon une logique structurée

- Définir
- Mesurer
- Analyser
- Améliorer
- Contrôler

La démarche DMAIC vise à fournir un diagnostic approfondi des problèmes rencontrés dans une organisation avant de les résoudre. C'est la raison pour laquelle le problème doit être quantifié, les causes profondes clairement identifiées pour que les solutions développées en phase d'amélioration s'attaquent à la racine du problème.

3. Application de la démarche DMAIC du LEAN MANUFACTURING

3.1 Définir

3.1.1 Définition du problème

Pour décrire d'une manière structurée notre situation problématique, nous allons utiliser l'outil QQOQCP :

Donnée d'entrée : Efficience faible	
Qui : qui est concerné par le problème ?	Le département ingénierie de CABLIANCE Maroc
Quoi : c'est quoi le problème ?	Réduire le temps de production
Où ? Où apparait le problème ?	Au niveau du pupitre
Quand ? quand apparait le problème	Au moment de cheminement, sertissage et montage de connecteur.
Comment ? Comment mesurer le problème et ces solutions ?	Chronométrer les différentes étapes de fabrication
Pourquoi ? pourquoi faut-il résoudre le problème ?	Réduire le temps de production Augmenter la quantité des faisceaux Augmenter l'efficience Satisfaction client
Donnée de sortie : Efficience améliorée	

Tableau 3 : QQOQCP

3.1.2 Définition des objectifs

L'objectif de CABLIANCE MAROC est d'augmenter son efficience de 9% à 25%. C'est la raison pour laquelle nous avions comme mission de faire une étude critique afin d'agir sur les différentes opérations de fabrication du pupitre, or cet objectif ne peut être atteint qu'en :

- Réduisant la durée de fabrication.
- Facilitant le travail des opérateurs.

CABLIANCE Maroc retient comme formule de l'efficience :

$$Efficience = \frac{Charge}{Effectif * Heure\ de\ travail\ net/mois}$$

$$= \frac{Temps\ standard * Quantité\ de\ faisceau}{Effectif * Heure\ de\ travail\ net/mois}$$

Avec :

- le temps standard = 44.8h/faisceaux
- Heure de travail net : 330h/mois

Augmenter l'efficience revient donc à :

- Augmenter la quantité des faisceaux fabriqués.
- Diminuer l'effectif.

La possibilité de diminution de l'effectif s'avère un choix inadéquat pour les raisons suivantes :

- Opérateurs débutants,
- Nouveau projet.

Donc dans ce qui suit notre objectif se focalisera sur l'augmentation de la quantité de faisceaux fabriqués.

3.1.3 Étude du procédé de fabrication du pupitre

Durant cette partie nous allons développer la procédure utilisée pour la fabrication du pupitre.

Première étape : Préparation mécanique de la dalle (voir figure 25)

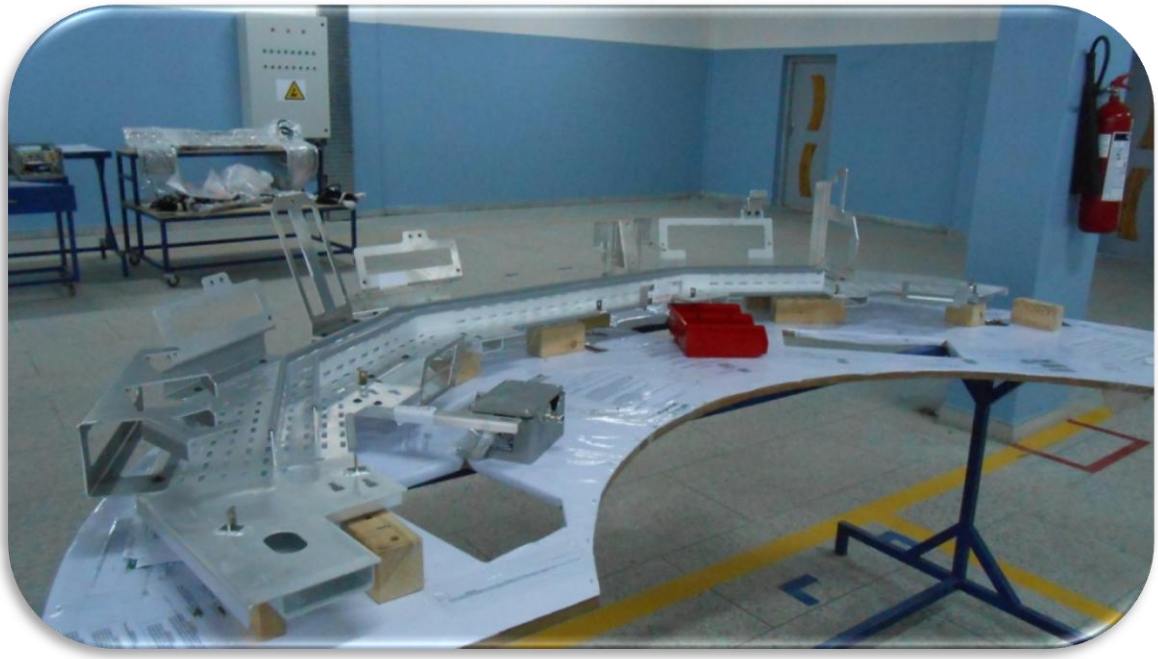


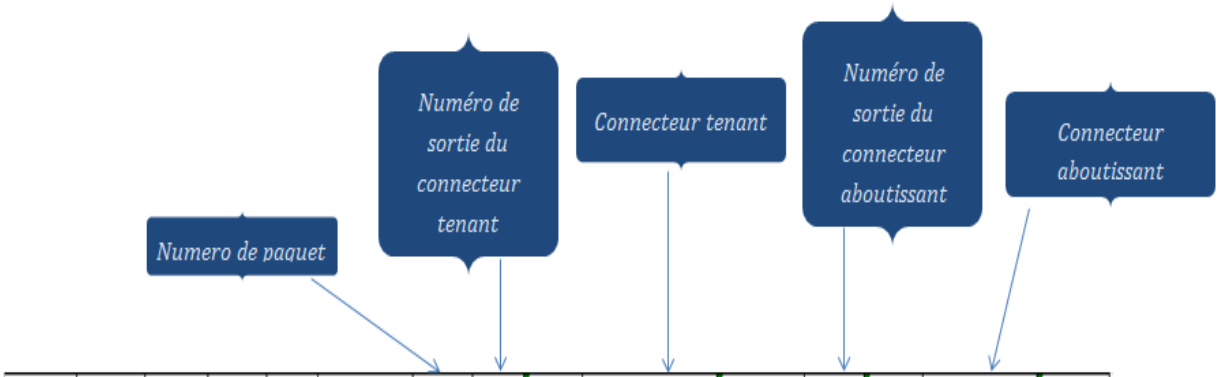
Figure 25 préparation mécanique de la dalle

La préparation mécanique consiste à l'assemblage des différents composants de la dalle, elle a pour objectif également de marquer manuellement la désignation des sorties ainsi que les noms des connecteurs sur la dalle.

Deuxième étape : **cheminement des différentes classes du pupitre**

Pour effectuer cette tâche, les opérateurs procédaient de la manière suivante :

- Prendre un paquet de câbles qui est caractérisé par un même tenant et plusieurs aboutissants
- Fixer l'extrémité du câble, dont le connecteur tenant sur la dalle suivant la gamme de fabrication (Voir tableau 4).
- Distribuer le paquet vers les différents connecteurs aboutissants.



1382	1000	FR0003	1.0	4b	JL804C	60	14	2	PB1-PU13D	200089	14	1	PCFF-L3-PU	201493
1383	1000	FR0003	1.0	4b	JK804C	60	14	2	PB1-PU13D	200089	16	1	PCFF-L4-PU	201493
1384	2000	FR0003	1.0	4b	B-24.JM804C	60	14	6	PB1-PU13D	200089	9	3	PCFF-L2-PU	201493
1385	1000	FR0003	1.0	4b	B-24.JL804C	60	14	6	PB1-PU13D	200089	14	3	PCFF-L3-PU	201493
1386	1000	FR0003	1.0	4b	B-24.JK804C	60	14	6	PB1-PU13D	200089	16	3	PCFF-L4-PU	201493

Tableau 4: Gamme de fabrication

Troisième étape **:** Autocontrôle cheminement

Cette opération consiste à compter le nombre de câbles cheminés et le comparer avec le nombre de câbles disponibles dans la gamme de fabrication.

Quatrième étape : Sertissage (Voir Figure 26)

Cette étape qui s'avère fatidique pour les opérateurs, consiste d'abord à consulter la fiche d'instruction afin de relever la longueur de coupe de câble défini par le client puis récupérer la référence de la connexion de la gamme de fabrication, ensuite consulter le mode opératoire de sertissage afin de relever l'outil correspondant pour effectuer le sertissage.

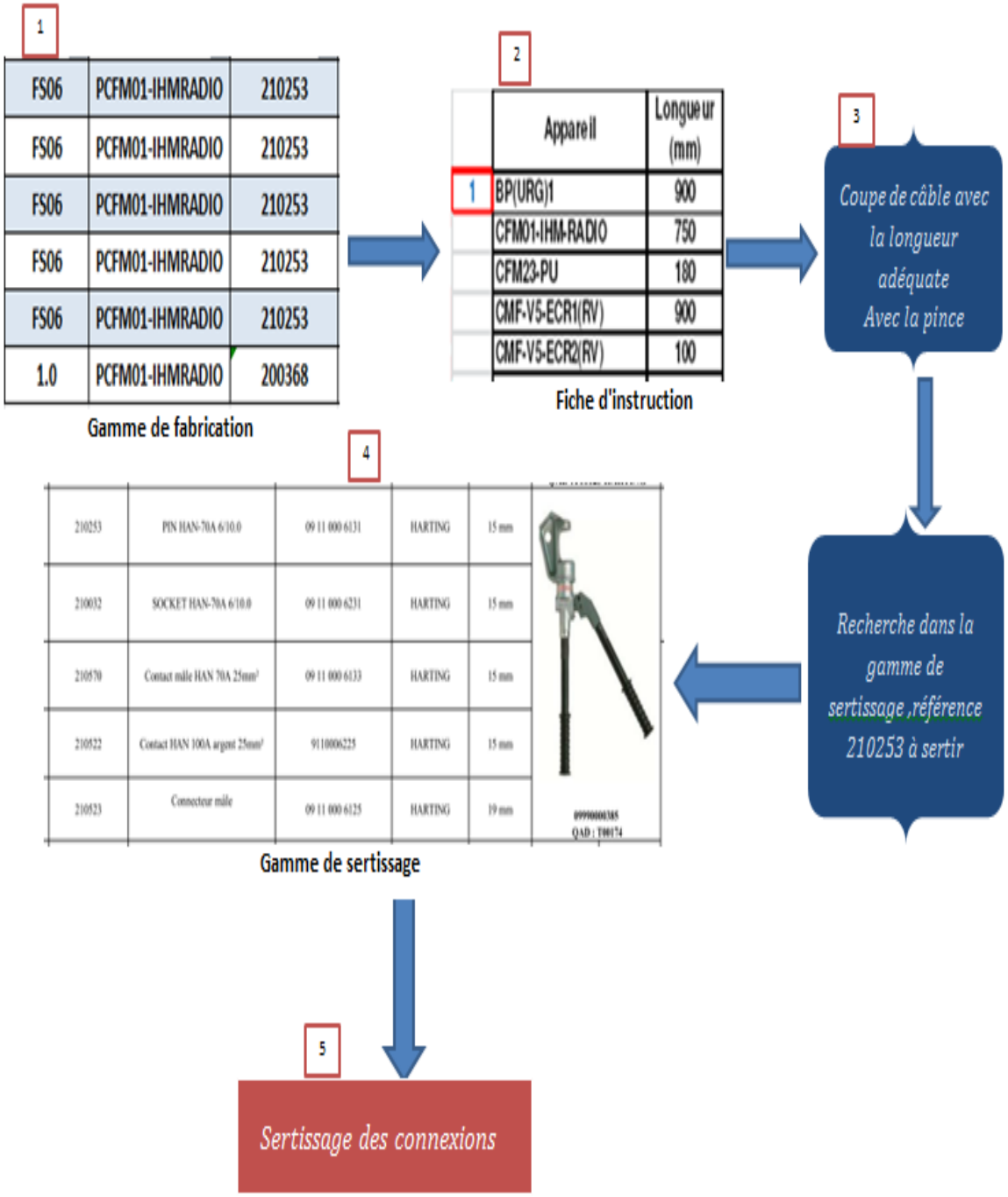


Figure 26: les différentes étapes de sertissage

Cinquième étape : Montage des connecteurs

De la même manière que le sertissage, les opérateurs se réfèrent encore une fois à la gamme de fabrication ainsi qu'au document comportant toutes les informations sur le montage des connecteurs.

La figure 27 montre les différentes étapes nécessaires pour l'accomplissement de cette tâche.

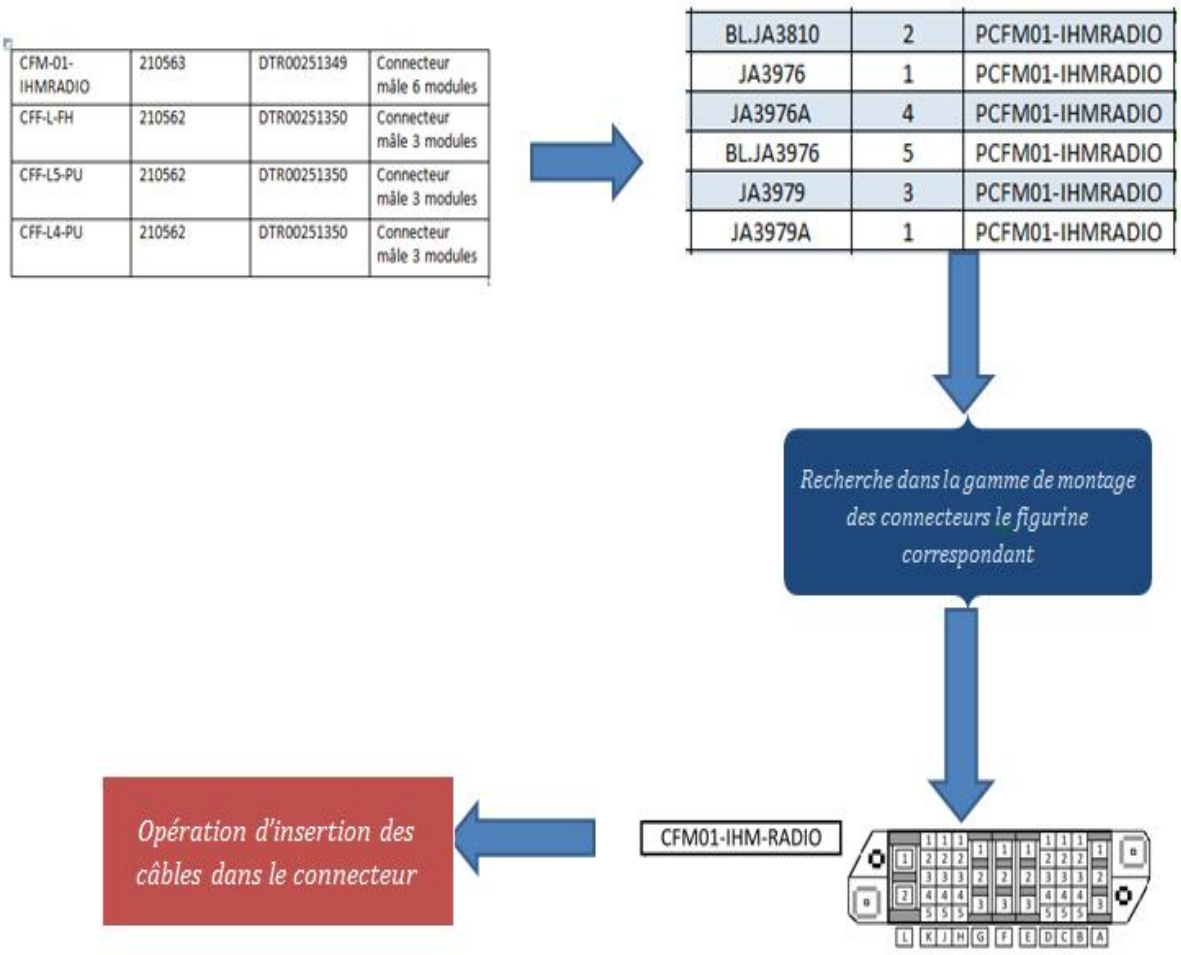


Figure 27: les différentes étapes de montage de connecteurs

3.2 .Mesurer

Durant cette étape nous allons nous référer à la fiche suiveuse du pupitre afin de déduire le temps moyen de sa fabrication, en suite nous allons chronométrer les différentes étapes de cheminement, de sertissage et de montage des connecteurs qui nous renseignera sur le temps net de fabrication.

À la lumière de ce chronométrage, nous allons déduire le temps non productif.

3.2.1 Résultat des trois faisceaux déjà réalisé

Durant les trois faisceaux déjà réalisés, nous avons relevé les informations présentées dans le tableau 5 :

	Cheminement (Heure)	Sertissage (Heure)	Montage des connecteurs (Heure)
Faisceau 1	25	58	38
Faisceau 2	24	55	36
Faisceau 3	23	53	35
Moyenne	**24**	**55**	**36**

Tableau 5: les temps de fabrication des faisceaux

Interprétation

Depuis le lancement de la fabrication des faisceaux, ceux-ci ont connu une légère diminution de temps expliqué par l'effet de répétabilité de la part des opérateurs.

En calculant la moyenne des temps de productions, nous trouvons **115 h** réparti selon le tableau 6:

	Temps Moyen (Heure)
Opération de cheminement	**24**
Opération de sertissage	**55**
Opération de montage de connecteur	**36**
Total	**115**

Tableau 6: Temps moyen par étape de fabrication

Sachant que la quantité des faisceaux est :

$$Q = \frac{Htn}{Tmp} = 3\ faisceaux/mois$$

Avec :

- Q : Quantité de faisceaux fabriqués par mois.
- Htn (h) : heure de travail net par mois (330 heures).
- Tmp (h) : temps moyens de production des trois premiers faisceaux (115 h).

Ce qui correspond à une efficience de :

$$Efficience = \frac{Temps\ standard * Quantité\ de\ faisceau}{Effectif * Heure\ de\ travail\ net/mois} = 13.57\%$$

Avec :

- Temps standard = 44.8h/faisceaux
- Effectif = 3 personnes

Ces résultats restent toujours insatisfaisants vis-à-vis du client.

3.2.2 Temps de cheminement

L'objectif d'abord, est de chronométrer le temps net de cheminement, ensuite en se basant sur la moyenne des temps de cheminement des trois faisceaux déjà réalisés nous allons déduire le temps non productif ;

Répartition des temps de cheminement

Sachant que : $Tnc = Tmc \times NbCa = 14\ heures$

Avec :

- Tnc (h) : Temps net de cheminement d'un seul faisceau
- Tmc (h) : Temps moyen de cheminement d'un seul câble: 2.8 min.
- NbCa : Nombre de câble à cheminer: 300 câbles.

Donc, le temps non productif est:

$$Tnp = MTc\ - Tmc = 10\ heures$$

Avec :

- Tnp (h) : temps non productif.
- MTc (h) Moyenne des temps de cheminement des trois derniers faisceaux : 24 heures.

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 7

Étapes	Nombre d'heures
Temps non productif	10
Temps net de cheminement	14

Tableau 7: Répartition des temps de cheminement

Nous remarquons que 42% du temps total de cheminement est dû au temps non productif. (Voir Figure 28)

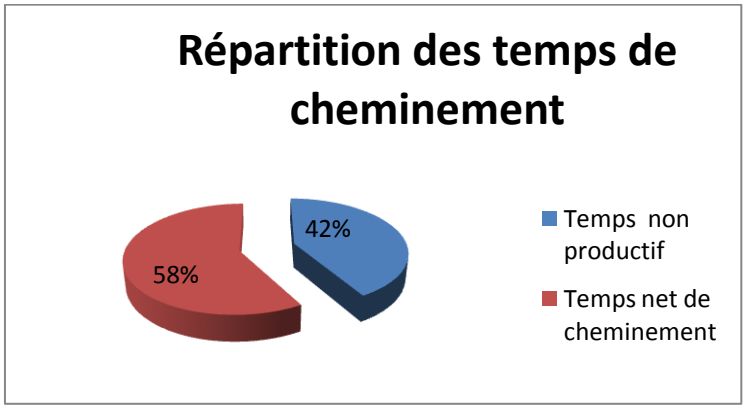


Figure 28: Répartition des temps de cheminement

3.2.3 Temps de sertissage

Nous allons utiliser l'analyse répétabilité et reproductibilité (R&R) dans le cadre de la fidélisation de la mesure.

3.2.3.1 Analyse R&R

L'analyse répétabilité et reproductibilité aura la mission suivante :

- La répétabilité, qui décrit la variation des résultats de mesure due à l'instrument de mesure.
- La reproductibilité, qui décrit la variation des résultats de mesure due aux opérateurs.

De la même manière que le cheminement nous allons chronométrer le temps net de sertissage, la mesure sera effectuée selon deux types de connexions à savoir :

- Les Clips Préisolés. (Voir Tableau 8).
- Les Contacts. (Voir Tableau 9).

Ensuite en se basant sur la moyenne des temps de sertissage des trois faisceaux déjà réalisés, nous allons déduire le temps non productif correspondant.

Temps de sertissage d'un clip préisolé :

	Opérateur 1	Opérateur 2	Opérateur 3
Mesure 1 (min)	0.9	1.2	1.1
Mesure 2 (min)	0.8	0.7	0.9
Mesure 3 (min)	0.9	0.9	1.1
Moyenne (min)	**0.87**	**0.93**	**1.03**

Tableau 8 : Chronométrage du temps de sertissage du clip pré isolé

Le temps moyen de sertissage d'un seul clip pré isolé est de :

M1 = 0.94 min

Le temps moyen de sertissage d'un contact :

	Opérateur 1	Opérateur 2	Opérateur 3
Mesure 1 (min)	1.1	1.15	1.1
Mesure 2 (min)	1.2	1	1.15
Mesure 3 (min)	1.1	1.1	1.1
Moyenne (min)	1.13	1.08	1.11

Tableau 9: chronométrage du temps de sertissage pour les contacts

Le temps moyen de sertissage d'un seul contact est de :

M2 = 1.09 min

Le temps moyen de l'opération de sertissage des deux types de connexions est de :

$$M = \frac{M1+M2}{2}$$ ⟹ **M = 1.01min ≈ 1 min**

3.2.3.2 Répartition des temps de l'opération de sertissage

Sachant que : $Tns = Tms \times NbCx = 10\ heures$

Avec :

- Tns (h) : Temps de net de sertissage d'un seul faisceau
- Tms (h) : Temps moyen de sertissage d'une seule connexion : 1 min.
- NbCx : Nombre de connexions à sertir : 600 connexions.

Donc, le temps non productif est:

$$Tnp = MTs - Tms = 45\ heures$$

Avec :

- Tnp (h) : temps non productif.
- MTc (h) : Moyenne des temps de sertissage des trois derniers faisceaux : 55 heures.

Le Tableau 10 récapitule les résultats obtenus

Étape	Nombre d'heures
Temps non productif	45
Temps net de sertissage	10

Tableau 10: Répartition des temps de sertissage

Nous remarquons que 82% de temps de sertissage est non productif. (Voir Figure 29)

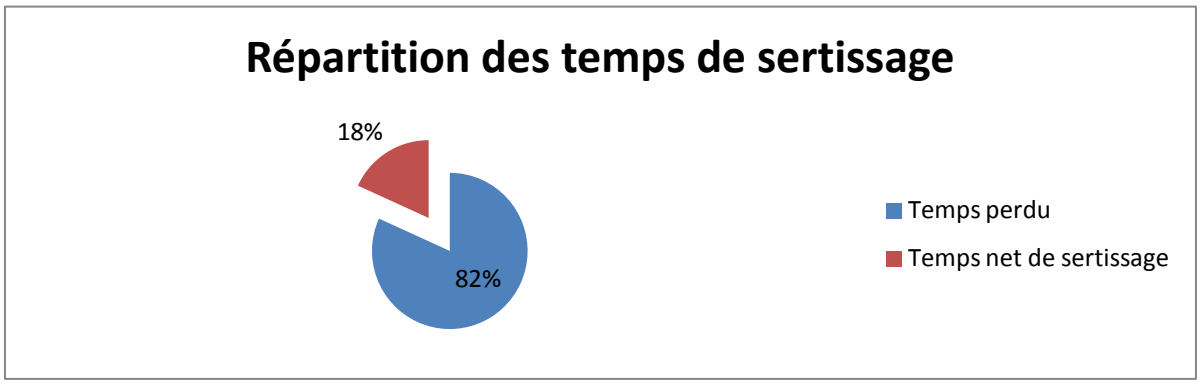


Figure 29: Répartition des temps de sertissage

3.2.4 Temps de montage des connecteurs

3.2.4.1 Analyse R&R

En suivant la même démarche, nous allons chronométrer le temps net de montage des connecteurs.

La mesure sera effectuée selon deux types deux connecteurs :

- Les connecteurs rectangulaires (Voir Tableau 11)
- Les connecteurs cylindriques (Voir Tableau 12)

À la lumière de cette mesure, et en se basant sur la moyenne des temps de montage des connecteurs, nous allons déduire le temps non productif.

Temps moyen de montage des Connecteurs rectangulaire :

	Opérateur 1	Opérateur 2	Opérateur 3
Mesure 1 (min)	14	14	16
Mesure 2 (min)	15	15.5	14
Mesure 3 (min)	13.5	15	15
Moyenne (min)	14.17	14.83	15

Tableau 11: chronométrage du temps de montage des connecteurs rectangulaire

Le temps moyen de montage d'un seul connecteur rectangulaire est de :

M1 = 14.67 min

Temps moyen de montage des connecteurs cylindrique :

	Opérateur 1	Opérateur 2	Opérateur 3
Mesure 1 (min)	15.5	14.5	15.3
Mesure 2 (min)	15	14.8	15.2
Mesure 3 (min)	14.8	15.1	15.2
Moyenne (min)	15.1	14.8	15.23

Tableau 12: chronométrage du temps de montage des connecteurs cylindrique

Le temps moyen de montage d'un seul connecteur cylindrique est de :

M2 = 15.04 min

Le temps moyen de montage des deux types de connecteurs est de :

$$M = \frac{M1+M2}{2} \longrightarrow$$ **M = 14.85min = 15 min**

3.2.4.2 Répartition des temps de l'opération de montage des connecteurs

Sachant que : $Tnm = Tmm \times NbCc = 20.75\ heures$

Avec :

- Tnm (h) : Temps de net de montage des connecteurs d'un seul faisceau
- Tmm (h) : Temps moyen de montage d'un seul connecteur: 15 min.
- NbCc : Nombre de connecteurs à monter: 83connecteurs.

Donc le temps non productif est:

$$Tnp = MTm - Tmm = 15.25\ heures$$

Avec :

- Tnp (h) : temps non productif.
- MTm (h) : Moyenne des temps de montage des connecteurs des trois derniers faisceaux : 36 heures.

Le Tableau 13récapitule les résultats obtenus

Étape	Nombre d'heures
Temps non productif	15.25
Temps net de montage connecteur	20.75

Tableau 13: Répartition des temps de montage des connecteurs

D'après la Figure 30, nous remarquons que 42% de temps de montage de connecteurs est non productif.

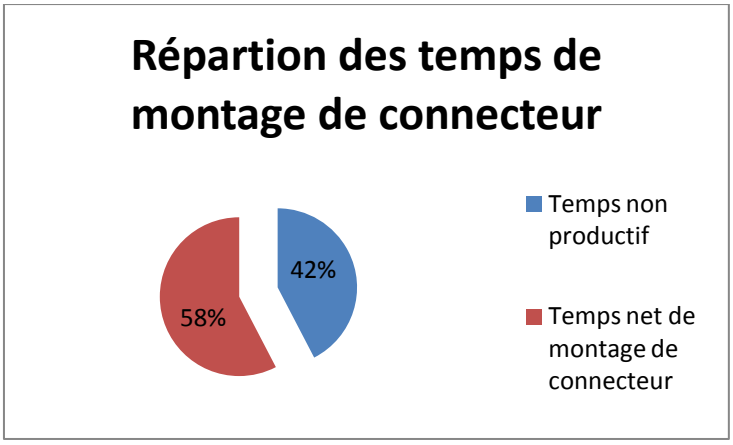


Figure 30: Répartition des montages des connecteurs

Interprétation

Une brève observation nous permet de conclure que l'écart entre le temps non productif et les temps net des opérations de cheminement, de sertissage et de montage des connecteurs est nettement considérable.

Dans ce qui suit, nous nous focaliserons sur les causes réelles de ce temps non productif.

3.3 Analyser

3.3.1 Introduction

Arrivés à ce stade, nous allons chercher les causes réelles de ce temps non productif afin de le réduire.

Un Brainstorming avec l'équipe méthode ainsi que les opérateurs s'avère très bénéfique.

En effet, il nous permettra de dégager et recenser les éléments potentiels qui peuvent être responsables de ce long temps de production.

3.3.2 Diagramme d'ISHIKAWA

Ces éléments ont été classés selon les 5M (Méthode, Milieu, Main d'œuvre, Matière, Machine) du diagramme en arête de poisson et qui est illustré dans la Figure 31.

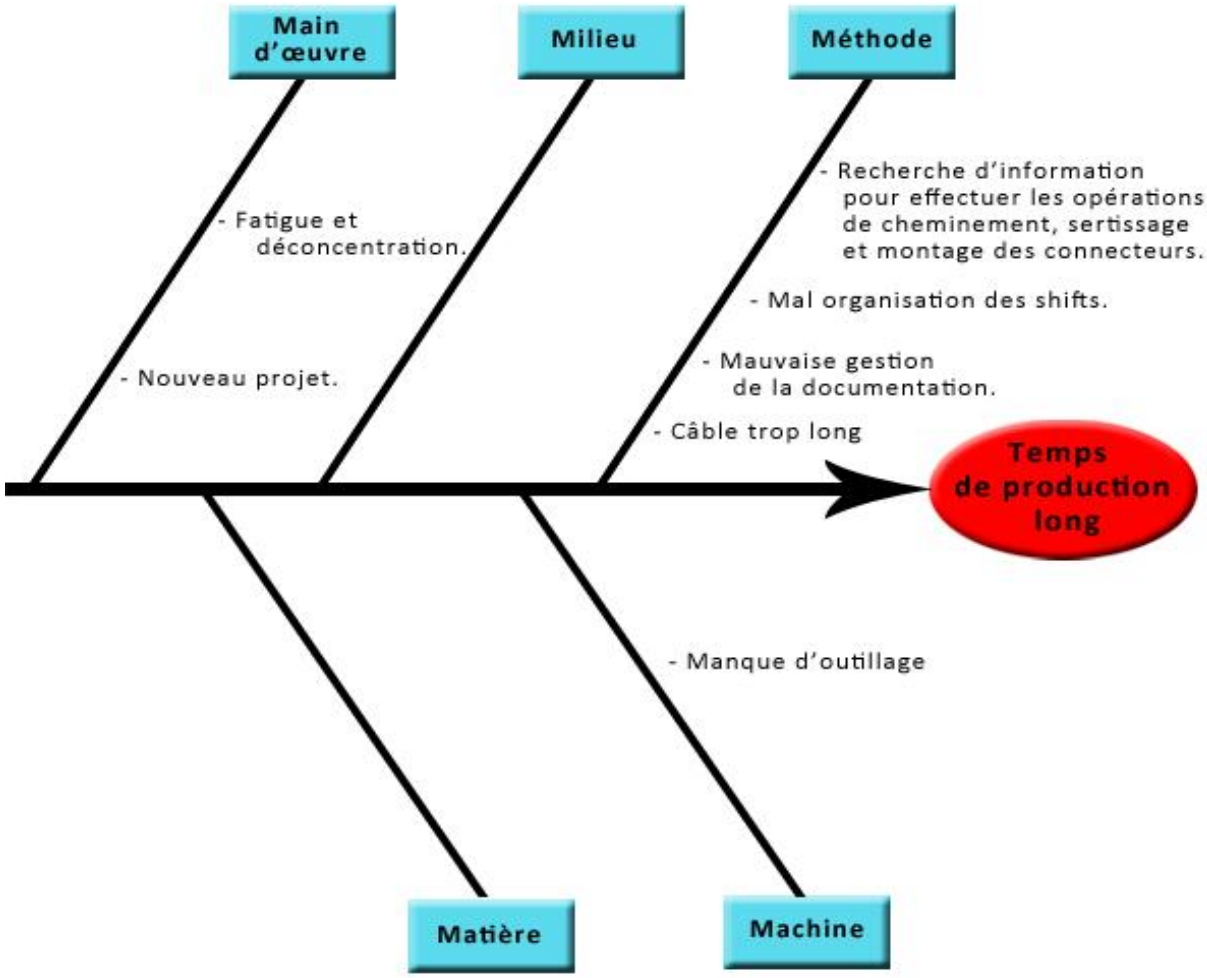


Figure 31 : Diagramme d'ISHIKAWA

❖ Méthode

- Recherche d'informations afin d'effectuer les différentes opérations (cheminement, sertissage et montage des connecteurs).

Pour effectuer les opérations de cheminements, de sertissages et de montage des connecteurs, les opérateurs utilisent beaucoup de documentation : Fiche d'Instruction, gamme de fabrication, gamme de sertissage et gamme des montages des connecteurs. Ces documents sont généralement imprimés en format A3.

Ces opérations qui sont traduites par un ensemble de mouvements inutiles sont les principaux générateurs du temps sans valeur ajoutée.

- Perte de temps durant l'autocontrôle.

L'autocontrôle comme il a été expliqué précédemment consiste à compter le nombre de câbles cheminer sur dalle et le comparer avec le nombre de câbles dans la gamme de fabrication.

Le temps alloué à cette tâche contribue également à l'augmentation du temps non productif d'une manière considérable.

- Problème de surlongueur des câbles

La surlongueur excessive des câbles, de cheminement, constitue un point bloquant pour les opérateurs qui trouvent des difficultés pour rechercher les informations sur le lay-out.

En effet si nous prenons l'exemple suivant :

Longueur	entrée	Connecteur 1	sortie	Couleur 2	Connecteur 2
5000	8	PB1-PU13C	2	Vo Or	CFM-21-PU
5000	8	PB1-PU13C	1	Vo Or	CFM-21-PU

Tableau 14: Gamme de fabrication incluant la longueur des câbles

La gamme de fabrication voir (Tableau 15) nous impose un câble d'une longueur de **5000mm**.

Ce câble aura comme tenant le connecteur PB1- PU13C de l'entrée 8 et comme aboutissant le connecteur CFM-21PU de la sortie 2. (Voir Figure 32)

Soit une distance réelle de 200+804 +270 = **1274 mm.**

Donc un écart de **: 3726 mm**

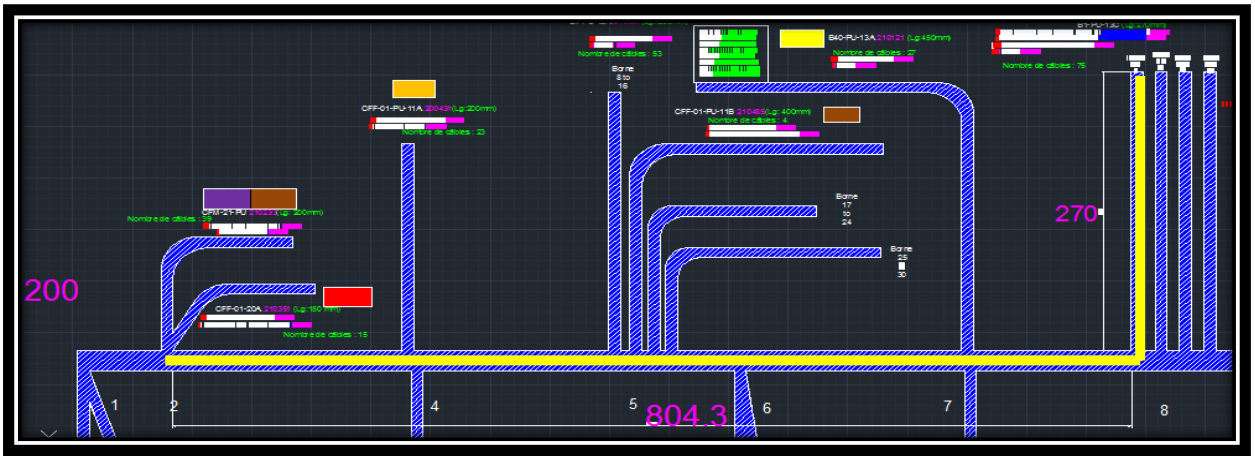


Figure 32: Lay-out expliquant la surlongueur

Cet écart entre la longueur disponible dans la gamme de fabrication et la longueur réelle engendre un encombrement de câbles durant l'opération de cheminement qui génère à son tour un temps sans valeur ajoutée.

- **Main d'œuvre**

La fatigue, la déconcentration et la mal adaptation sont dues essentiellement au nombre de mouvements inutiles effectués par les opérateurs.

Ceci dit, résoudre les problèmes causés par la 'méthode ' mènera à une résolution spontanée des problèmes causés par la main d'œuvre.

- **Machine (outillages)**

Lorsque la charge est élevée, cela influence le besoin du pupitre en outillage, qui est généralement traduit, par un temps d'attente.

Ce temps d'attente contribue à l'augmentation du temps non productif.

3.4 Améliorer

Cette étape aura comme objectif d'établir un plan d'action adéquat avec l'analyse effectuée précédemment.

Nous rappelons que ces améliorations ont été inscrites dans la cadre de l'amélioration continue.

3.4.1 Méthode

Durant l'étape « analyser » nous avions remarqué que le temps non productif était important, que nous avons expliqué partiellement par la recherche d'informations.

Dans ce qui suit nous expliquerons le plan d'action que nous avons adopté afin de réduire ce temps non productif.

3.4.1.1 Création des Lay-out des quatre classes du pupitre *(Voir annexe1)*

L'enjeu était de changer le concept de cheminement : ce qui veut dire qu'au lieu de procéder par un cheminement interne (sur dalle), nous avons choisi de procéder par un cheminement externe (sur lay-out) et ceci en créant un plan 2D sur AUTOCAD (Voir Figure 33) qui contient toutes les informations nécessaires pour les opérations de cheminement, sertissage et montage des connecteurs à savoir :

- Les noms des connecteurs ainsi que leur référence.
- Le nombre des connexions, leurs désignations, et leur référence
- Le nombre de câbles par sortie et par connecteur,
- Les bagues de couleurs qui facilitent la fixation des câbles aboutissant,
- Le nom de l'outil de sertissage,
- les figurings pour le montage de chaque connecteur.

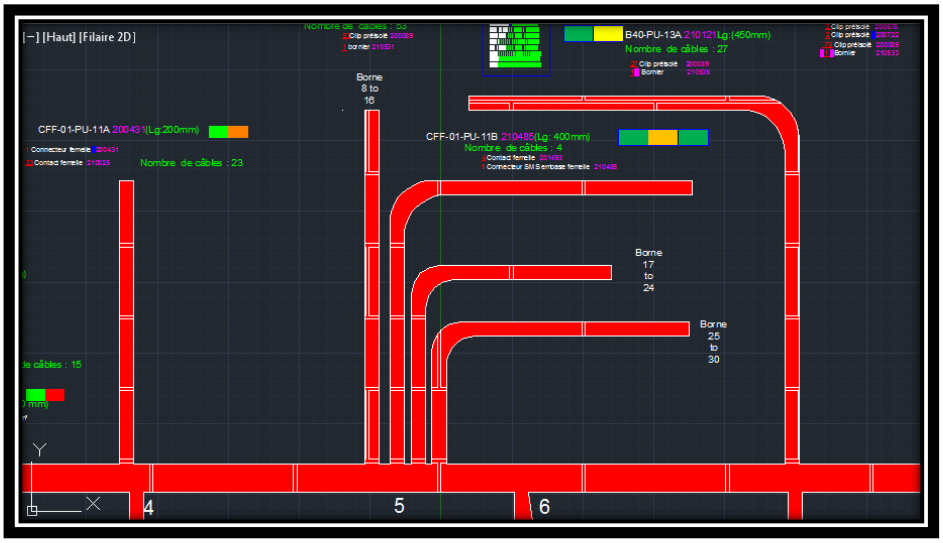


Figure 33: plan de cheminement (Lay-out)

Opération de cheminement actuel

Pour effectuer l'opération de cheminement sur lay-out, l'opérateur suivra dorénavant les étapes que nous allons expliquer selon l'exemple suivant :

Exemple : cheminement du paquet 10

- Rechercher le paquet 10 dans la gamme de fabrication. (Voir tableau 15).
- Rechercher la sortie 5 dans le lay-out (Voir Figure 34).
- Regrouper tous les câbles tenant avec du SCOTCH Déchirable et les fixer sur le connecteur tenant PB1-PU13A.
- cheminer ces câbles vers les connecteurs aboutissants (PCFM01-IHMRADIO, PCFF03-PU11A et PCFM21-PU) tout en tenant compte des bagues de couleurs correspondantes à chaque aboutissant.

Paquet	entrée	Connecteur 1	sortie	Couleur 2	Connecteur 2
5	1	PCFM01-IHMRADIO	8	Ja	PCFM01-IHMRADIO
5	1	PCFM01-IHMRADIO	8	Ja	PCFM01-IHMRADIO
10	5	PB1-PU13A	1	Rd	PCFM01-IHMRADIO
10	5	PB1-PU13A	4	B Ja	PCFF03-PU11A
10	5	PB1-PU13A	1	Rd	PCFM01-IHMRADIO
10	5	PB1-PU13A	1	Rd	PCFM01-IHMRADIO
10	5	PB1-PU13A	2	B Br	PCFM21-PU
10	5	PB1-PU13A	1	Rd	PCFM01-IHMRADIO

Tableau 15: gamme de fabrication pour le cheminement

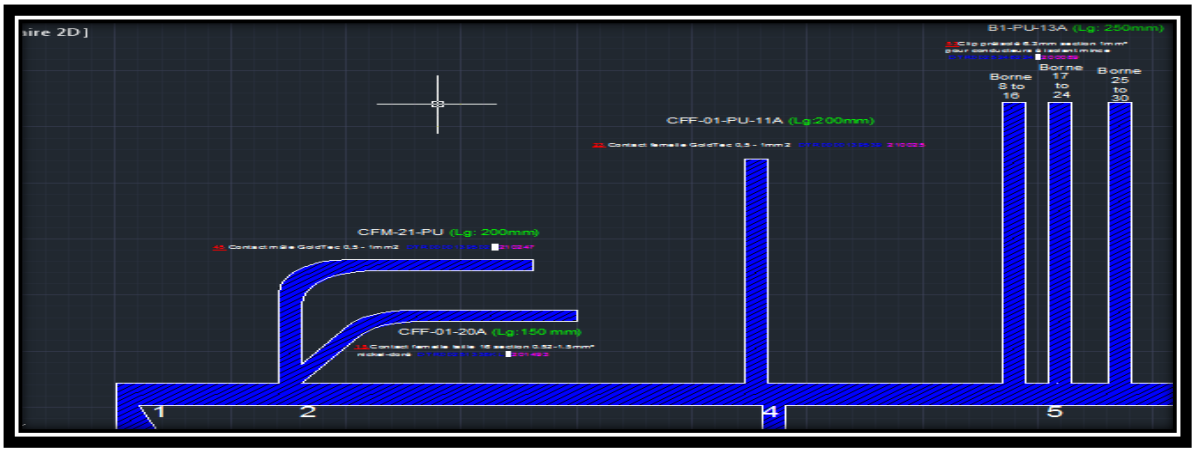


Figure 34: Lay-out pour le cheminement des paquets

N.B : cette opération se fera de cette manière jusqu'à épuisement des paquets.

Autocontrôle :

Afin de faciliter cette opération de contrôle, nous avons ajouté sur le Lay-out le nombre de câbles existants dans chaque connecteur. (Voir Figure 35)

Figure 35: Lay-out incluant le nombre de câbles par sortie

Opération de sertissage actuel

Cette étape qui connaissait un temps de production extrêmement important sera effectuée dorénavant de la manière suivante :

- Coupe de câble en se référant à la longueur désignée dans le lay-out
- Dénudage des câbles
- Sertissage de la connexion adéquate avec l'outil disponible sur le lay-out. (Voir Figure 36).

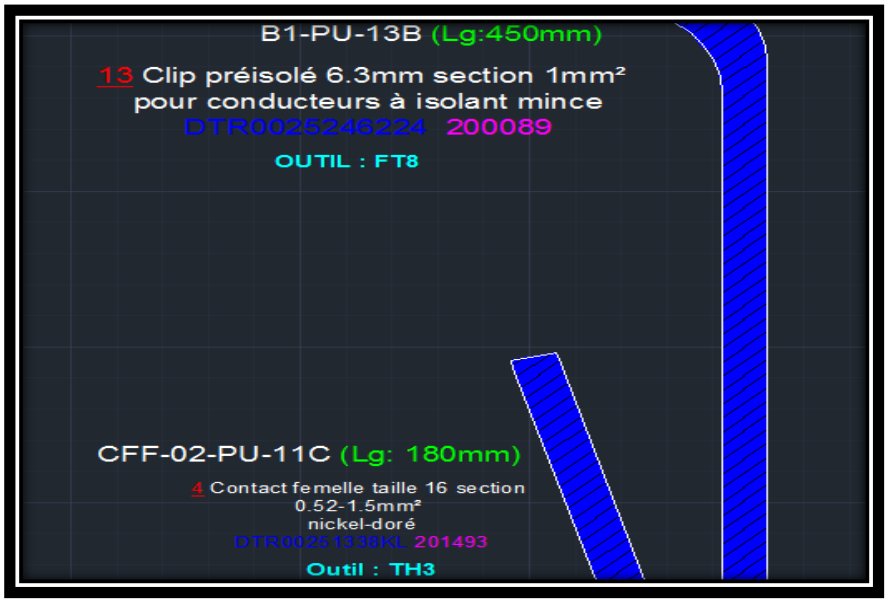


Figure 36: Lay-out incluant le nom de l'outil

Montage des connecteurs actuel :

Réduire le temps de montage des connecteurs revient à minimiser le temps d'insertion des câbles sertis dans chaque connecteur, et pour se faire les informations concernant le codage des connecteurs (Voir Figure 37) seront également incluses dans le lay-out (Voir Figure 38)

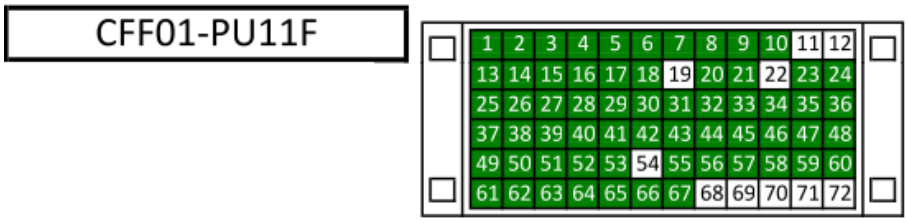


Figure 37: Photo Figuring

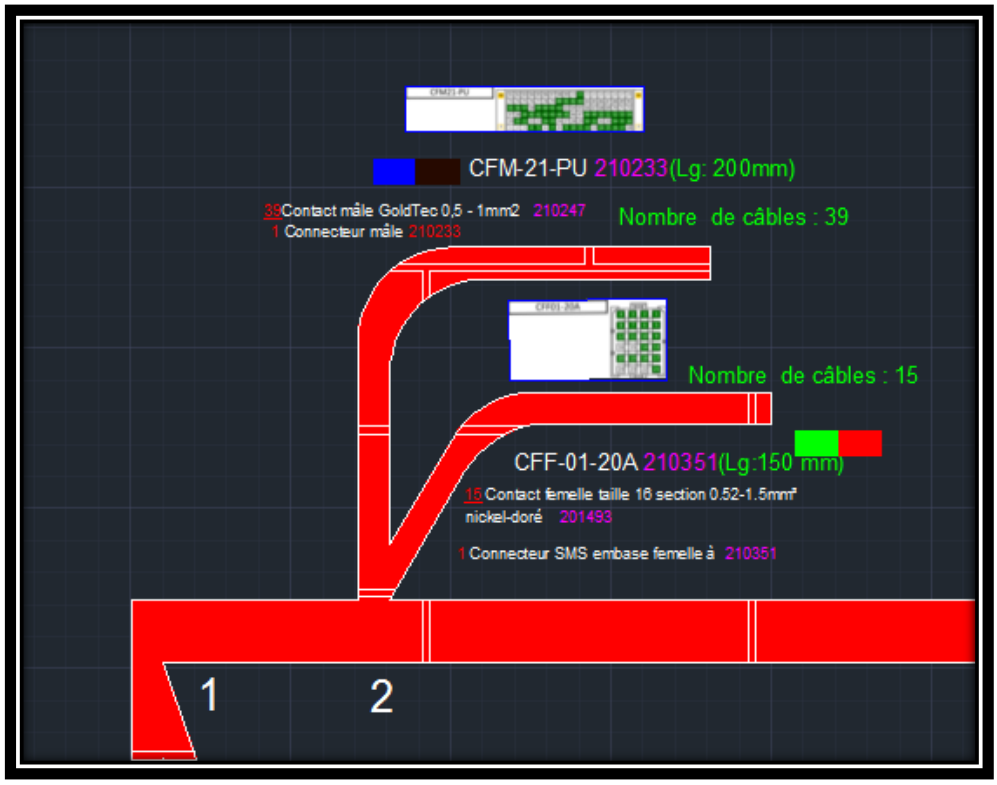


Figure 38: Lay-out incluant les Figurings pour le montage des connecteurs

3.4.1.2 Élimination de la surlongueur des câbles

Nous avons résolu ce problème en relevant des mesures sur terrain afin de modifier la gamme de fabrication.

Cette solution a également abouti à un gain considérable en matière.

3.4.2 Outillage

L'action effectuée à ce niveau, sera d'ordre curatif et cela en commandant deux outils responsables de cet arrêt de production à savoir l'outil FT8 et TH3.

Ce manque en outillage sera résolu efficacement durant la partie 3 (**Projet PKP**).

Récapitulatif des actions d'amélioration

Le Tableau 16 résume les problèmes et les actions adoptées pour les améliorer

	Problèmes	Actions
Méthode	• Recherche des informations pour les étapes cheminement, sertissage et montage des connecteurs. • Problème de surlongueur	• Création des lay-out sur Autocad pour centraliser ces informations. • Diminution optimale de la longueur des câbles
Machine	• Manque d'outillage dans le cas d'augmentation de la charge sur l'outil.	• Action curative en attendant l'étude RCCP (Voir Partie3)

Tableau 16: Récapitulatif des actions d'amélioration

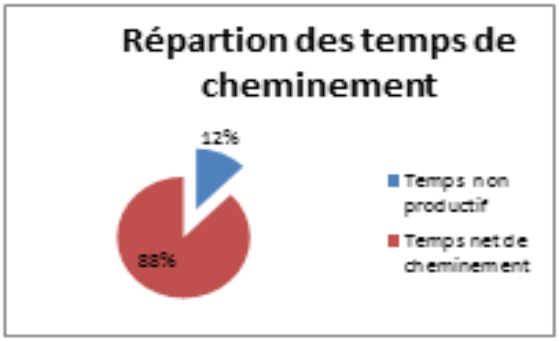
3.5 Contrôler

Chiffrage des résultats

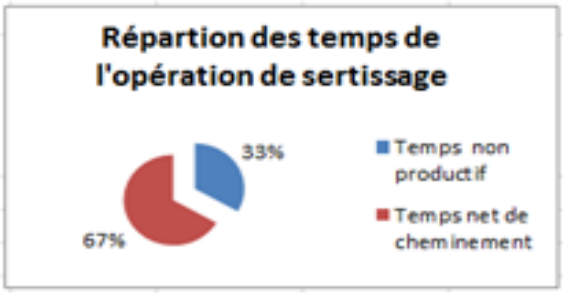
Suite aux différentes améliorations citées ci-dessus qui ont été effectuées, rappelons-le, dans le cadre de l'amélioration continue, nous avons recalculé les temps de production du pupitre.

Les résultats obtenus sont détaillés dans la Figure 39:

	Nombre d'heure
Temps non productif	2
Temps net de cheminement	14



	Nombre d'heure
Temps non productif	5
Temps net de l'opération de sertissage	10



	Nombre d'heure
Temps non productif	4
Temps net montage de connecteur	20.75

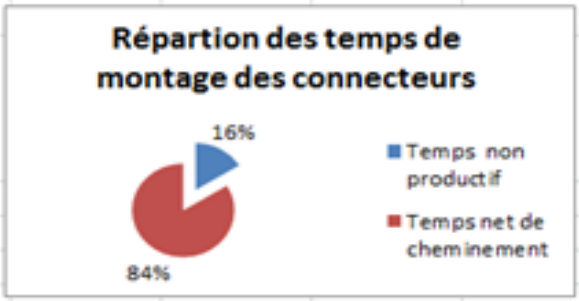


Figure 39: Résultats obtenus après amélioration

Interprétation

Il est nettement clair que le temps non productif responsable de la faible quantité fabriquée a été clairement réduit, et ce à partir des améliorations expliquées précédemment.

Nous allons recalculer le temps de production du pupitre afin d'en déduire l'efficience actuelle.

Calcul de l'efficience actuelle

➢ Calcul du nouveau temps de production du pupitre en (heures) :

Après avoir additionné les temps de cheminement, de sertissage et de montage de connecteurs (voir Figure 39) le nouveau temps de production du pupitre devient :

Temps de production = 55.75h

➢ Calcul de la nouvelle quantité de faisceaux produite par mois :

Sachant que : $$\boldsymbol{Q = \frac{Temps\ net\ de\ travail/mois}{Temps\ de\ production}}$$

Avec :

- Q : la quantité fabriquée/mois

Nous obtenons :

$$\boldsymbol{Q = \frac{330}{55.75} \approx 6\ faisceaux/mois}$$

➢ Calcul de l'efficience correspondante :

.

$$Efficience = \frac{Temps\ standart * Quantité\ de\ faisceau}{Effectif * Heure\ de\ travail\ net/mois} = \frac{44.8 * 6}{3 * 330}$$

$$Efficience = 27.15\%$$

Conclusion :

La démarche DMAIC du LEAN MANUFACTURING nous a permis de réduire les temps inutiles (temps non productif) de cheminement, de sertissage et de montage de connecteurs et de ce fait nous avons pu dépasser l'objectif fixé (efficience de 25%) et ceci en atteignant une efficience de **27.15%.**

Partie 3 : Projet PKP

Chapitre 1 :Présentation du projet PKP

1. Introduction

La société polonaise de transport ferroviaire PKP Intercity (Polskie Koleje Państwowe), en charge du transport longue distance de passagers, a attribué à Alstom un contrat d'une valeur de 665 millions d'euros pour la livraison de 20 trains à grande vitesse, leur entretien complet sur une période allant jusqu'à 17 ans et la construction d'un nouvel atelier de maintenance. La livraison des premiers trains est prévue en 2014.

Les rames, composées chacune de sept voitures, seront basées sur la plate-forme standard du nouveau Pendolino d'Alstom. Conformément aux spécifications du client, elles ne comporteront pas de système de pendulation. Elles pourront transporter jusqu'à 402 passagers à une vitesse maximale de 250 km/h. Les trains seront fabriqués dans le site d'Alstom à Savigliano, en Italie, spécialisée dans la fabrication des trains Pendolino depuis plus de 30 ans.

Figure 40:Train PKP

Les sept véhicules ont 4 typologies différentes:

- V1-7 : Véhicule d'extrémité (cabine-salle-vestibule).
- V2-6 : Véhicule intermédiaire typologie 1 (salle-vestibule).
- V4-5 : Véhicule intermédiaire typologie 2 (salle-vestibule).
- V3 : Véhicule bar-restaurant (salle-vestibule).

Concernant ce projet CABLIANCE aura comme mission de produire les faisceaux des voitures 2, 4 ,5 et 6.

2. Les différents faisceaux du projet PKP :

2.1 La salle :

La Figure 41 et la Figure 42 représentent la planche de câblage armoire-électrique salle ainsi que son intégration dans la voiture

Figure 41:Planche de câblage armoire-électrique Salle

Figure 42:Intégration de la planche dans la voiture

2.2 La cabine :

La Figure 43 et la Figure 44 représentent la planche de câblage armoire-électrique Cabine ainsi que son intégration dans la voiture.

Figure 43:Planche de câblage armoire-électrique Cabine

Figure 44:Intégration de la planche dans la voiture

2.3 La toiture :

La Figure 45 et la Figure 46 représentent la planche de câblage armoire-électrique Cabine ainsi que son intégration dans la voiture.

Figure 45:Planche de câblage armoire-électrique Toiture

Figure 46:Intégration de la planche dans la voiture

Problématique :

Durant la phase production des anciens projets (CITADIS & REGIOLIS), une panoplie de problèmes surgissait, dont nous citons :

- Le manque en outils de sertissage.
- Les problèmes de cheminement.
- Le retard de lancement de la phase prototype.
- Etc.…

Une Analyse établie par les dirigeants de la société CABLIANCE les a menés à en déduire que la majorité des problèmes cités ci-dessus étaient dus essentiellement à l'industrialisation.

C'est dans ce cadre que nous avions comme mission d'améliorer l'industrialisation du projet PKP et de la standardiser dont le but de la mettre en œuvre pour les projets futurs (MGV…).

Chapitre 2 : La mise en Industrialisation du projet PKP

1. Introduction

Dans le but de se lancer dans l'amélioration de l'industrialisation du projet PKP, il sera indispensable de faire une analyse critique des démarches suivantes :

- Planification du besoin en outillage.
- Planification du besoin en moyens et main d'œuvre.
- Lancement de la phase prototype.

À la lumière de cette analyse nous avons apporté un plan d'améliorations pour chacune des démarches citées ci-dessus.

2. Planification globale :

Comme pour chaque projet, CABLAINCE Maroc reçoit de la part d'ALSTOM les données d'entrées suivantes :

- Liste d'outillage pour le projet PKP.
- Le fichier **BSL (**Bord Support lay-out) qui comprend les dimensions des planches de chaque référence du Projet PKP.
- Planning de livraison de chaque référence.

NB : La planification globale des besoins sera basée sur ces fichiers.

2.1 Planification du besoin en outillage

2.1.1 Analyse de l'ancienne démarche pour la planification du besoin en outillage

Avant de commencer cette planification, il fallait que nous comprenions dans un premier temps la procédure adoptée par le service ingénierie CABLIANCE Maroc.

La démarche se déroulait comme suit :

À la réception de la liste d'outillage pour un projet X le service ingénierie analyse ce document et le classe en deux parties :

- Partie 1 : comprend la liste d'outillages spécifiques au projet X
- Partie 2 : comprend la liste d'outillages communs du projet X avec les différents projets existants

Et cette analyse se fait dans le but de lancer la commande concernant les outils spécifiques (les outils propres au projet X)

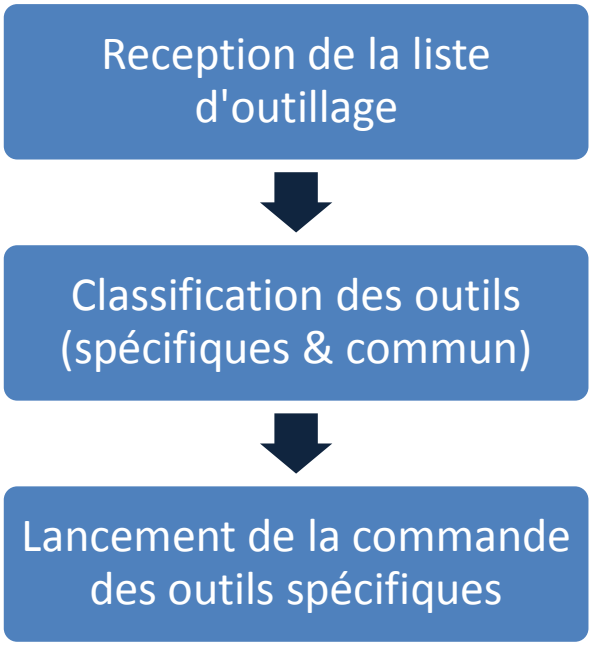


Figure 47: Ancienne démarche de planification des besoins en outillage

Toutefois, cette démarche utilisée pour estimer l'outillage nécessaire s'est avérée incomplète, une conclusion que nous avons pu tirer suite à un Brainstorming établi avec le service ingénierie.

D'une autre manière, nous avons pu constater **un manque en outillage** lors d'une surcharge de production. Certains outils (plus précisément les outils communs) étaient trop sollicités et leur fréquence d'utilisation augmentait, ce qui conduisait systématiquement à un arrêt de production qui se traduisait par un retard de la livraison.

2.1.2 Nouvelle Démarche adoptée pour la planification de l'outillage du projet PKP

Dans ce qui suit, nous allons adopter une nouvelle démarche qui consiste à planifier et à calculer le besoin en outillage afin d'éviter l'éventuel problème détecté.

Première étape :

En premier lieu, nous allons analyser la liste d'outillage (Voir Tableau 17) reçue concernant notre projet

24	MANUFACTURER	TOOL	CRIMPING TOOL	DIES/TURRETS	EXTRACTION
25	HARTING	09990000001	X		
26	HARTING	09990000620	X		
27	HARTING	09990000175	X		
28	HARTING	09990000303	X		
29	HARTING	09990000305			X
30	HARTING	09990000319			X
31	HARTING	09990000171			X
32	HARTING	09990000623		X	
33	HARTING	09 99 000 0310		X	
34	HARTING	09 99 000 0531		X	
35					
36	HARTING	09990000012			X
37	HARTING	09990000087			X

Tableau 17: Liste d'outillage du projet PKP

Ensuite nous allons classer ces outils comme suit (Voir Tableau 18) :

- Outils spécifiques.
- Outils communs (PKP et Régiolis).

5	#	Fournisseur	Type	Réf	Photo	Specifique PKP
9	4	CEMBRE	MANUAL CRIMPING TOOL HP3	HP3		Oui
10	5	CEMBRE	MANUAL CRIMPING TOOL HN1	HN1		Oui
11	6	CEMBRE	MANUAL CRIMPING TOOL HN5	HN5		Oui
12	7	CEMBRE	MANUAL CRIMPING TOOL HF1	HF1		Oui
13	8	CEMBRE	MANUAL CRIMPING TOOL HX1	HX1		Oui
14	9	CEMBRE	MANUAL CRIMPING TOOL ZKE610	ZKE610		Oui
15	10	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL TH1	TH1		Non
16	11	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL TH2	TH2		Non
17	12	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL TH3	TH3		Non
18	13	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL TH3-2	TH3-2		oui
19	14	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL PSEC7A	PSEC7A		Non

Tableau18: Classement des outils spécifiques et communs

Ce qui a donné le résultat illustré dans (le Tableau 19) :

	Outils spécifiques	Outils communs
Quantité	23	20

Tableau 19: la quantité des outils spécifiques et communs du Projet PKP

Deuxième Étape :

Maintenant que le besoin en outillages spécifiques et communs a bien été établi, nous allons lancer la commande concernant **les vingt-trois outils spécifiques**, et en parallèle, nous allons faire une étude RCCP pour **les vingt outils communs.**

Définition de la méthode Rough Cut Capacity Planning ou Planification globale des Capacités (RCCP):

La méthode RCCP Est une Procédure qui consiste à traduire le Plan de Production et/ou le programme Directeur de production en besoins en capacité des ressources critiques : main d'œuvre, machines, surfaces d'exploitation, ressources financières, etc.

Cette étude a été indispensable au bon déroulement de notre projet d'industrialisation, en effet elle nous a permis de prévoir et de détecter à l'avance le manque d'outillage qui engendre un arrêt de production.

Pour ce faire, nous allons procéder de la manière suivante : (Voir Figure 48)

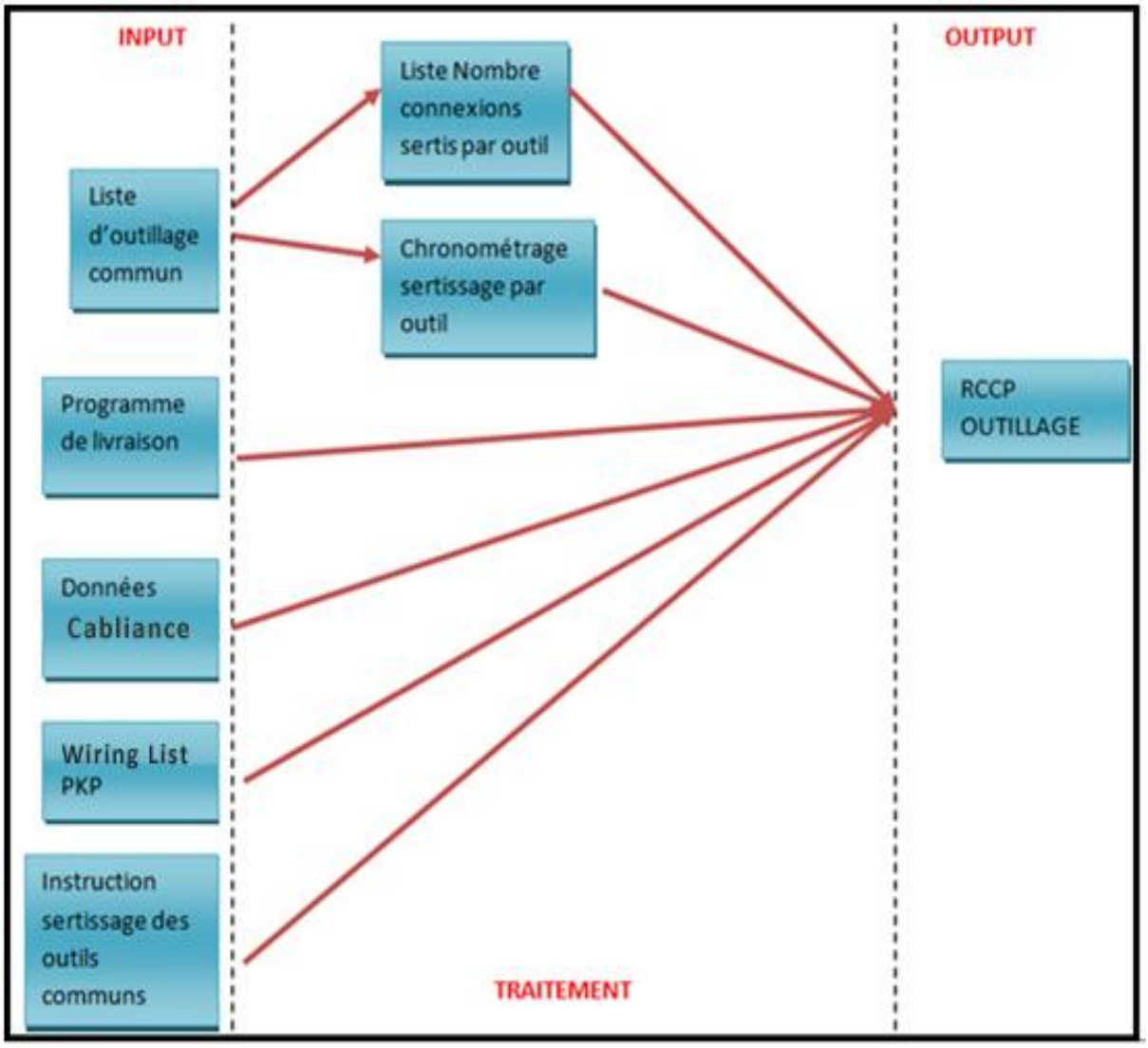


Figure 48: Donnée d'entrée pour le calcul RCCP

Données d'entrée :

Pour effectuer le RCCP nous allons nous baser en premier lieu sur trois documents, que nous considérons comme données d'entrée, à savoir :

- La Liste d'outillages communs (voir Tableau 20 et Annexe 2)

#	Fournisseur	Type	Réf	Poto	Specifique PK
10	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL TH1	TH1		Non
11	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL TH2	TH2		Non
12	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL TH3	TH3		Non
14	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL PSEC7A	PSEC7A		Non
15	DMC	MANUAL CRIMPING TOOL AF8	AF8		Non
16	DMC	MANUAL CRIMPING TOOL AFM8	AFM8		Non

Tableau 20 : la liste des outillages communs

- Programme de livraison : ce document nous a été transmis par le client, et qui comprend la quantité mensuelle de faisceaux à livrer *(*voir Tableau 21 et Annexe 3*)*

	Projet			Outillage		B.P Input	janv-13	févr-13	mars-13	avr-13	mai-13	juin-13	juil-13	août-13	sept-13	oct-13	nov-13
3	Customer input																
4	Reference	N.Fils	N.F BL		Qty Total												
5																	
6	projet																
7	Regiolis				0		3	5	8	7	7	5	5	12	12	14	12
8	PKP				0		0	0	0	0	0	13	47	37	67	94	94
9					0												

Tableau 21: le programme de livraison

- Données CABLIANCE (Voir Tableau 22) :

Heures de travail par jour	7.5 heures
Nombre de Shifts	3
Jour de travail net/ans	257 jours
Jour de travail net/mois	22 jours
Heures de travail net /an	5782.5 heures
Heures de travail net/mois	495 heures
Temps standard de dénudage	20.69 secondes
Temps standard de contrôle de dénudage	4.25 secondes
Temps de standard de contrôle de sertissage	11 secondes
Efficience du site	40%

Tableau 22: données CABLIANCE

- Wiring List (La Liste des câbles) et instructions de sertissage. (Voir Annexe 4)

Traitement :

Concernant cette partie, nous allons calculer en fonction du programme de livraison (des deux projets PKP et REGIOLIS) la charge de travail en heure et le nombre de chaque outil commun résultant via la méthode RCCP.

N .B : Le Calcul RCCP sera expliquée à travers un exemple.

Calcul RCCP de l'outil FT8

- Avant toute chose, nous allons déterminer tous les types de connexions qui correspondent à l'outil FT8 (Voir Tableau 23), une information qui a été extraite du document instruction de sertissage.

	DTR0000120152	210022	PIN HAN_D 2.5/1.5	09 33 000 6304	HARTING	7,5 mm	
	DTR0000120189	210568	contact male	09 33 000 6307	HARTING	7 mm	
	DTR0000120100	210020	Contact Femelle 2.5/2.5	09 33 000 6402	HARTING	7,5 mm	
	DTR0000120107	210021	Contact Femelle 2.5/1.5	09 33 000 6404	HARTING	7 mm	
	DTR0000130501	210023	Contact Femelle 1.6/1.0	09 15 000 6402	HARTING	7 mm	
	DTR0000130523	210024	Contact Femelle 1.6/0.5	09 15 000 6403	HARTING	7 mm	
	DTR0000130541	210423	Contact Femelle Or	9150006404	HARTING	8 mm	
	DTR0000152941	210026	SOCKET HAN_D 1.6/2.5	09 15 000 6406	HARTING	6 mm	
	DTR0000130539	210025	SOCKET HAN_D 1.6/0.75	09 15 000 6405	HARTING	7 mm	
	DTR0000232750	210027	Han D Female GT Contact	9150006401	HARTING	8 mm	
	DTR0000130502	210247	PIN HAN_D 1.6/0.75	09 15 000 6305	HARTING	7 mm	

Tableau 23 : la liste des connexions serties par l'outil FT8

Et donc après avoir terminé cette analyse nous avons trouvé un total de **21 connexions** correspondant à ce type d'outil.

- Ensuite nous allons calculer le nombre total pour chaque type de connexions correspondant à l'outil FT8 (Voir Tableau 24) qui sera utilisé dans les deux projets (PKP et REGIOLIS),

Outil	Ref connexions	Nombre connexions par projet	
		Regiolis	PKP
FT8	210328	34	0
	200016	27	0
	200014	13	0
	200570	19	0
	210489	8	0
	200013	0	0
	210547	34	0
	210022	46	0
	210568	17	0
	210020	0	2
	210021	46	0
	210023	0	882
	210024	0	662
	210423	37	0
	210026	0	181
	210025	0	39
	210027	36	2
	210247	0	0
	210248	332	0
	210249	42	0
	210343	17	0
		707	1767

Tableau 24: Nombre de connexions serties par le même outil par projet

Ce qui a donné le résultat suivant :

- un total de **707**connexions qui seront sertis par l'outil FT8 dans le projet **Régiolis**.
- Un total de **1767** connexions qui seront sertis par l'outil FT8 dans le projet **PKP**.

- Après nous allons calculer **le temps standard de sertissage** de l'outil FT8 en utilisant l'équation suivante :

Tps Stdr (s) = tps de dénudage (s) + temps contrôle dénudage (s) +tps moyen globale sertissage (s) + tps contrôle sertissage (s)

Et donc pour aboutir à notre résultat nous allons suivre les étapes suivantes :

- **1ère étape :** chronométrer le temps que prend l'outil FT8 pour sertir chaque type de connexions (Voir Tableau 25).

Photo outil	Ref outil	Ref Connexion	Temps chronométrage		
			1	2	3
FT8 M22520/1-01 T00067	FT8	210328	7,29	6,28	5,11
	FT8	200016	8,89	5,81	5,69
	FT8	200014	4,62	5,67	3,13
	FT8	200570	6,48	6,2	6,72
	FT8	210489	7,21	7,33	5,32
	FT8	200013	4,48	3,27	3,67
	FT8	210547	6,22	5,71	3,46
	FT8	210022	7,96	7,59	7,13
	FT8	210568	6,7	6,69	7,7
	FT8	210020	7,21	7,33	5,32
	FT8	210021	4,48	3,27	3,67
	FT8	210023	6,22	5,71	3,46
	FT8	210024	6,22	5,71	3,46
	FT8	210423	7,96	7,59	7,13
	FT8	210026	6,7	6,69	7,7
	FT8	210025	7,21	7,33	5,32
	FT8	210027	4,48	3,27	3,67
	FT8	210247	6,22	5,71	3,46
	FT8	210248	6,22	5,71	3,46
	FT8	210249	7,96	7,59	7,13
	FT8	210343	6,7	6,69	7,7

Tableau 25: chronométrage de temps de sertissage de chaque connexion

- **2ème étape :** Calculer la moyenne des trois relevés chronométriques pour chaque type de connexions et ainsi en déduire des résultats obtenus l**e temps moyen GLOBAL de sertissage** de l'outil **FT8** (Voir Tableau 26)

Photo outil	Ref outil	Ref Connexion	Temps chronométrage			Temps Moyen (s)	Temps Moyen par outil (s)
			1	2	3		
FT8 M22520/1-01 T00067	FT8	210328	7,29	6,28	5,11	6	
	FT8	200016	8,89	5,81	5,69	7	
	FT8	200014	4,62	5,67	3,13	4	
	FT8	200570	6,48	6,2	6,72	6	
	FT8	210489	7,21	7,33	5,32	7	
	FT8	200013	4,48	3,27	3,67	4	
	FT8	210547	6,22	5,71	3,46	5	
	FT8	210022	7,96	7,59	7,13	8	
	FT8	210568	6,7	6,69	7,7	7	6
	FT8	210020	7,21	7,33	5,32	7	
	FT8	210021	4,48	3,27	3,67	4	
	FT8	210023	6,22	5,71	3,46	5	
	FT8	210024	6,22	5,71	3,46	5	
	FT8	210423	7,96	7,59	7,13	8	
	FT8	210026	6,7	6,69	7,7	7	
	FT8	210025	7,21	7,33	5,32	7	
	FT8	210027	4,48	3,27	3,67	4	
	FT8	210247	6,22	5,71	3,46	5	
	FT8	210248	6,22	5,71	3,46	5	
	FT8	210249	7,96	7,59	7,13	8	
	FT8	210343	6,7	6,69	7,7	7	

Tableau 26: Moyenne de temps de sertissage par outil

En calculant la moyenne des temps de sertissage de chaque connexion, nous avons obtenu pour l'outil FT8 le résultat suivant :

Tps moyen global de sertissage (s) = 6 s

- **3ème étape :** Calculer le temps standard de sertissage de l'outil FT8

Tps Stdr (s) = tpsstdr de denudage (s) + tempsstdr contrôle denudage (s) +tps moyen global sertissage (s) + tps stdrcontrôle sertissage (s)

A.N :

TpsStdr (s) = 20,69 + 4,25 + 6 + 11

TpsStdr (s) = 41, 94 s

➡ Arrivés à ce stade, nous allons déterminer pour l'outil FT8, en fonction du programme de livraison (des deux projets PKP et REGIOLIS), la charge de travail en heure ainsi que la quantité d'outils optimale qui sera utilisée.

❖ Ch_i **/projet**(h)= $$\frac{Qi \times nbre.C \times Tps\ Stdr}{3600}$$

Avec :

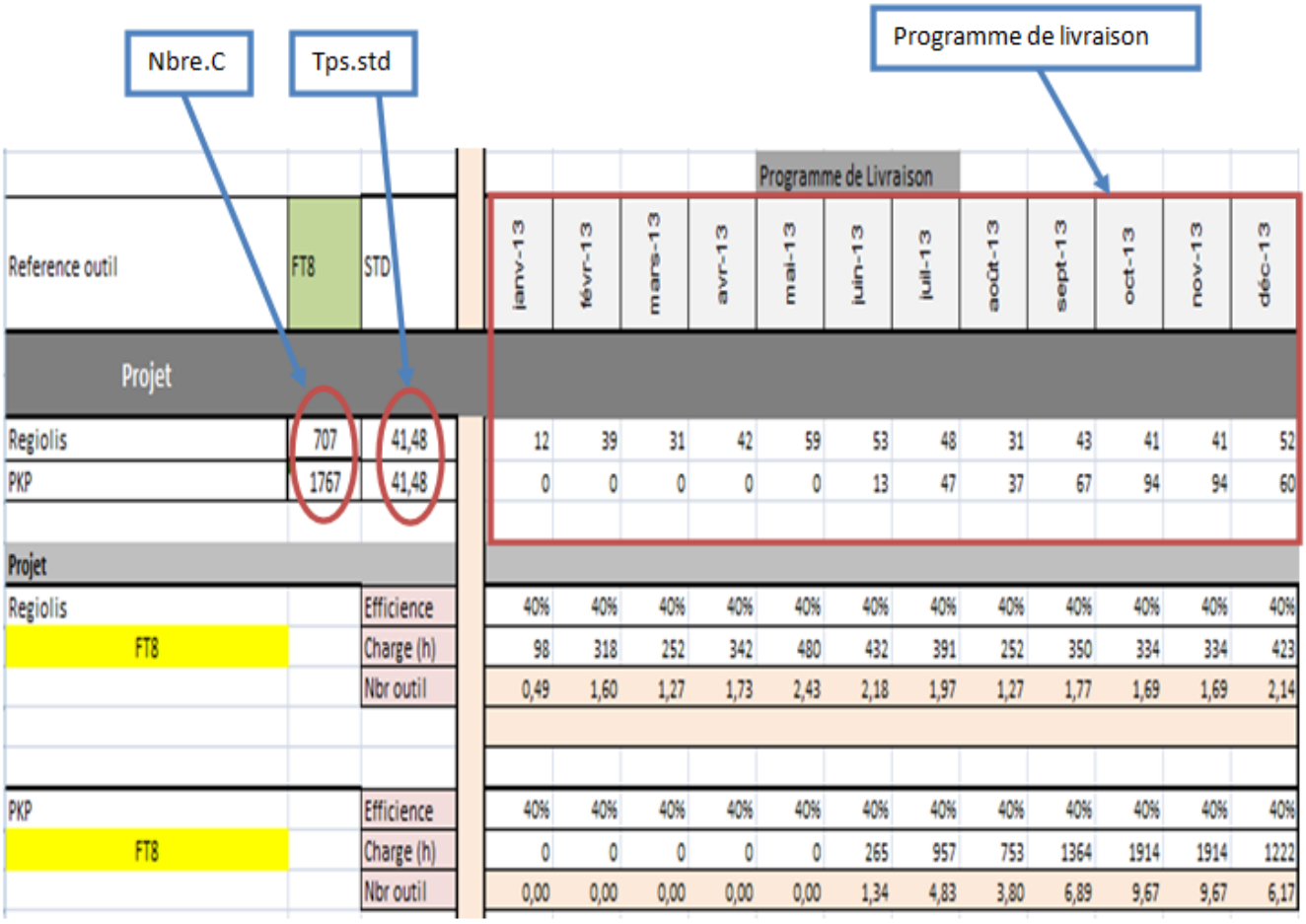
- **Chi** : Charge de travail de l'outil par mois
- **Qi** : Quantité de produits demandée par mois
- **Nbre.C** : Nombre total de connexions serties dans chaque projet par l'outil FT8
- **Tps Stdr** : Temps standard de sertissage de l'outil FT8 (en seconde)
- **i** : indice des mois, sachant que i = {1 ; 2…. ; 12}

❖ $Q_{op,i}$ **/projet** = $$\frac{Chi}{E \times Tn}$$

Avec :

- $Q_{op,i}$: la quantité d'outils optimale à utiliser par mois.
- **Ch i** : Charge de travail de l'outil FT8 par mois (en heure).
- **E** : L'efficience de production du site Cabliance Maroc (40%).
- **Tn** : Heures de travail net par mois (495 heures).
- **i** : indice des mois, sachant que i = {1 ; 2…. ;12}.

Tout calcul fait nous avons obtenu des résultats que nous avons regroupés dans le Tableau 27 :



Reference outil	FT8	STD	Programme de Livraison											
			janv-13	févr-13	mars-13	avr-13	mai-13	juin-13	juil-13	août-13	sept-13	oct-13	nov-13	déc-13
Projet														
Regiolis	707	41,48	12	39	31	42	59	53	48	31	43	41	41	52
PKP	1767	41,48	0	0	0	0	0	13	47	37	67	94	94	60
Projet														
Regiolis		Efficience	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
FT8		Charge (h)	98	318	252	342	480	432	391	252	350	334	334	423
		Nbr outil	0,49	1,60	1,27	1,73	2,43	2,18	1,97	1,27	1,77	1,69	1,69	2,14
PKP		Efficience	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
FT8		Charge (h)	0	0	0	0	0	265	957	753	1364	1914	1914	1222
		Nbr outil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	4,83	3,80	6,89	9,67	9,67	6,17

Tableau 27: la charge et le nombre d'outils par projet

➔ Finalement, nous avons pu prévoir grâce aux résultats obtenus (à savoir la charge de travail et le nombre d'outils optimal correspondant) la quantité d'outils de type FT8 que nous devrions commander $Q_{C,i}$ pour anticiper un arrêt de production.

N.B : Les résultats des 19 outils communs restants ont été mis en Annexe (Voir Annexe 4bis)

Pour ce faire, nous avons procédé selon la logique suivante :

- Calculer pour chaque mois la quantité d'outils à utiliser pour les deux projets $Q_{D,i}$ selon la relation suivante :

  $$Q_{D,i} = (Q_{op,i/PKP} + Q_{op,i/Régiolis}) \times R$$

  Avec:

- $Q_{op,i/PKP}$:la quantité d'outils optimale à utiliser pour le projet **PKP** (par mois)
- $Q_{op,i/Régiolis}$:la quantité d'outils optimale à utiliser pour le projet **REGIOLIS** (par mois)
- **R** : Le Ratio qui indique le nombre de références utilisant l'outil.
- **i** : indice des mois, sachant que i = {1 ; 2…. ;12}

- Déterminer la quantité à commander $Q_{C,i}$ selon les conditions suivantes :

  - Dans le cas où : $Q_{D,i} \geq St_i$

  Et sachant que : $\mathbf{St_i = St_{i-1} + Q_{C,i}}$

  => Calculer $\mathbf{Q_{C,i}}$ de tel manière à avoir : $\mathbf{Q_{D,i} = St_i}$

  - Dans le cas où : $\mathbf{Q_{D,i} \leq St_i}$

  => Ne rien faire

Avec :

- $\mathbf{Q_{D,i}}$: Quantité demandée qui est la quantité d'outils à utiliser pour les deux projets (par mois)
- $\mathbf{Q_{c,i}}$: la quantité d'outils à commander. (Par mois).
- $\mathbf{St_{,i}}$: Stock d'outils disponible dans l'usine. (par mois)
- **i** : indice des mois, sachant que i = {1 ; 2…. ;12}

Tout Calcul fait nous avons obtenules résultats illustrés dans le tableau 28:

			Programme de Livraison											
Reference outil	FT8	STD	janv-13	févr-13	mars-13	avr-13	mai-13	juin-13	juil-13	août-13	sept-13	oct-13	nov-13	déc-13
Projet														
Regiolis	707	41,48	12	39	31	42	59	53	48	31	43	41	41	52
PKP	1767	41,48	0	0	0	0	0	13	47	37	67	94	94	60
Projet														
Regiolis		Efficience	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
FT8		Charge (h)	98	318	252	342	480	432	391	252	350	334	334	423
		Nbr outil	0,49	1,60	1,27	1,73	2,43	2,18	1,97	1,27	1,77	1,69	1,69	2,14
PKP		Efficience	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
FT8		Charge (h)	0	0	0	0	0	265	957	753	1364	1914	1914	1222
		Nbr outil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	4,83	3,80	6,89	9,67	9,67	6,17
			janv-13	févr-13	mars-13	avr-13	mai-13	juin-13	juil-13	août-13	sept-13	oct-13	nov-13	déc-13
Plan d'investissement														
FT8		Qté demandée	4,32	14,43	11,47	15,54	21,84	31,65	61,26	45,71	77,92	102,17	102,17	74,77
		Qté commandé	0	0	0	0	2	10	30	0	16	25	0	0
Ratio	9	Stock d'outil	20	20	20	20	22	32	62	62	78	103	103	103

Tableau 28: RCCP outil FT8

2.2 Planification du besoin en moyen et main d'œuvre :

2.2.1 Analyse de l'ancienne démarche pour la planification du besoin en moyen et ressources :

Pour planifier le besoin en moyens et main d'œuvre d'un projet X le service ingénierie de CABLIANCE Maroc procédait de la manière suivante :

- Déterminer via une analyse du fichier BSL (Voir Tableau 29) le nombre de planches à utiliser pour chaque référence du projet X. (À savoir que la longueur d'une planche est de 2 m)

Exemple :

Nbr planches = Long lay-out/2m

PROJET	FORMBOARD CODE	Longeur Layout (m)	nbr planche	Format Designe
Regiolis	Intercaisse	8	4	A0 scala 1:1
Regiolis	POK BOGIE	12	6	A0 scala 1:1
Regiolis	SOUSPLANCHER	18	9	A0 scala 1:1

Tableau 29:Fichier BSL

- Commander pour chaque référence le support de montage correspondant, en sachant que :

Longueur du support (m) = longueur lay-out (m)

- Affecter pour chaque support un nombre bien défini d'opérateurs satisfaisant deux conditions : (Voir Figure 49 et Figure 50)

5 Opérateurs / Support **(pour les supports ≥ 8 m)**

Exemple :

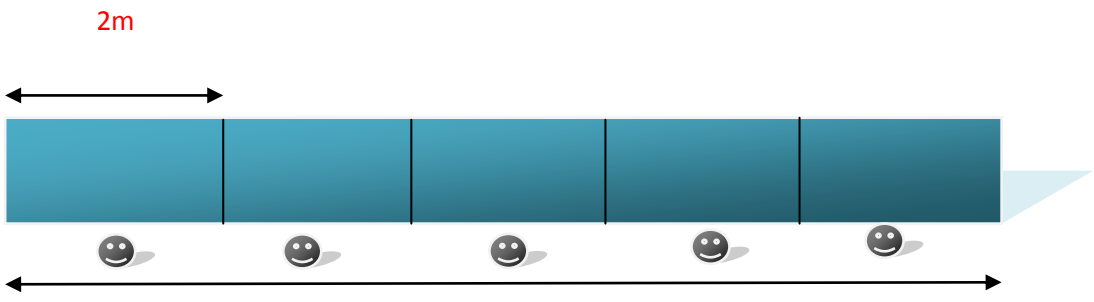


Figure 49: Affectation des opérateurs pour les supports supérieurs a 8m

Un Opérateur / planche de 2m (pour les supports < 8 m)

Exemple :

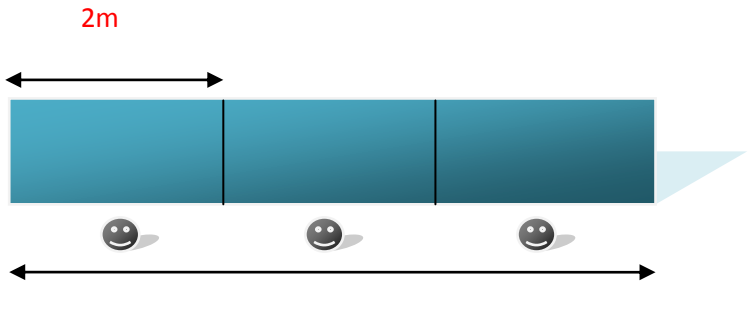


Figure 50: Affectation des opérateurs pour les supports inférieurs à 8m

Concernant le projet PKP, la planification des besoins en moyens (planches et support) adoptée par le service ingénierie s'est avérée impossible à appliquer, vu que l'espace libre à exploiter dans l'usine **(350 m²)** ne pouvait pas contenir les supports de toutes les références du projet, chose que nous avons justifié par le raisonnement suivant :

- Calcul de la surface à dédier pour les supports des quatre voitures :

Su. Dédiée = Su.Net total x Ra

Avec :

- **Su.Net Total** : Surface nette des supports des quatre voitures (Voir Tableau 30)
- **Ra** : Ratio d'agrandissement, qui est le rapport entre la surface à dédier et la surface nette (Voir Figure 51).

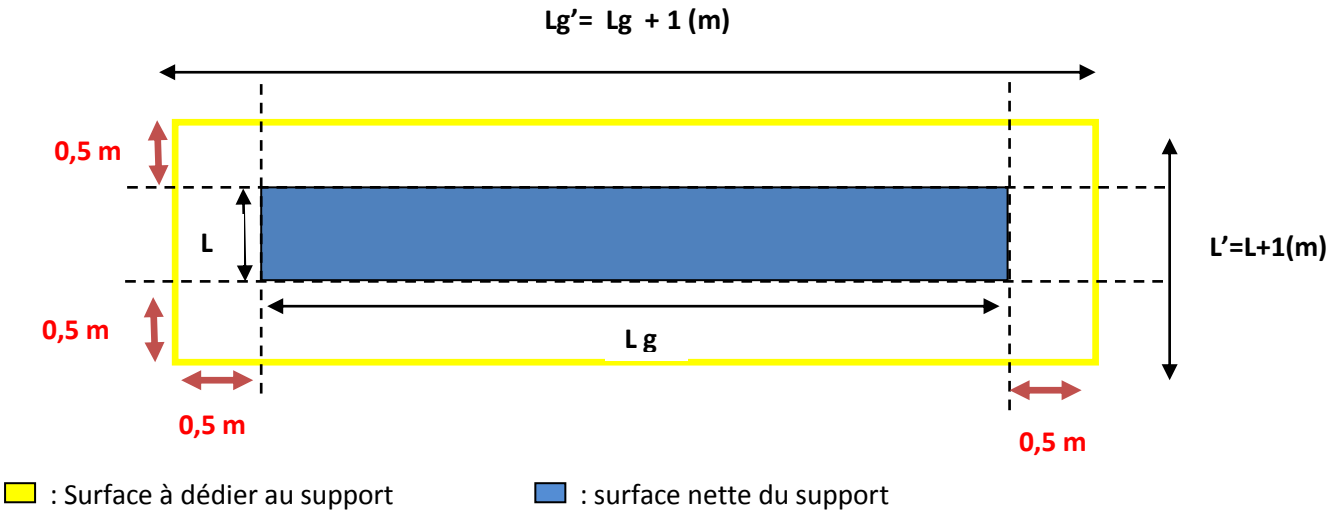


Figure51: surface dédiée pour chaque support

$$Ra = \frac{\text{Surface à dédier}}{Surface\ net} = \frac{Lg' \times L'}{Lg \times L} = \frac{(Lg+1) \times (L+1)}{Lg \times L} \approx 2,5$$

Su.Net/voiture = (∑ Lg) x L ; Avec **L : largeur de la planche=0,85m=Cste**

Lg : Longueur de la planche

															Su.Net (m²)
Voiture 2	Réf	6022	6056	6081	6109	6122	6680	6684	6697	2877					
	Lg(m)	5	8	10	3,5	9	10	10	7,5	3,5					56,525
Voiture 4	Réf	6031	6058	6087	6112	6125	6152	6733	6741	6745	6751	6755	8077		
	Lg(m)	5	8	10	3,5	8	3,5	25	15	18	10	7	11		105,4
Voiture 5	Réf	6032	6059	6088	6113	6132	6153	6740	6742	6747	6754	6759	8047	3615	
	Lg(m)	5	8	10	3,5	8	3,5	15	16	17,5	8	7	20	6	108,375
Voiture 6	Réf	6033	6060	6089	6114	6134	6157	6681	6685	6699					
	Lg(m)	5	8	10	3,5	9	3,5	10	10	7,5					56,525

Tableau 30 : Surface nette des supports du Projet PKP

Tout calcul fait nous avons obtenu le résultat suivant :

A.N :

$$\text{Su. Dédiée} = \text{Su.Net total} \times Ra$$

$$\text{Su. Dédiée} = (56{,}525+105{,}4+108{,}375+56{,}525) \times 2{,}5$$

$$\text{Su. Dédiée} = 817\ m^2$$

- Comparaison entre la surface à dédier pour les supports des quatre voitures et la surface libre de la société :

Surface àdédier>>Surface libre

Avec :

- Surface à dédier = 817 m².
- Surface libre = 350 m².

Donc il fallait penser à une solution qui nous permettra de regrouper toutes les références du projet PKP tout en respectant la contrainte de la surface libre à exploiter qui est de 350 m².

2.2.2 Nouvelle Démarche adoptée pour la planification du besoin en moyen et ressources :

Selon un raisonnement logique, nous avons jugé que pour résoudre le problème détecté, qu'iil faudrait minimiser le nombre de supports à commander pour chaque voiture du projet PKP, et pour ce faire nous allons procéder de la manière suivante :

- En commençant par redimensionner les supports à commander et ceci dans le but de pouvoir y stocker plusieurs références à la fois. (Voir Figure 52)

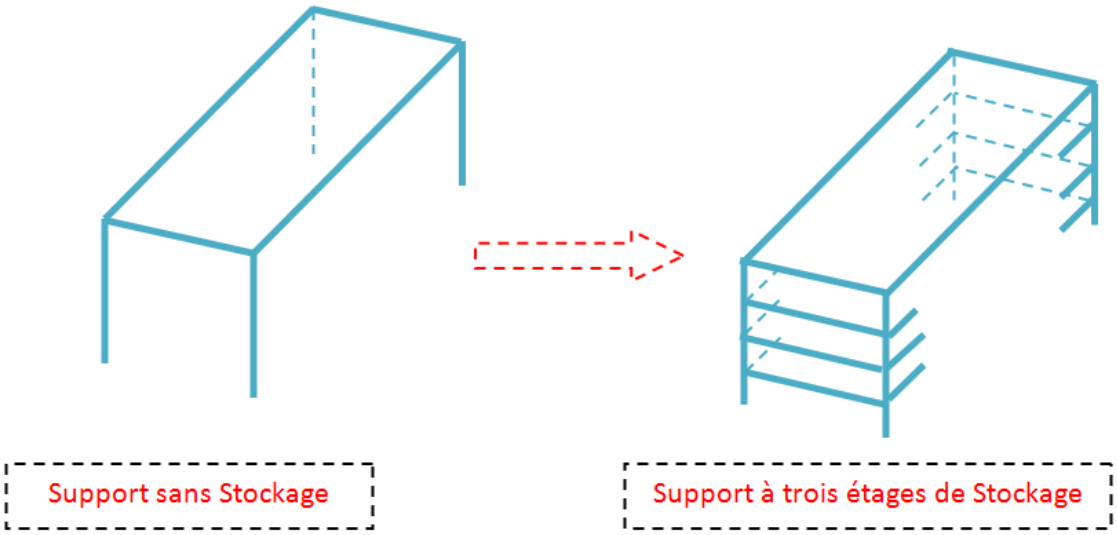


Figure 52: support sans stockage et support avec stockage

➡ Ensuite nous allons établir un plan de stockage qui permettra de choisir, et d'une manière optimale, les supports à commander, ainsi que nous allons calculer la surface à dédier pour chaque voiture du projet : (Voir les Tableaux 31 ,32 ,33 et 34)

NB : Le choix des supports à commander s'est basé essentiellement sur la longueur des références et sur la capacité de stockage des supports.

- Voiture 2

Voiture 2	Références	AX01000696022	AX01000696056	AX01000696081	AX01000696109	AX01000696122	AX01000696680	AX01000696684	AX01000696697	AX01000812877
	Longueur (m)	5	8	10	3,5	9	10	10	7,5	3,5
Support (m)	9		X			X				X
	10			X	X				X	
	10	X					X	X		

Tableau 31: plan de stockage de la voiture 2

⇨ **Su'. Dédiée/voiture 2 = Su'.Net total x Ra = Longueur x largeur x Ra**

A.N :

⇨ **Su'. Dédiée/voiture 2 = (9+10+10) x (0,85) x 2,5 = 61,625 m² (1)**

- **Voiture 4**

Voiture 4	Références	AX01000696031	AX01000696058	AX01000696087	AX01000696112	AX01000696125	AX01000696152	AX01000696733	AX01000696741	AX01000696745	AX01000696751	AX01000696755	AX01000908077
	Longueur (m)	5	8	10	3,5	8	3,5	25	15	18	10	7	11
Support (m)	8		X			X							
	10			X	X		X						
	25	X						X	X	X	X	X	X

Tableau 32: plan de stockage de la voiture 4

⇨ **Su'. Dédiée/voiture 4 = Su'.Net total x Ra = Longueur x largeur x Ra**

A.N :

⇨ **Su'. Dédiée/voiture 4 = (8+10+25) x (0,85) x 2,5 = 91,375 m² (2)**

- **Voiture 5**

Voiture 5	Références	AX01000696032	AX01000696059	AX01000696088	AX01000696113	AX01000696133	AX01000696153	AX01000696740	AX01000696742	AX01000696747	AX01000696754	AX01000696759	AX01000908047	AX01000913615
	Longueur (m)	5	8	10,5	3,5	8	3,5	15	16	17,5	8	7	20	6
Support (m)	8		X			X					X			X
	16						X	X	X			X		
	20	X		X	X					X			X	

Tableau 33: plan de stockage de la voiture 5

⇨ **Su'. Dédiée/voiture 5 = Su.Net total x Ra = Longueur x largeur x Ra**

A.N :

⇨ **Su'. Dédiée/voiture 5 = (8+16+20) x (0,85) x 2,5 = 93,5 m² (3)**

- Voiture 6

Voiture 6	Références	AX01000696033	AX01000696060	AX01000696089	AX01000696114	AX01000696134	AX01000696157	AX01000696681	AX01000696685	AX01000696699
	Longueur (m)	5	8	10	3,5	9	3,5	10	10	7,5
Support (m)	8		X				X			X
	10	X				X			X	
	10			X	X			X		

Tableau 34 : Plan de stockage de la voiture 6

⇨ **Su'. Dédiée/voiture 6 = Su.Net total x Ra = Longueur x largeur x Ra**

A.N :

⇨ **Su'. Dédiée/voiture 6 = (8+10+10) x (0,85) x 2,5 = 59,5 m² (4)**

➡ Finalement, nous allons additionner les résultats obtenus en (1), (2), (3) et (4) pour déterminer la nouvelle surface à dédier, et la comparer par la suite avec la surface libre de la société (350 m²).

Su'. Dédiée = 61,625 + 91,375+ 93,5+ 59,5

Su'. Dédiée = 306 m²

= >Su'. Dédiée < Su. Libre

Et donc nous constatons que la nouvelle démarche adoptée respecte parfaitement la contrainte imposée (surface libre 350 m²), et que le nombre de supports à commander est passé de **43** supports à **12** supports seulement.

2.3 Implantation du projet PKP :

Après avoir défini le nombre de supports de stockage à commander (12 Supports), nous allons dresser le plan d'implantation du projet (PKP Voir Figure 53)

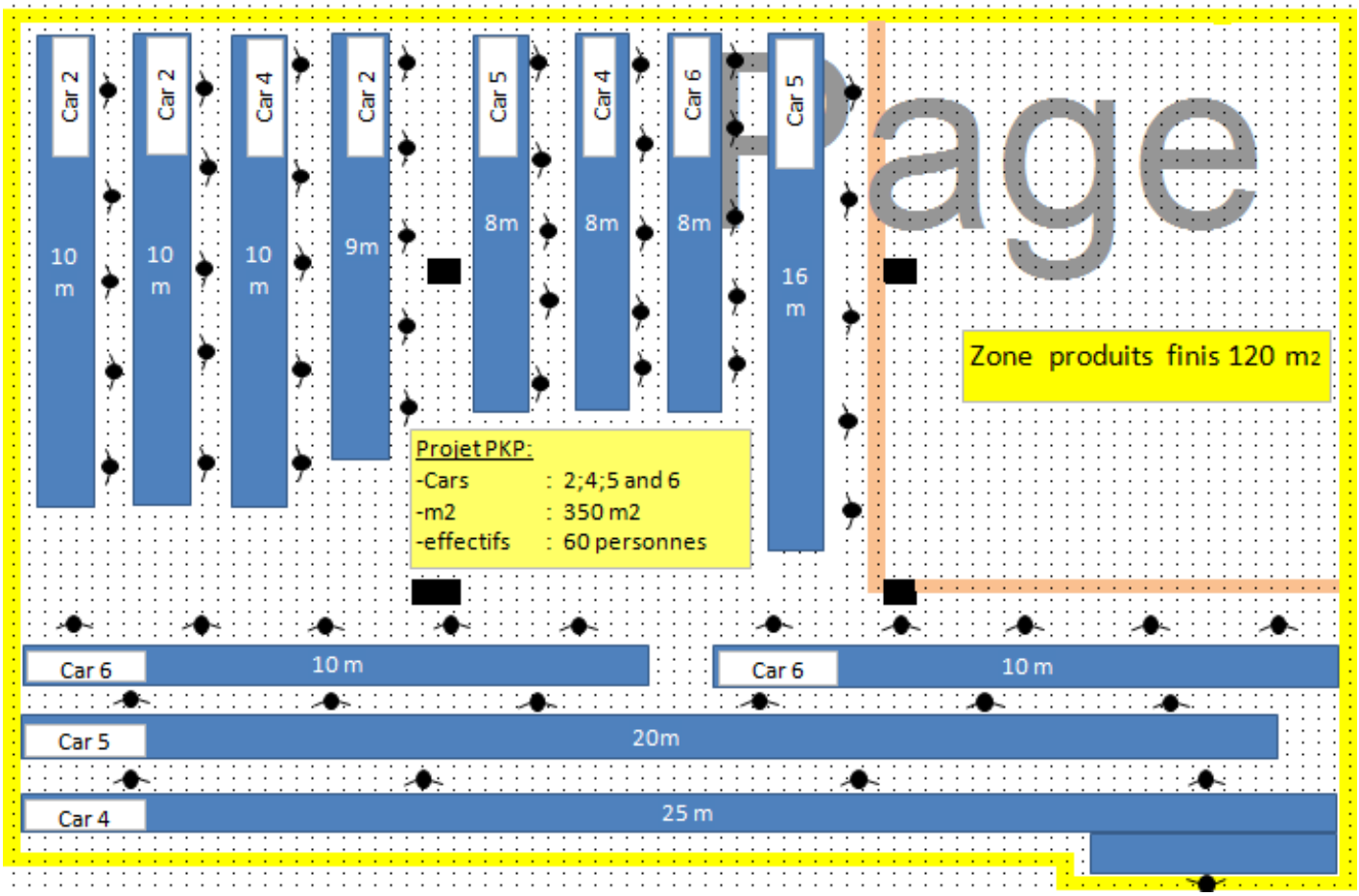


Figure 53 : Plan d'implantation du projet PKP

2.4 Établissement de la gamme de coupe et fabrication

Nous allons créer à partir de la nomenclature la gamme de fabrication qui contient toutes les informations nécessaires pour effectuer le cheminement, le sertissage et le montage de connecteur (Voir Tableau 35)

Elle contient la référence du câble, sa section, sa longueur son connecteur et sa connexion tenant, son connecteur et sa connexion aboutissant….

BUNDLE	WIRE	Longueur	Section	Cou	TYPE	Connecteur 1	Paquet	Pin con	Contact 1	Connecteur 2	Bague de couleur	Pin connecteur 2	Contact 2
PKP404AA	1005_BK	7000	Z114	BU	FZ1014	L-45A04X9	H001	5	#N/A	P-46A02X8B	Noir	5	200140
PKP404AA	1005_SCH	7000	Z114	BU	FZ1014	L-45A04X9	H001	GND	#N/A	P-46A02X8B	Noir	GND	#N/A
PKP404AA	1005_RD	7000	Z114	BU	FZ1014	L-45A04X9	H001	1	#N/A	P-46A02X8B	Noir	1	200140
PKP404AA	1005_BU	7000	Z114	BU	FZ1014	L-45A04X9	H001	2	#N/A	P-46A02X8B	Noir	2	200140
PKP404AA	1005_WH	7000	Z114	BU	FZ1014	L-45A04X9	H001	4	#N/A	P-46A02X8B	Noir	4	200140
PKP404AA	1004_WH	6000	Z114	BU	FZ1014	P-60A01X12	H002	4	200140	P-46A02X7B	Jaune	4	200142
PKP404AA	1004_BK	6000	Z114	BU	FZ1014	P-60A01X12	H002	5	200140	P-46A02X7B	Jaune	5	200142
PKP404AA	1004_BU	6000	Z114	BU	FZ1014	P-60A01X12	H002	2	200140	P-46A02X7B	Jaune	2	200142
PKP404AA	1004_RD	6000	Z114	BU	FZ1014	P-60A01X12	H002	1	200140	P-46A02X7B	Jaune	1	200142
PKP404AA	1004_SCH	6000	Z114	BU	FZ1014	P-60A01X12	H002	GND	#N/A	P-46A02X7B	Jaune	GND	#N/A
PKP404AA	1006_SCH	5000	Z113	BU	FZ1013	L-65X66F2	H003	GND	#N/A	L-65X67F1	Marron	GND	#N/A
PKP404AA	1006_BK	5000	Z113	BU	FZ1013	L-65X66F2	H003	4	#N/A	L-65X67F1	Marron	4	#N/A
PKP404AA	1006_RD	5000	Z113	BU	FZ1013	L-65X66F2	H003	6	#N/A	L-65X67F1	Marron	6	#N/A
PKP404AA	1006_BU	5000	Z113	BU	FZ1013	L-65X66F2	H003	7	#N/A	L-65X67F1	Marron	7	#N/A

Tableau 35: Gamme de fabrication

2.5 Établissement des lay-outs

2.5.1 Analyse des lay-outs et discussions des problèmes potentiels

La connaissance des longueurs de chaque référence ainsi que le nombre de planches et des connecteurs nous a poussés à relever deux problèmes potentiels :

- Problème lors du cheminement :

Lors du cheminement des références du projet PKP nous avons constaté que l'opérateur aura du mal à trouver les aboutissants de chaque tenant vu la longueur des lay-outs (25m, 20m, 16m..) et le nombre important de connecteurs figurant dans chaque référence (90 connecteurs, 121 connecteurs …). (Voir Figure 54)

De ce fait, l'opérateur sera amené à faire plusieurs allers-retours inutiles qui seront traduit par un temps non productif considérable.

L'enjeu est donc de trouver un moyen efficace nous permettant de réduire ces allers retours.

Les bagues de couleurs ce sont avérées une solution satisfaisante lors du cheminement du pupitre dans le projet REGILOIS et qui a été prise en considération même dans le projet PKP, néanmoins cette solution ne trouvera pas la même efficacité due au nombre important de de sorties dans le lay-out et donc beaucoup de combinaison de couleurs dans chaque sortie qui pourrait créer des risques de confusion pour l'opérateur.

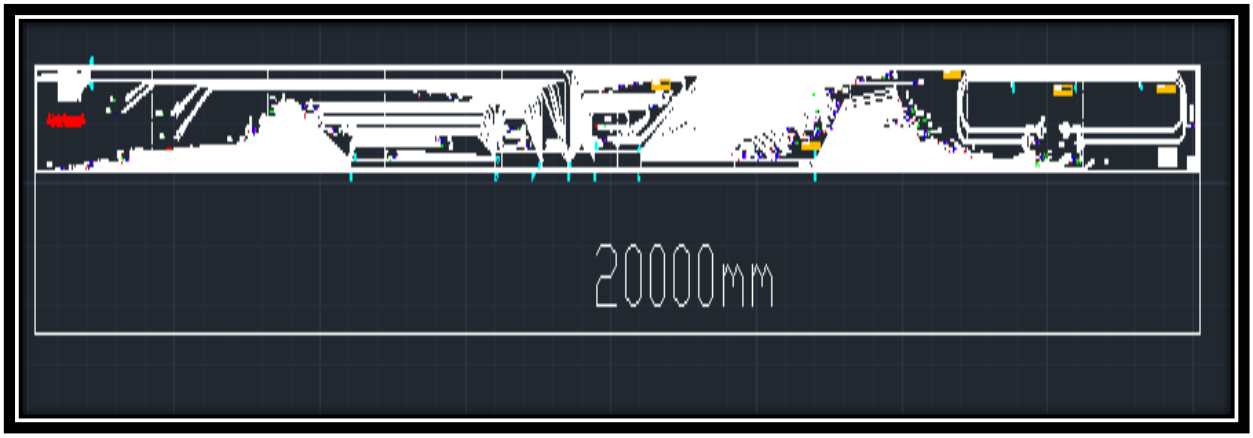


Figure 54: Lay-out projet PKP

- Problème de gestion des références :

Vu le nombre important de planches qui sera utilisé pour le projet PKP, à savoir 193 planches qui seront stockées dans 12 supports, nous avons constaté que le risque de confusion est omniprésent.

Pour éviter cette confusion, l'identification des supports et des planches s'impose.

2.5.2 Amélioration proposée

2.5.2.1 Cheminement dans le lay-out

Afin d'anticiper les problèmes de cheminement, nous allons associer à côté de chaque numéro de paquet des codes qui définissent l'emplacement des aboutissants dans les différentes planches de la référence (Voir Figure 55)

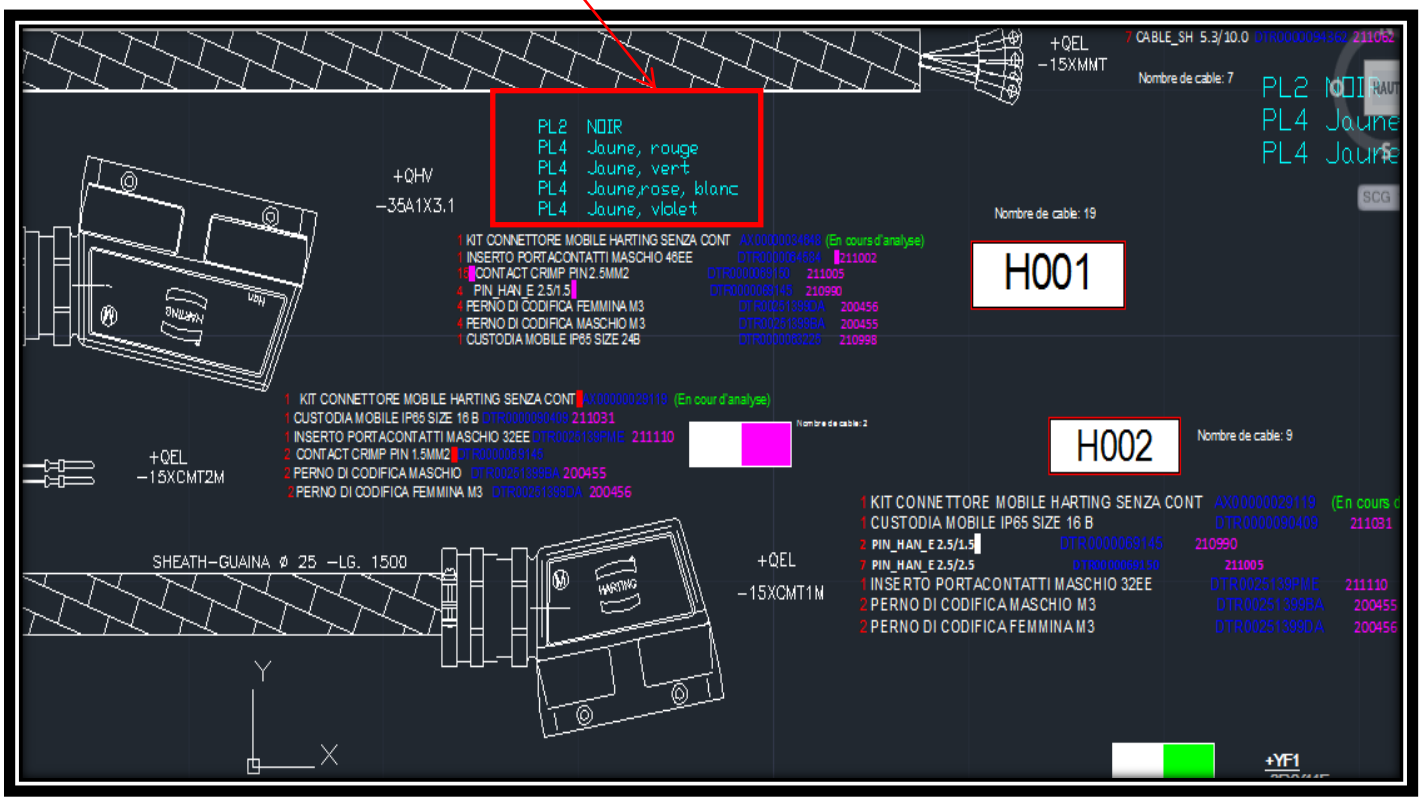


Figure 55 : lay-out avec les codes de cheminement

De ce fait, le cheminement sera effectué de la manière suivante :

- Noter sur les déchirables le code d'emplacement correspondant à chaque aboutissant
- Commencer le cheminement du point départ (tenant) vers le point final (aboutissants) en respectant le trajet de cheminement et les bagues de couleur indiqué dans la planche.

2.5.2.2 Identification des planches et des supports

L'identification des planches et des supports est une action indispensable à établir pour ne pas tomber dans l'erreur de cheminer une planche au lieu d'une autre ou perdre du temps en cherchant la planche à cheminer.

L'identification se fera en deux formes : (Voir Figure 56 et 57)

- L'identification dans le support :

CABLIANCE MAROC

Plan de chargement

Support de Montage N°:

Etage	Voiture	Produit		Planche	
		RéfAT	RéfCAMA	Couleur	Nombre
1					
2					
3					

Figure 56: Plan de chargement des supports

Un support est identifié de la manière suivante :

- L'étage où se trouve la planche
- Le numéro de la voiture
- La référence de la planche donnée par ALSTOM
- La référence de la planché donnée par CABLIANCE
- La couleur attribuée a chaque référence, ainsi que le nombre de planches par référence.

NB : la couleur attribuée à chaque référence a pour objectif d'identifier les planches visuellement.

- L'identification des planches :

Figure 57: Cartouche d'identification des planches

La réalisation de cette cartouche qui comporte les informations suivantes :

- Numéro de la planche
- Nombre de planche
- Le nom du projet
- Le numéro de la voiture
- Le code de la référence

Permettra de :

- faciliter la recherche des aboutissants lors du cheminement.
- Éviter les retards dus à la recherche des planches en cas de mélange.

3. Lancement de la phase Prototype

L'étape qui suit la planification globale ainsi que l'établissement des Lay-outs, du mode opératoire de cheminement et des gammes de coupe est **la phase prototype**

Considérée comme étant l'étape la plus importante du projet, la phase prototype consiste à augmenter l'efficience de la production et ceci en améliorant les procédés de fabrication des références.

3.1 Analyse de l'ancienne démarche

Cabliance Maroc ne procédait au lancement **global** de la phase prototype que si les conditions suivantes sont validées (Voir Figure 58) :

- La réception de la totalité de la matière première (câbles, connecteurs, connexions).
- La réception de l'intégralité d'outils de sertissage
- La disponibilité des Lay-outs et des gammes de coupe.
  NB : Lancement **global** de la phase prototype **(**lancer en parallèle l'ensemble des références d'un projet X**)**

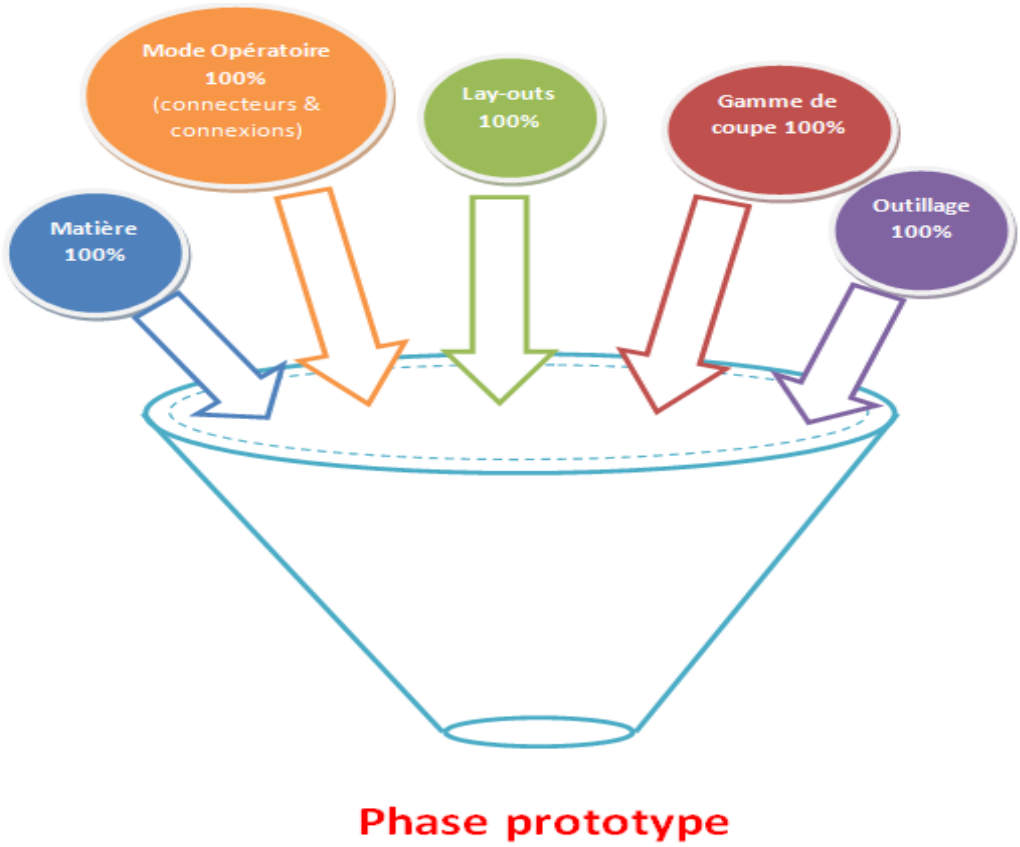


Figure 58:Conditions du lancement global de la phase prototype

En revanche, la réception de la totalité de la matière première et des outils de sertissage ne se faisait pas dans les temps voulus, et donc le lancement **global** de la phase prototype était toujours retardé.

Donc, il fallait penser à une solution qui permettra d'anticiper le retard du lancement de la phase prototype du projet PKP

3.2 Nouvelle démarche adoptée pour le lancement de la phase prototype :

Pour résoudre le problème cité ci-dessus, nous avons vu qu'il était nécessaire de passer par un lancement **PARTIEL**.

Le lancement **PARTIEL** a pour but de lancer que les références dont le statut des indicateurs suivant, est à 100% :

- Matières (câbles, connecteurs, connexions).
- Lay-outs.
- Gammes de coupe.
- Outillages.

Et pour mettre en œuvre notre approche, nous allons établir un tableau de pilotage (Voir Tableau 36) qui permet d'identifier, en fonction des quatre indicateurs cités ci-dessus, les références à démarrer en premier.

Reference	CAR		Pilote	Mode op montage connecteur	Lagout planche de montage	Mode opératoire de sertissage	Mode opératoire de cheinement (	Statut outillage	Statut Matière	Gamme de coupe et préparation	Décisions
AX01000696031	4	PKP401	Anass	23%	100%	38%	100%	100%	30%	100%	
AX01000696058	4	PKP402	Anass	23%	100%	23%	100%	100%	80%	100%	
AX01000696087	4	PKP403	Anass	34%	100%	19%	100%	100%	60%	100%	
AX01000696112	4	PKP404	Anass	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LANCER LA PHASE PROTOTYPE
AX01000696125	4	PKP405	Anass	50%	100%	27%	100%	100%	50%	100%	
AX01000696152	4	PKP406	Anass	0%	100%	27%	100%	100%	40%	100%	
AX01000696733	4	PKP407	Abdelbar	17%	100%	11%	100%	100%	50%	100%	
AX01000696741	4	PKP408	Abdelbar	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LANCER LA PHASE PROTOTYPE
AX01000696745	4	PKP409	Abdelbar	20%	100%	50%	100%	100%	90%	100%	
AX01000696751	4	PKP410	Abdelbar	50%	100%	40%	100%	100%	20%	100%	
AX01000696755	4	PKP411	Abdelbar	50%	100%	45%	100%	100%	50%	100%	
AX01000908077	4	PKP412	Abdelbar	0%	100%	0%	100%	100%	60%	100%	
			Global Status	24%	47%	24%	43%	100%	38%	100%	
			Car 4	39%	100%	40%	100%	100%	61%	100%	
			Car 6	61%	89%	62%	70%	100%	100%	100%	
			Car 5								
			Car 2								

Tableau 36 : Tableau de pilotage

Après avoir analysé les résultats figurant dans le tableau de pilotage, nous avons décidé de démarrer la phase prototype **PARTIEL** des deux références (AX01000696112 et AX01000696741), vu que leurs indicateurs ont atteint un pourcentage de 100%, chose qui permettra de réduire le temps d'amélioration des faisceaux durant la phase prototype.

Finalement nous avons constaté que de procéder par un lancement **partiel** au lieu d'un lancement **global** permettra d'anticiper le retard qui est dû essentiellement au non-respect des délais d'approvisionnement de la matière et des outils de sertissage.

Conclusion

Le sujet qui nous a été proposé était l'augmentation de l'efficience du projet REGIOLIS d'un côté et l'amélioration de l'industrialisation du projet PKP d'un autre côté.

Pour satisfaire la problématique du projet REGIOLIS, il a fallu utiliser la démarche DMAIC du LEAN MANIFACTURING afin de connaitre les causes réelles du temps long de production, nous avons effectivement remarqué que les causes majoritaires étaient dues au temps perdu pour la recherche des informations concernant les opérations de cheminement, de sertissage et de montage de connecteurs.

La démarche nous a permis de passer d'une efficience de 9% à 27%.

D'un autre côté, l'amélioration d'industrialisation du projet PKP consistait à faire une analyse critique des différentes étapes d'industrialisation.

En effet, concernant la planification des outillages, une étude RCCP a été mise en œuvre afin de résoudre les manques d'outillages en cas de surcharge. Le problème de la planification des supports a été également résolu à travers un redimensionnement optimal de ces derniers.

Finalement, afin d'anticiper les problèmes potentiels lors de la phase prototype, nous avons proposé une panoplie de recommandations notamment l'établissement d'un mode opératoire de cheminement et la résolution du problème d'identification des planches.

Toutes les améliorations que nous avons mises en œuvre ont été standardisées pour les projets futurs.

Nous pourrons dire que ce projet a été bénéfique et très enrichissant, tant du point de vu acquisition des connaissances, qu'au niveau pratique et relationnel.

BIBLIOGRAPHIE

- Christophe Rousseau. Le Lean manufacturing, le secret de la réussite votre entreprise. Les éditions d'organisation. 1er éditions. 2012. 87 Pages.

- d'Alain COURTOIS, Maurice PILLET, CHANTAL Martin BONNEFOUS. Gestion de production. Les éditions d'organisation .4ème édition 2011. 498 .Pages.

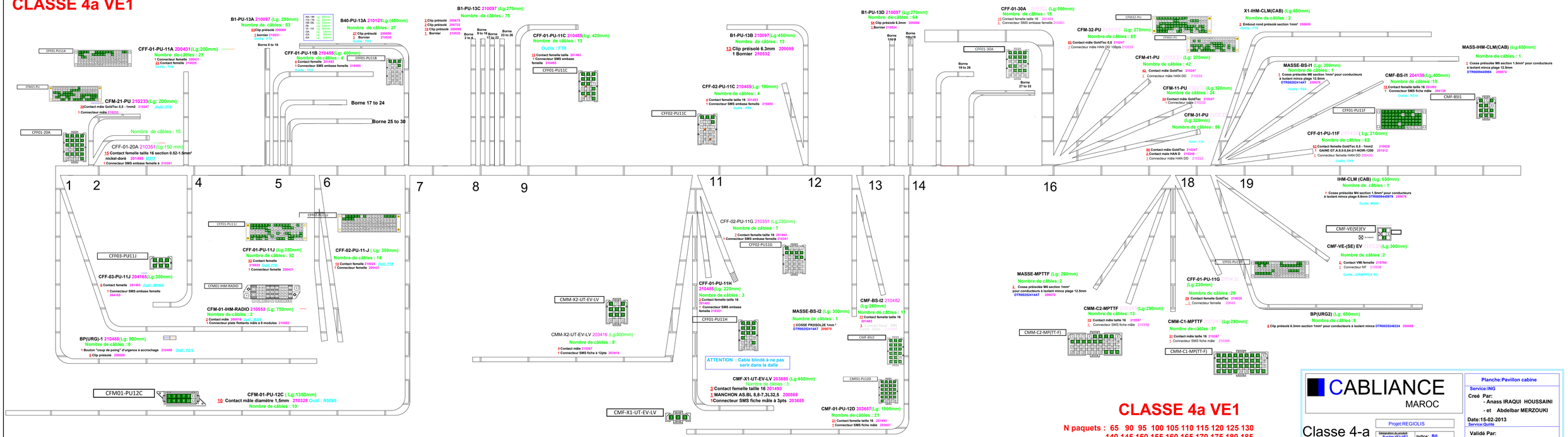
WEBOGRAPHIE

- www.techniques-ingenieur.fr/glossaire/lean-manufacturing.

Annexes

Annexe 1

CLASSE 4a VE1



CLASSE 4a VE1

N paquets : 65 90 95 100 105 110 115 120 125 130
140 145 150 155 160 165 170 175 180 185
190 195 200 205 210 215 220 225 230 235

CABLIANCE MAROC

Classe 4-a

Projet:REGIOLIS

Désignation du produit: Pupitre VE1-VE2

Indice: B0

Identifiant:

Date:

Planche:Pavillon cabine

Service:ING

Creé Par:
- Anass IRAQUI HOUSSAINI
- et Abdelbar MERZOUKI

Date:15-02-2013

Service:Qualité

Validé Par:

Date:

ANNEXE 2 — OUTILLAGE PKP

#	Fournisseur	Type	Réf	Réf	Specifique PKP	dispo	Commande
10	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL TH1	TH1	TH1	Non	OK	
11	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL TH2	TH2	TH2	Non	OK	
12	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL TH3	TH3	TH3	Non	OK	
14	MECATRACTION	MANUAL CRIMPING TOOL PSEC7A	PSEC7A	PSEC7A	Non	OK	
16	DMC	MANUAL CRIMPING TOOL AFM8	AFM8	AFM8	Non	OK	
22	HARTING	MANUAL CRIMPING TOOL 09990000620	9990000620	9990000620	Non	OK	
28	TYCO	TYCO 539635-1	539635-1	539635-1	Non	OK	
35	MECATRACTION	HYDRAULIC PUMP SPT 20-586 KCM	SPT 20-586 KCM	SPT 20-586 KCM	Non	OK	
36	MECATRACTION	HYDRAULIC HEAD VF 210 K	VF 210 K	VF 210 K	Non	OK	
38	MECATRACTION	HYDRAULIC CRIMPING TOOL TR 1461	TR 1461	TR 1461	Non	OK	
56	HARTING	Extraction tool	9990000305	9990000305	Non	OK	
57	HARTING	Extraction tool	9990000319	9990000319	Non	OK	
62	HARTING	Extraction tool	9990000012	9990000012	Non	OK	
63	HARTING	Extraction tool	9990000087	9990000087	Non	OK	
64	INOTEC	MANUAL CRIMPING TOOL	HZ 100	HZ 100	Non	OK	
67	INOTEC	Mâchoire	CB-085	CB-085	Non	OK	
69	INOTEC	Mâchoire	CB-100T	CB-100T	Non	OK	
70	TYCO	Pince de sertissage	58495-1	58495-1	Non	OK	
79	TYCO	Extraction tool	1804030-1	1804030-1	Non	OK	
98	MIL CODE	Extraction tool	M81969/1-02	M81969/1-02	Non	OK	

Cabliance Data

Working hours	7,5
Nbre of shift	3
Holidays	18
Net working hours (m	495

STD in second =		
Tps Dénudage	20,69	
Tps Contrôle de dénuc	4,25	.+
M. Tps de Sertissage	x	.+
Tps Contrôle de sertis	11	.+

Project

Reference outil	N.Fils	N. F BL		Effecience	Programme de Livraison											
					janv-13	févr-13	mars-13	avr-13	mai-13	juin-13	juil-13	août-13	sept-13	oct-13	nov-13	déc-13
Projet																
Regiolis					12	39	31	42	59	53	48	31	43	41	41	52
PKP					0	0	0	0	0	13	47	37	67	94	94	60
Projet																
Regiolis				Effecience	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
	VF210K		VF210K	Charge	43,72	142,09	112,94	153,02	214,96	193,10	174,88	112,94	156,66	149,38	149,38	189,45
				Nbre de pince	0,22	0,72	0,57	0,77	1,09	0,98	0,88	0,57	0,79	0,75	0,75	0,96
	TR1461		TR1461	Charge	2,62	8,51	6,76	9,16	12,87	11,57	10,47	6,76	9,38	8,95	8,95	11,35
				Nbre de pince	0,01	0,04	0,03	0,05	0,07	0,06	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,06
	TH3		TH3	Charge	6,25	20,31	16,14	21,87	30,72	27,60	24,99	16,14	22,39	21,35	21,35	27,08
				Nbre de pince	0,03	0,10	0,08	0,11	0,16	0,14	0,13	0,08	0,11	0,11	0,11	0,14
	TH2		TH2	Charge	8	27	22	29	41	37	33	22	30	29	29	36
				Nbre de pince	0,04	0,14	0,11	0,15	0,21	0,19	0,17	0,11	0,15	0,14	0,14	0,18
	TH1		TH1	Charge	22	70	56	76	107	96	87	56	78	74	74	94
				Nbre de pince	0,11	0,36	0,28	0,38	0,54	0,48	0,44	0,28	0,39	0,37	0,37	0,47
	R0085-01		R0085-01	Charge	3	11	9	12	17	15	14	9	12	12	12	15
				Nbre de pince	0,02	0,06	0,04	0,06	0,08	0,08	0,07	0,04	0,06	0,06	0,06	0,07
	PZ4		PZ4	Charge	4	12	9	13	18	16	15	9	13	12	12	16
				Nbre de pince	0,02	0,06	0,05	0,06	0,09	0,08	0,07	0,05	0,07	0,06	0,06	0,08
	PZ16		PZ16	Charge	2	8	6	8	11	10	9	6	8	8	8	10
				Nbre de pince	0,01	0,04	0,03	0,04	0,06	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
	PMM1CF		PMM1CF	Charge	2	8	6	9	12	11	10	6	9	8	8	11
				Nbre de pince	0,01	0,04	0,03	0,04	0,06	0,06	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
	MH860 M22520/7-01		MH860 M22520/7	Charge	47	152	121	164	231	207	188	121	168	160	160	203
				Nbre de pince	0,24	0,77	0,61	0,83	1,16	1,05	0,95	0,61	0,85	0,81	0,81	1,03
	M317		M317	Charge	11	34	27	37	52	46	42	27	38	36	36	46
				Nbre de pince	0,05	0,17	0,14	0,19	0,26	0,23	0,21	0,14	0,19	0,18	0,18	0,23
	M309		M309	Charge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	M22520/2-01		M22520/2-01	Charge	82	265	211	286	401	360	326	211	292	279	279	354
				Nbre de pince	0,41	1,34	1,06	1,44	2,03	1,82	1,65	1,06	1,48	1,41	1,41	1,79
	HZ248		HZ248	Charge	4	14	11	15	21	19	17	11	16	15	15	19
				Nbre de pince	0,02	0,07	0,06	0,08	0,11	0,10	0,09	0,06	0,08	0,07	0,07	0,09
FT8	FT8		FT8	Charge	98	318	252	342	480	432	391	252	350	334	334	423
				Nbre de pince	0,49	1,60	1,27	1,73	2,43	2,18	1,97	1,27	1,77	1,69	1,69	2,14
PKP				Effecience	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
	VF210K		VF210K	Charge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TR1461		TR1461	Charge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,24	11,72	9,23	16,71	23,44	23,44	14,96
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,05	0,08	0,12	0,12	0,08
	TH3		TH3	Charge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	1,58	1,24	2,25	3,15	3,15	2,01
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
	TH2		TH2	Charge	0	0	0	0	0	81	292	230	416	584	584	373
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	1,47	1,16	2,10	2,95	2,95	1,88
	TH1		TH1	Charge	0	0	0	0	0	507	1833	1443	2613	3665	3665	2340
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,56	9,26	7,29	13,19	18,51	18,51	11,82
	R0085-01		R0085-01	Charge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	PZ4		PZ4	Charge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	PZ16		PZ16	Charge	0	0	0	0	0	2	6	5	8	11	11	7
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,04	0,06	0,06	0,04
	PMM1CF		PMM1CF	Charge	0	0	0	0	0	2	6	5	9	13	13	8
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,05	0,07	0,07	0,04
	MH860 M22520/7-01		MH860 M22520/7	Charge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	M317		M317	Charge	0	0	0	0	0	1	4	3	5	8	8	5
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,02
	M309		M309	Charge	0	0	0	0	0	1	4	3	5	7	7	4
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	0,04	0,04	0,02
	M22520/2-01		M22520/2-01	Charge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	HZ248		HZ248	Charge	0	0	0	0	0	9	34	27	48	68	68	43
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,17	0,13	0,24	0,34	0,34	0,22
	FT8		FT8	Charge	0	0	0	0	0	265	957	753	1364	1914	1914	1222
				Nbre de pince	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	4,83	3,80	6,89	9,67	9,67	6,17

	janv-13	févr-13	mars-13	avr-13	mai-13	juin-13	juil-13	août-13	sept-13	oct-13	nov-13	déc-13
Plan d'investissement												
VF210K												
Ratio 3												
Qté demandée	0,66	2,15	1,71	2,32	3,26	2,93	2,65	1,71	2,37	2,26	2,26	2,87
Qté commandé	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	1	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
TR1461												
Ratio 1												
Qté demandée	0,01	0,04	0,03	0,05	0,07	0,07	0,11	0,08	0,13	0,16	0,16	0,13
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TH3												
Ratio 5												
Qté demandée	0,16	0,51	0,41	0,55	0,78	0,71	0,67	0,44	0,62	0,62	0,62	0,73
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TH2												
Ratio 5												
Qté demandée	0,21	0,69	0,54	0,74	1,04	2,97	8,22	6,35	11,26	15,46	15,46	10,32
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TH1												
Ratio 5												
Qté demandée	0,55	1,78	1,41	1,92	2,69	15,22	48,47	37,85	67,94	94,43	94,43	61,45
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	25	0	18	27	0	0
Stock d'outil	25	25	25	25	25	25	50	50	68	95	95	95
R0085-01												
Ratio 4												
Qté demandée	0,07	0,22	0,18	0,24	0,34	0,30	0,28	0,18	0,25	0,24	0,24	0,30
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PZ4												
Ratio 3												
Qté demandée	0,06	0,18	0,14	0,19	0,27	0,24	0,22	0,14	0,20	0,19	0,19	0,24
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PZ16												
Ratio 2												
Qté demandée	0,02	0,08	0,06	0,08	0,12	0,12	0,15	0,11	0,17	0,20	0,20	0,18
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PMM1CF												
Ratio 1												
Qté demandée	0,01	0,04	0,03	0,04	0,06	0,06	0,08	0,06	0,09	0,11	0,11	0,10
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MH860 M22520/7-01												
Ratio 6												
Qté demandée	1,42	4,62	3,67	4,97	6,99	6,28	5,69	3,67	5,09	4,86	4,86	6,16
Qté commandé	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	4	4	4	5	7	7	7	7	7	7	7	7
M317												
Ratio 5												
Qté demandée	0,27	0,86	0,69	0,93	1,30	1,20	1,16	0,76	1,09	1,10	1,10	1,27
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
M309												
Ratio 1												
Qté demandée	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	0,04	0,04	0,02
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M22520/2-01												
Ratio 5												
Qté demandée	2,06	6,70	5,32	7,21	10,13	9,10	8,24	5,32	7,38	7,04	7,04	8,93
Qté commandé	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	6	6	6	7	11	11	11	11	11	11	11	11
HZ248												
Ratio 2												
Qté demandée	0,04	0,14	0,11	0,15	0,22	0,29	0,52	0,38	0,65	0,84	0,84	0,63
Qté commandé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock d'outil	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
FT8												
Ratio 9												
Qté demandée	4,32	14,43	11,47	15,54	21,84	31,65	61,26	45,71	77,92	102,17	102,17	74,77
Qté commandé	0	0	0	0	2	10	30	0	16	25	0	0
Stock d'outil	20	20	20	20	22	32	62	62	78	103	103	103

Annexes 3 et 5

ICABLIANCE MAROC

GAMME DE SERTISSAGE

HYPERTAC
HYPERTRONICS

HYPERTAC
Connectique

Annexe 4

PHOTO CONNEXION	CODE COULEUR CONNEXION	REF ALSTOM	QAD CONNEXION	REF FABRICANT CONTACT	DESIGATION CONTACT	FOURNISSEUR CONTACT	DENUDAGE	OUTIL	POSITIONNEUR	REGLAGE DU POSITIONNEUR (SECTION) OU FRETTAGE	OUTIL D'INSERTION	OUTIL D'EXTRACTION
		DTR0000232198	210328	PIN REP 1.5/0.5-2.6	0151071-20-OG	HYPERTAC	7 mm	FT8 M22520/1-01 QAD : T00067 Fabricant :DMC	SH463 ROUGE QAD :T00063	0,5²-1² --- P5 1,5² --- P6 2,5² --- P8	NA	SD-0150000012
		DTR0025133242	200016	0150 761-20-OG	0150 761-20-OG	HYPERTAC	7 mm			0,5² --- P4 0,75²-1² --- P5 1,5² --- P6	NA	S-072
		DTR0025133279	200014	0150682-20-G1	SOCKET C615 1.5/0.2-1.9	HYPERTAC	7 mm					
		DTR0025133237	200570	0250 201-23-OG	Contact	HYPERTAC	8 mm		SH463 ROUGE QAD :T00063	0,5² --> P6	NA	S-078
		DTR0025133258	210489	0200 352-21RN1	0200 352-21RN1	HYPERTAC			SH463 JAUNE QAD :T00065	1² --> P6	NA	SD 0200000001
		DTR0025133278	200013	0150842-20RGO	SOCKET C515 1.5/0.34-1.9	HYPERTAC				1,5² -->P6	NA	
		DTR0025133276	210547	0120 182-20RG1	SOCKET C121 1.2/0.22-1.9	HYPERTAC			SH463 QAD :T00113	1² -->P5	NA	SD-0120000002
		DTR0025133232	200020	035 015 1-27-OF	PIN_HC 3.5/2.6-4.3	HYPERTAC	10 mm	M317 QAD : T00068 Fabricant : DMC	TP 805 QAD :T00064	4² --P5	NA	
		DTR0025133239	200568	0350 131-26-OG	Contact male	HYPERTAC	8 mm			0,5² --> P1 1² --> P2	NA	SE-0350000001

GAMME DE SERTISSAGE

HARTING

HARTIN
Connectique

Annexe 4bis

PHOTO CONNEXION	CODE COULEUR CONNEXION	REF ALSTOM	QAD CONNEXION	DESIGATION CONTACT	REF FABRICANT CONTACT	FOURNISSEUR CONTACT	DENUDAGE	OUTIL	POSITIONNEUR	REGLAGE DU POSITIONNEUR	OUTIL D'INSERTION	OUTIL D'EXTRACTION
		DTE0000088571	202595	Contact FEMELLE doré 0.5	6103000074	HARTING	4mm			0,5² --> P7		
		DTE0000088598	202594	Contact Mâle Or	6103000073	HARTING	4mm	M22520/2-01 QAD :T00066 Fabricant : DMC	K1450 QAD : T00168	0,5² --> P7		9990000171 QAD :T00192
		DTE0000058738	210320	PIN HAN_C 4.0/6.0	09 32 000 6108	HARTING	9,5 mm			4 --P5 6---P6		
		DTE0000059960	210321	SOCKET HAN_C 4.0/6.0	09 32 000 6208	HARTING	9,5 mm			4 --P5 6---P6		
		DTE0000021461	210243	Contact Mâle Argent	9320006105	HARTING	9,5 mm			1,5 ---P2 2,5 ----P3		
		DTE0000021462	210015	SOCKET HAN_C 4/2.5	09 32 000 6205	HARTING	9 mm	M31 QAD : T00068 Fabricant : DMC	TP957 QAD : T00172	1,5²-->P2 2,5² -->P3	NA	9990000305
		DTE0009905719	210583	SOCKET_F-C 2.4/0.14-0.56	09 06 000 5481	HARTING	4 mm		matrice 9990000622 - FC2	0,25²-->[0,14-0,32] 0,5² -->[0,32-0,56]		
		DTE0025139CF1	202458	TF_TYPE FC/0.5-1.5	09 06 000 5472	HARTING	4 mm	Pince 09990000620 QAD :T00025 HARTING	matrice 9999000623 - FC3	1² --> [0,5-1,3] 1,5² --> [1,0-1,5]	9990000088 QAD : T00158	09990000087 QAD : T00167
		DTE0000240510	210253	PIN HAN-70A 6/10.0	09 11 000 6131	HARTING	15 mm		9990000398 QAD :T00162		25²	
		DTE0000239965	210032	SOCKET HAN-70A 6/10.0	09 11 000 6231	HARTING	15 mm				25²	
		DTE0000241294	210570	Contact mâle HAN 70A 25mm²	09 11 000 6133	HARTING	15 mm				25²	
		DTE0000196665	210522	Contact HAN 100A argent 25mm²	9110006225	HARTING	15 mm				25²	
		DTE0000201461	210523	Connecteur mâle	09 11 000 6125	HARTING	19 mm	09990000385 QAD : T00174			25²	
		DTE0000087928	206426	Contact quintax-Z 3-6	0915004313	HARTING		N/A NA	999000037 QAD : T00194	Matrice QAD : 09990000389 QAD :T00175		

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا ﴿٨٥﴾

سورة الإسراء

وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا ﴿١١٤﴾

سورة طه

صدق الله العظيم

Résumé

Dans le but de promouvoir l'amélioration continue de CABLIANCE MAROC, spécialiste dans la fabrication des faisceaux et des armoires électriques, nous avons travaillé sur deux projets:

Le projet REGIOLIS, dont la principale mission était d'augmenter l'efficience de sa référence la plus névralgique : le pupitre et cela via la démarche DMAIC du Lean Manufacturing.

Nous sommes en effet passés d'une efficience de 9% à27%.

Le projet PKP qui visait l'amélioration de son industrialisation et cela à partir d'une analyse critique effectuer durant chaque étape.

À la lumière de cette analyse, nous avons établi une étude RCCP (ROUGHT CUT CAPACITY PLANNIG) afin d'éviter les éventuelles surcharges sur l'outillage, nous avons également travaillé sur l'optimisation des supports afin de réduire l'espace occupé par le projet PKP et les projets futurs.

Finalement, nous avons proposé une panoplie de recommandations afin de commencer l'étape industrialisation avec une efficience satisfaisante.

Mots clés : AMELIORATION CONTINUE, FAISCEAU ELECTRIQUE, CONNECTEUR, OUTILLAGE, REGIOLIS, EFFICIENCE, PUPITRE, DMAIC, LEAN MANUFACTURING, PKP, RCCP, QQOQCP.

Juin 2013