

Année Universitaire : 2018-2019



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

**Réduction du temps de la production et amélioration  
des performances du site ALSTOM FEZ.**

Lieu : ALSTOM FEZ  
Référence : 28 /19-MGI



Présenté par :

**LEMSIAH Chaymae**

**Soutenu Le 21 Juin 2019 devant le jury composé de :**

- **Mr Kammouri Alami Salah Eddine (encadrant)**
- **Mr MOHIB Hicham (encadrant Société)**
- **Mr HAMED L'Habib (examinateur)**
- **Mme. TAJRI Ikram (examinatrice)**

## Remerciement

Au terme de ce travail, il m'est agréable de remercier vivement toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à l'accomplissement de cette étude.

Je tiens à présenter ma profonde gratitude à **la direction** de « ALSTOM FEZ » qui a accepté de m'accueillir au sein de son organisme.

Je suis profondément reconnaissante **MR MOHIB Hicham**, mon parrain industriel manager du service APSYS, de m'avoir ouvert ses portes et d'avoir veillé au bon déroulement du projet, pour ces encouragements ainsi pour la confiance qu'il m'a accordé pour accomplir ce travail.

Je tiens à remercier **Mr Alami Kammouri Salah Eddine**, mon tuteur pédagogique, pour sa bienveillance, la pertinence de ses suggestions et de ses questionnements, pour l'intérêt porté sur mon sujet, et surtout pour la qualité de son suivi durant toute période de mon stage.

Mes remerciements les plus sincères sont adressés aux membres de jury, Madame **TAJRI Ikram** et Monsieur **HAMED L'Habib**, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'examiner et de juger ce travail.

À tout le **personnel** de la société ALSTOM FEZ, surtout l'équipe du département ingénierie, mille merci pour vous, pour votre collaboration, vos conseils et votre bienveillance. Je ne saurais d'oublier de remercier tout le **corps professoral de FST de Fès** pour la formation prodigieuse et prestigieuse qu'il m'a prodigué.

## Dédicace

*Je dédie ce travail :*

### *À mes chers précieux parents*

*MAMAN, PAPA, « symbole de courage et de sacrifice » aucun terme ne peut décrire l'amour que j'ai envers vous, vous étiez avec moi à tout moment de joie ou de faiblesse, de bonheur et de malheur vous m'avez supporté, encouragé, et vous m'avez jamais laissé toute seule, vous avez sacrifié votre bonheur pour la mienne, je fais le tout juste pour voir la fierté dans vos yeux. Que dieu vous gardes pour moi mes amours.*

### *À mes exceptionnels frères*

*Mourad, Samir et le petit Walid, je n'oublierai jamais ce que vous avez fait pour moi, vos sacrifices étaient et resteront les plus grands signes de fraternité que j'ai vu dans ce monde, mille merci pour vous mes chers, pour la présence, l'affection et la joie que vous avez toujours semée sur ma voie.*

### *À mes chers amis*

*Votre présence dans ma vie était le plus beau des cadeaux.*

### *À mes enseignants et à ma chère FST FES*

*Merci pour les efforts fournis, pour la qualité d'enseignement que vous nous a donnée.*

### *À tout le personnel d'ALSTOM FEZ sans exception*

*Merci infiniment pour votre soutien et collaboration.*

## Liste des abréviations

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
ERP	Enterprise Resource Planning
MP	Matière Première
PDCA	Plan,Do,Check,Act
PDP	Plan De Production
SBS	Step By Step
VSM	Value Stream Mapping
WIP	Work In Progress
TRS	Taux De Rendement Synthétique
DMAIC	Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler.
APSYS	Alstom Performance System
TT	Takt Time
LT	Lead Time
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers
QOOQCP	Quoi Qui Ou Quand Comment Pourquoi
VA	Valeur Ajoutée
NVA	Non-Valeur Ajoutés

## Lise des figures

Figure 1: Organigramme de la société ALSTOM FEZ.....	3
Figure 2: Logo de L' APSYS.....	4
Figure 3: Faisceau électrique.....	4
Figure 4: Câble coaxial .....	5
Figure 5: Câble blindé .....	5
Figure 6: Exemple de connexion.....	5
Figure 7:exemple de connecteur .....	5
Figure 8:gaines et agrafes de fixation .....	6
Figure 9:kit composants .....	6
Figure 10:cheminement des câbles .....	7
Figure 11: Opération de dénudage et sertissage.....	7
Figure 12: Montage des connecteurs.....	7
Figure 13: Phase intégration.....	8
Figure 14: Machine de test des câbles.....	8
Figure 15: Emballage pour expédition .....	8
Figure 16: Démarche de réalisation de la VSM .....	14
Figure 17:cartographie de la cabine extérieure .....	16
Figure 18: Cartographie du panneau relais .....	17
Figure 19: Pourcentage des différents temps du produit cabine extérieur. ....	19
Figure 20: Pourcentage des différents temps du produit panneau relais.....	20
Figure 21:VA et NVA du produit panneau relais. ....	20
Figure 22:VA et NVA du produit cabine extérieur.....	20
Figure 23: Pareto de WIP du produit panneau relais .....	21
Figure 24:Pareto de WIP du produit 3UFC.....	21
Figure 25: Diagramme spaghetti de flux de matière .....	22
Figure 26: Diagramme spaghetti de déplacement de l'agent d'approvisionnement .....	23
Figure 27: Répartition des gaspillages .....	27
Figure 28: Les temps d'attentes selon les causes .....	27
Figure 29: Diagramme Ishikawa .....	28
Figure 30:VSM cible du produit cabine extérieur.....	35
Figure 31:VSM cible du produit panneau relais. ....	36
Figure 32: Extrait des connectiques avec leurs quantités du produit cabine extérieure.....	38
Figure 33: Extrait de la gamme de sertissage.....	38
Figure 34: Extrait du nombre de connectiques à sertir du projet 30 TET.....	38
Figure 35: Extrait des outils à mettre à disposition pour projet 30 TET.....	39
Figure 36: Armoire avant .....	39
Figure 37: Armoire après .....	39
Figure 38: Déplacement de l'agent d'approvisionnement après la mise en place de l'action .....	40
Figure 39:separation des connecteurs et connexions rebuts.....	41
Figure 40:separation des déchets câbles et poubelle.....	41
Figure 41:photo de zone encours avant.....	41
Figure 42:Photo zone encours après.....	41
Figure 43: Bobine bien identifiée avec le code DTR.....	44
Figure 44: Photo des bobines près de la machine KOMAX .....	44
Figure 45:nouveau tableau de bord de la zone coupe .....	44

Figure 46:les heures coupées/semaine après les améliorations.....	45
Figure 47:analyse de retour matière de la semaine 15. ....	46
Figure 48: Correction des réclamations retours production selon les projets. ....	47
Figure 49: Evaluation des 5S. ....	47
Figure 50: Résultat du suivi de 30TET après la mise en place des améliorations. ....	48

## Liste des tableaux

Tableau 1: Fiche signalétique d'ALSTOM FEZ .....	3
Tableau 2: Les MUDAS.....	9
Tableau 3: Etapes de la démarche DMAIC.....	10
Tableau 4: QQQQCP de la problématique du projet. ....	12
Tableau 5: Acteurs du projet. ....	12
Tableau 6:SIPOC.....	13
Tableau 7: Présentation de projet SYDNEY et 30 TET.....	15
Tableau 8: Résumé du temps de la cabine extérieure. ....	18
Tableau 9: Résumé de temps de panneau relais.....	18
Tableau 10:résumé de WIP de plusieurs produits suivis.....	20
Tableau 11: Déplacement de l'agent d'approvisionnement. ....	23
Tableau 12: Inspection visuelle.....	24
Tableau 13: Résumé des types de MUDA. ....	26
Tableau 14: Description de diagramme Ishikawa. ....	29
Tableau 15: Les 5 pourquoi.....	31
Tableau 16: Vote pondérée. ....	33
Tableau 17: Objectif en terme de temps de cycle. ....	34
Tableau 18: Objectifs des encours des deux produits. ....	35
Tableau 19: Les outils communs dans le deuxième étage. ....	39
Tableau 20:les mesures de pertes de KOMAX 1 après les améliorations. ....	45
Tableau 21: Résumé du gain. ....	49

## Table des matières

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre 1 : Présentation générale d'ALSTOM FEZ et contexte général du projet</b>	
1. Présentation d'organisme d'accueil.....	2
1.1. Groupe ALSTOM .....	2
1.2. ALSTOM FEZ .....	2
1.2.1. Présentation historique.....	2
1.2.2. Fiche signalétique .....	2
1.2.3. Organigramme .....	3
1.2.4. Produit d'ALSTOM FEZ.....	4
1.2.5. Présentation du service APSYS .....	4
2. Présentation du métier du câblage.....	4
2.1. Câblage ferroviaire :.....	4
2.1.1. Introduction :.....	4
2.1.2. Composants d'un faisceau électrique : .....	4
2.2. Processus de fabrication .....	6
2.2.1. Réception et stockage de la matière première.....	6
2.2.2. La coupe de fils.....	6
2.2.3. Préparation des paquets.....	6
2.2.4. Préparation des kits :.....	6
2.2.5. Cheminement des câbles :.....	7
2.2.6. Dénudage et sertissage des fils .....	7
2.2.7. Montage des connecteurs .....	7
2.2.8. Intégration .....	8
2.2.9. Test électrique .....	8
2.2.10. Contrôle final.....	8
2.2.11. Emballage et expédition du produit final .....	8
3. Contexte général du projet.....	9
3.1. Lean manufacturing.....	9
3.1.1. Lean manufacturing ou Lean management.....	9
3.1.2. Les mudas .....	9
4. Présentation de la démarche DMAIC.....	10
4.1. Les étapes de la démarche DMAIC avec les outils utilisés.....	10

5.	Cahier de charge et planification du projet.....	10
6.	Conclusion.....	11

## **Chapitre 2 : la phase définir et mesurer de la démarche DMAIC**

1.	La phase définir.....	12
1.1.	QOOQCP .....	12
1.2.	Les acteurs du projet : .....	12
1.3.	SIPOC.....	13
2.	La phase mesurer.....	14
2.1.	Définition de la VSM .....	14
2.1.1.	Méthodologie de réalisation de la VSM .....	14
2.1.2.	Symboles utilisés .....	15
2.2.	VSM état actuel du site Alstom FEZ .....	15
2.3.	Chrono-analyse.....	18
2.3.1.	Les temps de cycles .....	18
2.3.2.	Comparaison de la demande client et de ce qu'on réalise en réalité.....	19
2.3.3.	Les temps des encours WIP .....	20
2.4.	Diagramme spaghetti.....	21
2.4.1.	Diagramme spaghetti des deux produits .....	22
2.4.2.	Spaghetti de déplacement d'agent d'approvisionnement .....	23
2.5.	Inspection visuelle.....	24
3.	Conclusion.....	25

## **Chapitre 3 : Analyse de l'existant et diagnostic des problèmes**

1.	Analyse des attentes selon les types de MUDA.....	26
2.	Diagramme Ishikawa .....	27
2.1.	Description de diagramme Ishikawa .....	28
2.2.	Les 5 pourquoi.....	29
2.3.	Vote pondérée .....	31
3.	VSM cible avec les nouveaux objectifs.....	33
3.1.	Pour les temps de cycles : .....	33
3.2.	Pour les WIP.....	34

## **Chapitre 4 : mise en place des solutions proposées et les gains apportés**

1.	Phase innover.....	37
1.1.	Gestion des outils .....	37

1.1.1.	Opération de Sertissage.....	37
1.1.2.	Calcul charge/capacité : .....	37
1.1.3.	Exemple d'application : .....	38
1.2.	Les déplacements après la nouvelle répartition.....	40
1.3.	Application de la méthode 5S .....	40
1.3.1.	Préparation du chantier .....	40
1.3.2.	Mise en œuvre des 5S .....	41
1.4.	Le taux de rendement synthétique.....	42
1.4.1.	Les interprétations et objectifs .....	42
1.4.2.	Les actions mises en place .....	43
1.4.3.	Résultats après la mise en places des actions.....	44
1.4.4.	Les nouveaux objectifs .....	45
1.5.	Améliorer le processus des fiches de retour production .....	46
2.	Phase contrôler.....	47
2.1.	Fiche d'audit et évaluation 5S .....	47
2.2.	Fiche de suivi des retours production.....	48
2.3.	L'évaluation pour cabine extérieur 30 TET. ....	48
3.	Les gains.....	49
4.	Conclusion.....	49
	<b>Conclusion générale .....</b>	<b>50</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	
	<b>Annexes.....</b>	
	<b>Résumé.....</b>	

## Introduction générale

Dans un environnement économique concurrentiel et incertain, la compétitivité est un objectif vital pour l'entreprise de demain, elle nécessite des réponses concrètes telles que la bonne exploitation de ses ressources, les bonnes conditions du travail et la maîtrise de la qualité du produit.

Le domaine ferroviaire n'a pas fait l'exception et il est devenu aujourd'hui l'un des domaines les plus sensibles du monde, cette sensibilité est accrue par les grandes sommes d'argent investies afin de garantir la satisfaction du client en termes qualité, coût et délai.

Le Lean manufacturing s'avère la stratégie la plus adéquate pour réaliser ces objectifs car elle vise à réduire ou bien éliminer les gaspillages ainsi qu'améliorer les conditions de travail tout en respectant le triangle : **coût qualité et délai**.

Dans ce contexte **ALSTOM FEZ**, via le service **APSYS (ALSTOM PERFORMANCE SYSTEM)** veut adopter la stratégie Lean pour améliorer ces performances.

Mon projet s'inscrit dans le cadre de cette stratégie qui commence par construire une vision et effectuer un diagnostic Lean, ainsi qu'une cartographie des flux de valeur (**VSM**) pour définir les priorités d'action. L'objectif principale de ce projet est d'analyser l'état du site, de proposer des actions pour réduire le temps de production qui s'apparaît très élevé et qui impacte les autres indicateurs comme l'efficacité, le délai de livraison, par la suite améliorer les performances du site, en utilisant la cartographie des flux de valeur (**VSM**).

J'ai adopté la démarche **DMAIC**, avec ces différents outils, qui est une méthodologie de résolution de problème agissant sur les causes profondes en éliminant les gaspillages.

Ce rapport est composé de quatre chapitres, dans le premier chapitre je vais présenter l'organisme d'accueil et le pilotage stratégique du projet. Dans le deuxième chapitre je vais décrire la première et la deuxième phase de la démarche DMAIC qui consiste à définir et mesurer l'état actuel du site. Une analyse détaillée de l'état actuel sera présentée dans le troisième chapitre. Et finalement le quatrième chapitre sera réservé aux améliorations proposées et aux moyens de contrôle.

# **CHAPITRE 1 :**

## **PRESENTATION GENERALE D'ALSTOM FEZ ET**

### **CONTEXTE GENERAL DU PROJET**

## **1. Présentation de l'organisme d'accueil**

### **1.1. Groupe ALSTOM**

#### **1.1.1. ALSTOM**

Spécialiste mondial des solutions de transport et promoteur de la mobilité durable, ALSTOM conçoit et propose des systèmes, équipements et services pour le secteur ferroviaire.

Aujourd'hui entièrement dédié, au transport ferroviaire, ALSTOM offre la gamme de solutions la plus large du marché. Des trains à grande vitesse aux métros et tramways et des services personnalisés (maintenance, modernisation,) ainsi que des solutions d'infrastructure et de signalisation. Alstom se positionne comme un leader mondial des systèmes ferroviaires intégrés.

#### **1.1.2. ALSTOM en chiffre**

Entre le 1er avril 2017 et le 31 mars 2018, Alstom a enregistré 7,2 milliards d'euros de commandes. Au cours de cette même période, le chiffre d'affaires a atteint 8,0 milliards d'euros, correspondant à une croissance remarquable de 9 %. Le résultat d'exploitation ajusté s'est élevé à 514 millions d'euros, en progression de 22 % par rapport à l'année dernière, soit une marge de 6,5 %. Le résultat net (part du Groupe) a atteint 475 millions d'euros, contre 289 millions d'euros l'année précédente.

### **1.2. ALSTOM FEZ**

#### **1.2.1. Présentation historique**

ALSTOM (cabliance) est une co-entreprise créée en 8 Décembre 2011 et mise en route en 2012 et située à Fès, dédiée à la production des faisceaux de câbles ferroviaires et d'armoires électriques, était détenue à parts égales par Alstom « le groupe numéro 1 mondial dans les centrales électriques, les turbines et alternateurs hydroélectriques, les trains à très grande vitesse (TGV), les tramways » qui assurait la conception des sous-ensembles, et NEXANS « le groupe leader mondial dans l'industrie du câble » qui pilotait leur industrialisation et leur production . Nexans et Alstom ont signé le 13 avril 2016 un accord fixant les modalités d'une nouvelle gouvernance pour Cabliance. Après cinq années de collaboration, Alstom rachète les parts de Nexans pour devenir le propriétaire exclusif de la société ALSTOM Cabliance.et par la suite elle devient ALSTOM FEZ.

#### **1.2.2. Fiche signalétique**

Le tableau 1 présente la fiche signalétique d'ALSTOM FEZ :

Statut juridique	Société anonyme
Date de création	Décembre 2011
Date de démarrage de production	2012
Cabliance devient 100 % Alstom	Avril 2016
Effectif	422 personnes
Secteur d'activité	Câblage ferroviaire
Activité	Fabrication des faisceaux et armoires électriques
Surface	6551 m <sup>2</sup>
Siege	Lot 106 Zone industrielle Ain CHKEF 30122 Fès
Logo	

Tableau 1: Fiche signalétique d'ALSTOM FEZ

### 1.2.3. Organigramme

ALSTOM FEZ s'organise sous une structure qui permet une circulation aisée de l'information à travers les services de l'usine ce qui facilite la coordination et l'intervention en cas de dysfonctionnement interne. (Voir figure 1).

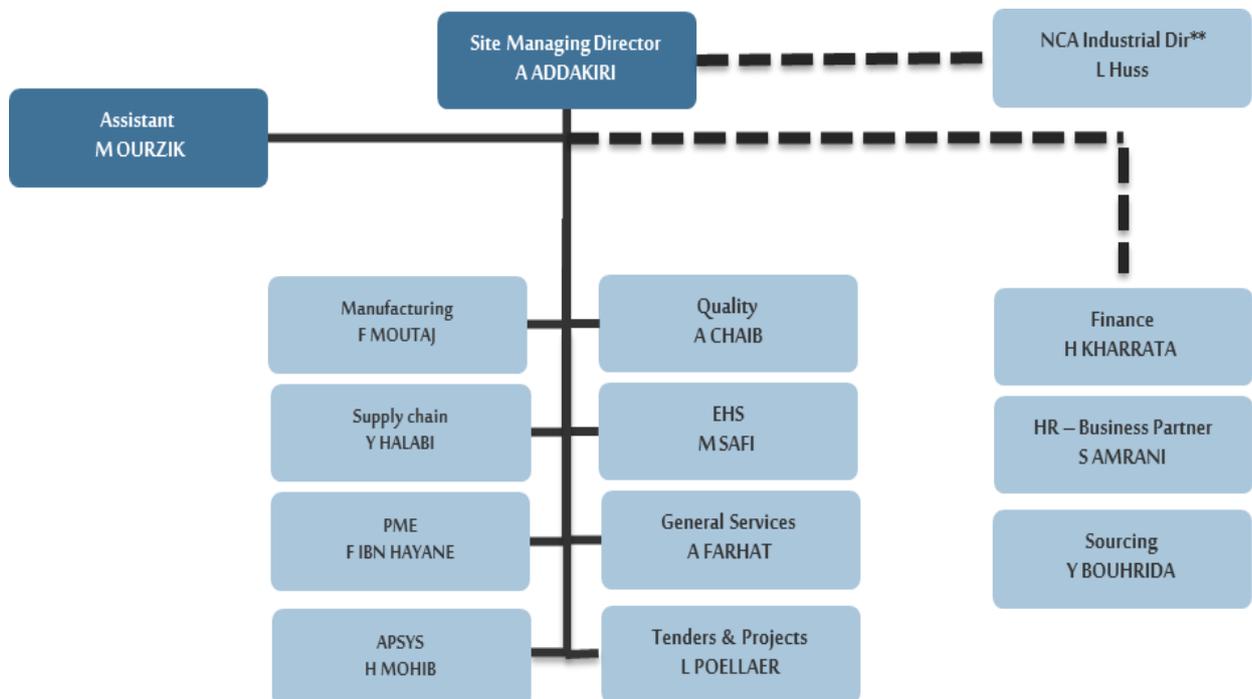


Figure 1: Organigramme de la société ALSTOM FEZ

### **1.2.4. Produit d'ALSTOM FEZ**

L'annexe 1 présente une petite description sur les produits fabriqués chez ALSTOM FEZ et leurs emplacements dans un train.

### **1.2.5. Présentation du service APSYS**

Le service APSYS - **ALSTOM PERFORMANCE SYSTEME**- présenté par Monsieur MOHIB Hicham dans le site ALSTOM FEZ est le service où j'ai passé ma période de stage. Ce dernier était créé par ALSTOM GROUP pour unifier les méthodes de travail dans ses différents sites dans le monde dans le but d'améliorer les performances des différents départements des sites et ainsi implanter la culture de lean manufacturing et d'amélioration continue dans ces derniers.

La figure 2 montre le logo du service APSYS.



Figure 2: Logo de L' APSYS

## **2. Présentation du métier de câblage**

### **2.1. Câblage ferroviaire :**

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

La majorité des références d'ALSTOM FEZ concerne les deux voitures d'extrémités ainsi que les salles, les toitures et les cabines.

#### **2.1.1. Introduction :**

Un faisceau électrique est un ensemble de câbles électriques raccordés entre eux via des boîtiers connecteurs. (Voir figure 3).

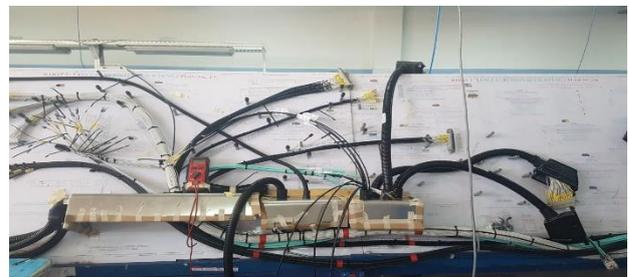


Figure 3: Faisceau électrique

#### **2.1.2. Composants d'un faisceau électrique :**

Le faisceau est composé principalement de :

### a. Câbles électriques :

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

- Câble simple (unifilaire),
- Câble blindé (multifilaire), qui est l'ensemble de câbles simples qui sont eux-mêmes protégés par une gaine PVC (figure 5).



Figure 5: Câble blindé



Figure 4: Câble coaxial

- Câble coaxial :

Les câbles coaxiaux sont généralement constitués d'un conducteur central (âme), d'une enveloppe isolante (Gaine) et d'un conducteur extérieur (tresse) (figure 4).

### b. Connexion

C'est un élément métallique qui s'accroche au bout d'un fil pour permettre sa jonction à un connecteur (voir figure 6) :



Figure 6: Exemple de connexion

### c. Connecteur

C'est un boîtier en plastique ou en métal composé de cavités où se connectent un ou plusieurs fils. Il est nécessaire soit pour les raccordements fil à fil, soit sur appareil, il peut être monovoie ou multivoie à simple verrouillage (figure 7).



Figure 7: exemple de connecteur

### d. Éléments de protection

Les éléments de protections utilisés dans un faisceau (voir figure 8) sont :

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



Figure 8: gaines et agrafes de fixation

## **2.2. Processus de fabrication**

La fabrication des faisceaux électriques se fait suivant le processus suivant :

### **2.2.1. 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.

### **2.2.2. La coupe de fils**

La coupe des fils se fait soit manuellement sur des tables spéciales pour la coupe pour les câbles de grande section, soit automatiquement sur des machines spéciales pour les petites sections (KOMAX).

### **2.2.3. 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 sont :

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

### **2.2.4. Préparation des kits :**

L'opérateur ayant la gamme d'assemblage se dirige au magasin pour rassembler tous les composants tels que connexions, connecteurs et gaines. De plus les paquets de câbles coupés. (figure 9).



Figure 9: kit composants

### **2.2.5. Cheminement des câbles :**

Le cheminement des paquets est défini comme étant la mise en place de ces derniers sur la planche 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 10).

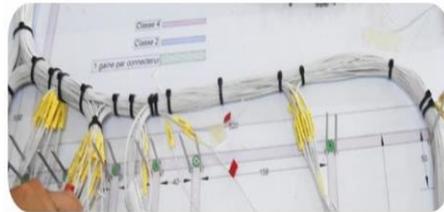


Figure 10:cheminement des câbles

### **2.2.6. Dénudage et sertissage des fils**

Le dénudage du câble est une étape très importante du procédé de sertissage. Le dénudage sert 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. (Figure 11).

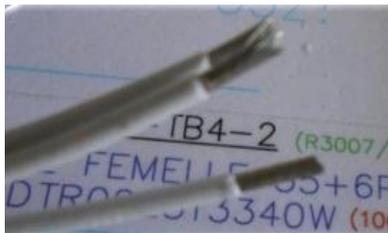


Figure 11: Opération de dénudage et sertissage

### **2.2.7. 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. ( Figure 12).



Figure 12: Montage des connecteurs

### **2.2.8. Intégration**

Après le cheminement des câbles et le montage des connecteurs, les opérateurs intègrent ces derniers dans leurs emplacements dans les coffrets et les armoires. (Figure 13).

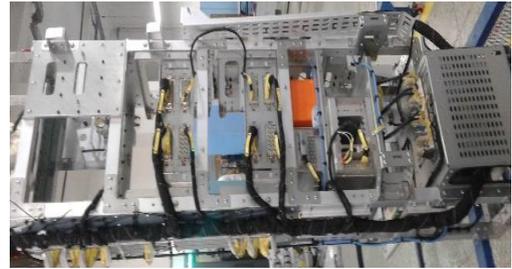


Figure 13: Phase intégration

### **2.2.9. 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. (Figure 14).



Figure 14: Machine de test des câbles

### **2.2.10. Contrôle final**

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

### **2.2.11. Emballage et expédition du produit final**

Cette opération consiste à protéger tous les composants des faisceaux (connecteurs, boîtiers, connexions...) par le papier à bulles pour éviter toute détérioration de ces composants et toute agression au niveau des câbles du conditionnement des faisceaux. Figure 15.



Figure 15: Emballage pour expédition

### 3. Contexte général du projet

#### 3.1. Lean manufacturing

##### 3.1.1. Lean manufacturing

Lean manufacturing est une méthodologie scientifique appliquée à des techniques qui permettent à un processus de réaliser un travail avec un minimum de non-valeur ajoutée, résultant une forte réduction des temps d'attente, de déplacements, des stocks, et d'autres formes de gaspillages.

##### 3.1.2. Les mudas<sup>1</sup>

La valeur perçue par le client correspond au bien ou service qu'il est prêt à payer. Les Muda, même si elles sont parfois nécessaires, n'ont pas de valeur pour l'acheteur. Il faut donc les identifier pour les éliminer ou les réduire. La chasse aux gaspillages est une activité centrale dans le Lean management (manufacturing).

Traditionnellement sept types de MUDA ont été identifiés, sont présentés dans le tableau (2) :

<b><u>La surproduction</u></b>	Tout ce qui est produit en trop, ou trop tôt par rapport à la demande du client. C'est le pire des gaspillages.
<b><u>Le stock</u></b>	l'entreposage de matières premières, en-cours et produits finis en excès nécessite de la place, des immobilisations financières, des moyens techniques et humains de gestion et manipulation.
<b><u>Le transport :</u></b>	même s'il est nécessaire, il n'apporte aucune valeur ajoutée et doit être minimisé.
<b><u>Les attentes :</u></b>	elles peuvent concerner le personnel ou les équipements, peuvent être dues à un manque de pièces, à une décision retardée, à un mauvais équilibre, etc.
<b><u>Les mouvements</u></b>	quand ils sont pénibles, superflus, non ergonomiques, ils génèrent des pertes de temps et peuvent dégrader les conditions de travail et compromettre la sécurité.
<b><u>Les opérations inutiles</u></b>	inutiles ou excessives dans la création de la valeur, elles peuvent être source de surqualité ou de variabilité, dans tous les cas, des pertes.
<b><u>La non qualité</u></b>	sous forme de rebuts, de rejets, de corrections, et en général tout ce qui n'est pas « Bon du Premier Coup ».

Tableau 2: Les MUDAS.

<sup>1</sup> Boite à outils Lean

## 4. Présentation de la démarche DMAIC

Le modèle DMAIC est une approche structurée de résolution de problèmes, largement utilisée dans la démarche Lean Manufacturing. Il fournit une base de réflexion qui structure le travail d'une équipe projet d'amélioration continue. Cet outil simple permet d'obtenir rapidement des résultats probants, et repose sur 5 étapes : Define, Measure, Analyze, Improve, Control.

### 4.1. Les étapes de la démarche DMAIC avec les outils utilisés

La démarche DMAIC repose sur plusieurs étapes. Dans chaque étape se trouve un ensemble d'outils qui maintiennent l'enchaînement logique de la démarche.

Le tableau 3 résume les différentes étapes avec leurs objectifs et les outils utilisés.

Phase	objectifs	Outils
<b>Définir</b>	-Définir l'objet de l'étude. -SIPOC. -Réaliser une charte de l'équipe afin d'identifier les différents acteurs du projet.	-QOOQCP -SIPOC
<b>Mesurer</b>	-Recueillir les données pertinentes de la situation actuelle -Mesurer les variations qui existent dans le processus.	- <b>VSM</b> -diagramme spaghetti
<b>Analyser</b>	-Déterminer et comprendre les causes premières qui sont à l'origine des variations observées dans le processus	-le diagramme Ichikawa -analyse du VSM
<b>Innover</b>	-Elaborer, mettre en place et valider les principales solutions retenues	-5S -visuel management
<b>Contrôler</b>	-Evaluer les résultats des solutions mises en œuvre sur une période suffisante pour juger de leur pertinence.	-fiche d'audit

Tableau 3: Etapes de la démarche DMAIC.

## 5. Cahier de charge et planification du projet

Le Lean et un système exigeant, il nécessite des efforts, de la rigueur et de la persévérance. La première condition de sa réussite est l'engagement sans réserves, irrévocable, du Top management. Cet engagement se manifeste tout au long de la démarche, qui commence par construire une vision

et effectuer un diagnostic de maturité à travers des critères Lean, ainsi qu'une cartographie des flux de valeur (VSM) pour définir les priorités d'action.

Dans cette optique ALSTOM FEZ s'est engagée dans la voie de cette démarche afin d'identifier et exploiter des opportunités pour réaliser des gains substantiels, tangibles durables et pour faire face à cet environnement concurrentiel.

Dans ce contexte mon parrain industriel m'a confié les tâches suivantes :

- Etablir le VSM actuel du site ALSTOM FEZ.
- établir le VSM cible du site.
- mettre en place un plan d'action pour arriver au résultat souhaité.

## **6. Conclusion :**

Cette partie était une simple présentation de l'entreprise d'accueil, sur le métier du câblage ferroviaire et l'explication des différents composants utilisés. Ainsi j'ai donné une idée générale sur le processus de production et ses étapes depuis la réception de la matière première jusqu'à l'expédition des faisceaux. Ensuite j'ai expliqué le contexte général du projet et les missions à accomplir.

## **CHAPITRE 2 :**

# **LA PHASE DEFINIR ET MESURER DE LA DEMARCHE DMAIC.**

Après avoir présenté notre projet dans le chapitre précédent. On va appliquer dans ce nouveau chapitre la démarche DMAIC et surtout la première et la deuxième étape pour définir la problématique et mesurer l'état actuel du site.

## 1. La phase définir

### 1.1. QQOQCP

QQOQCCP, pour « Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ? », est un sigle résumant une méthode empirique de questionnement simple, logique et systématique. Nous avons exploité l'outil QQOQCP pour mieux comprendre la problématique du projet. Les résultats sont donnés dans le tableau 4.

lettre	Question	Réponse
Q	Qui ?	Le site ALSTOM FEZ service amélioration continue
Q	Quoi ?	Lead time dépasse une moyenne de quatre semaines et performance impactés.
O	Où ?	Différents produits du site.
Q	Quand ?	Dates de livraison.
C	Comment ?	-Etablir des VSM pour mesurer. -Analyser les données de mesure. -Proposer des solutions et les appliquer. -Vérifier les résultats.
P	Pourquoi ?	-Pour respecter les délais de livraison. -Satisfaire les clients. -Avoir des gains.

Tableau 4: QQOQCP de la problématique du projet.

### 1.2. Les acteurs du projet :

Les acteurs intervenants dans ce projet sont présentés dans le tableau 5 suivant :

Le maitre d'ouvrage	La société ALSTOM FEZ
Le maitre d'œuvre	La faculté de science et technique Fès représentée par : Lemsiah Chaymae
Tuteur pédagogique	Mr Salah Eddine Kammouri Alami
Tuteur technique	Mr MOHIB Hicham

Tableau 5: Acteurs du projet.

### 1.3. SIPOC

Le diagramme SIPOC est un outil de visualisation qui sert à identifier tous les éléments pertinents associés à un processus. Le tableau 6 présente le processus de fabrication chez ALSTOM FEZ selon le diagramme SIPOC.

	Supplier	input	processus	Output	Customer
<b>Poste manchon/ Coupe</b>	-Bureau de méthode -planning -production -stock MP -service qualité	-besoin journalier par priorité -OF d'une semaine (fichier Excel) -livrables -fiche de traçabilité	-Impression des étiquettes et manchons et fiche suiveuse -Equilibrage charge capacité -la coupe des câbles manuelle et/ou automatique -préparation des câbles	-fiche suiveuse -câbles coupés et étiquetés	La zone d'assemblage
<b>magasin</b>	-planning -méthode	-fiche suiveuse -pick list	-préparation de kit composants	-les composants -fiche suiveuse	Zone assemblage
<b>Zone d'assemblage</b>	-La coupe -planning -bureau de méthode -magasin -qualité	-Kit câble -kit Composant - planche+ layout -les gammes de (cheminement sertissage.) -fiche suiveuse	-cheminement -sertissage -montage des connecteurs -intégrations -préparation mécanique	-Des faisceaux -des armoires --fiche suiveuse remplie	Zone de test
<b>Zone de test</b>	-zone D'assemblage	-des faisceaux / armoires -fiche de traçabilité -fiche suiveuse	-test de continuité -test d'isolement (sans/sous tension) - finition	-rapport de test -fiche suiveuse remplie	Mur qualité
<b>contrôle</b>	-test -qualité	-produit fini -fiche suiveuse -traçabilité -check list -gamme de parachèvement	-contrôle SBS(démarrage) -vérification check list	-liste des accompagnements -PV de contrôle	emballage
<b>Emballage</b>	-qualité	-Consigne d'emballage -fiche suiveuse	-emballer chaque composant -lovage des câbles	-produit emballé	- zone Expédition

Tableau 6:SIPOC

## 2. La phase mesurer

Dans cette phase, nous avons collecté les données nécessaires de l'état actuel du site afin d'établir un plan d'action adéquat. Pour ce faire, nous avons utilisé la VSM.

### 2.1. Définition de la VSM

VSM (Value Stream Mapping) ou cartographie de flux de valeur permet d'identifier le flux de valeur des matériaux et de l'information allant de la matière première jusqu'au produit fini dans l'entreprise, c'est-à-dire identifier les enchaînements des opérations à valeur ajoutée servant à l'élaboration du produit ou service, tel qu'attendu par le client.

Identifier les opérations à valeur ajoutée c'est également identifier les opérations à non-valeur ajoutée, qui au sens du Lean ne sont que des gaspillages. Ces gaspillages vont focaliser toutes les attentions car les gaspillages sont des gains potentiels que l'on réalise si on les supprime !

#### 2.1.1. Méthodologie de réalisation de la VSM

Pour réaliser une VSM, il y a une démarche à suivre. On commence tout d'abord par identifier les familles de produits, ensuite établir la cartographie de l'état actuel qui décrit l'état réel du site et faire une analyse, concevoir la cartographie cible qui représente l'état souhaité et enfin mettre en place un plan d'action pour arriver aux objectifs déterminés. (Figure 16).

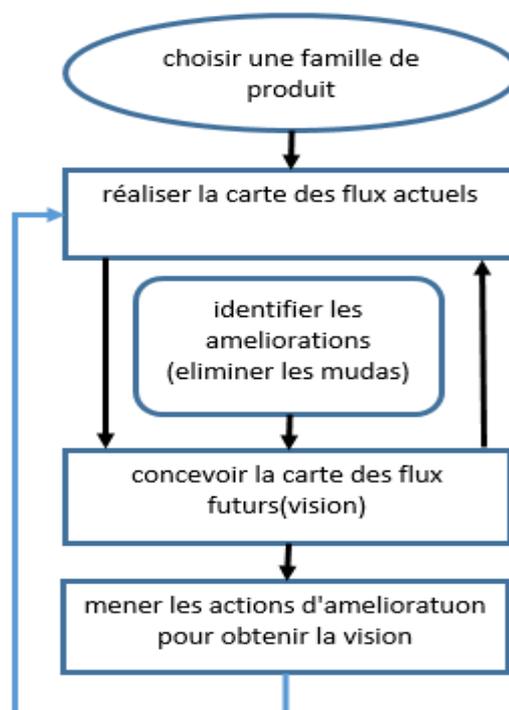


Figure 16: Démarche de réalisation de la VSM

Dans le cas de la société ALSTOM FEZ nous avons deux familles de produits qui sont les faisceaux (salle, toitures ...) et les coffrets (armoires, pupitres...).

### **2.1.2. Symboles utilisés**

Pour que tout le monde puisse comprendre la cartographie il y a des symboles normalisés pour la VSM nous avons les présentés dans l'annexe 2.

### **2.2. VSM état actuel du site Alstom FEZ**

Dans cette étape, nous avons réalisé plusieurs suivis dans les différents ateliers du site afin de donner une image plus claire sur la situation réelle.

Nous avons pris deux produits représentatifs pour bien expliquer le diagnostic. Ces derniers sont décrits dans l'annexe 3. Le tableau 7 présente une description des deux produits :

<b>projet</b>	<b>Description</b>
<b>SYDNEY</b> (Panneau relais)	C'est un coffret où se pose des relais .il est placé soit dans les toitures pour alimenter le chauffage et la climatisation, soit dans le véhicule d'extrémité.
<b>30 TET</b> (Cabine extérieure)	C'est un faisceaux qui se monte dans le véhicule extrémité du train.

Tableau 7: Présentation des produits panneau relais et cabine extérieure .

Le VSM contient un nombre important d'information sur le produit tel que la fréquence d'approvisionnement et d'expédition, les Canaux de transmissions de l'information, des informations sur le processus comme le nombre d'opérateurs, le temps de cycle et le temps la valeur ajoutée.

La figure 17 présente la cartographie du flux de l'état actuel du produit cabine extérieure du projet 30 TET.

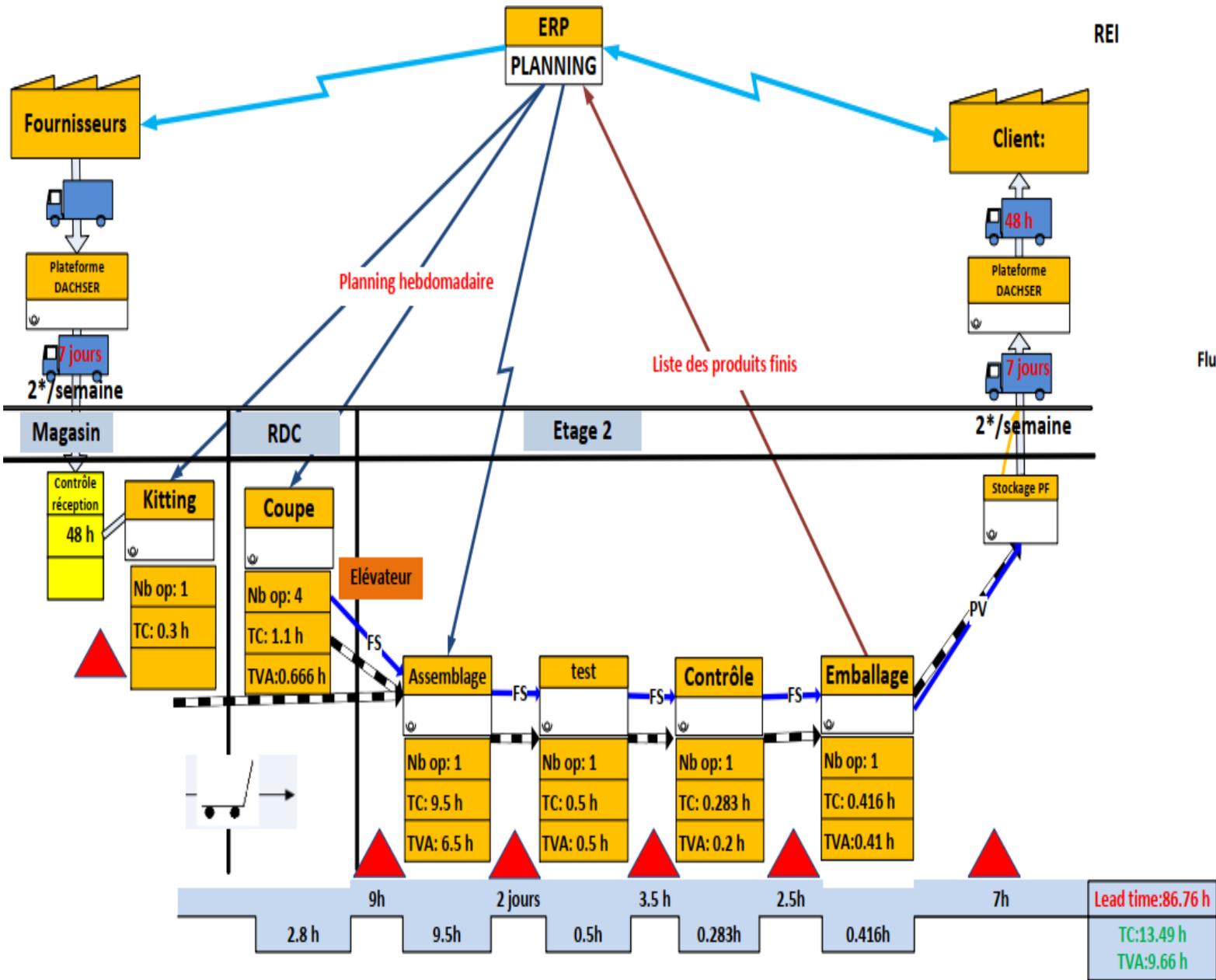


Figure 17:cartographie de la cabine extérieure

La figure 18 présente la cartographie du flux de l'état actuel du produit panneau relais du projet SYDNEY.

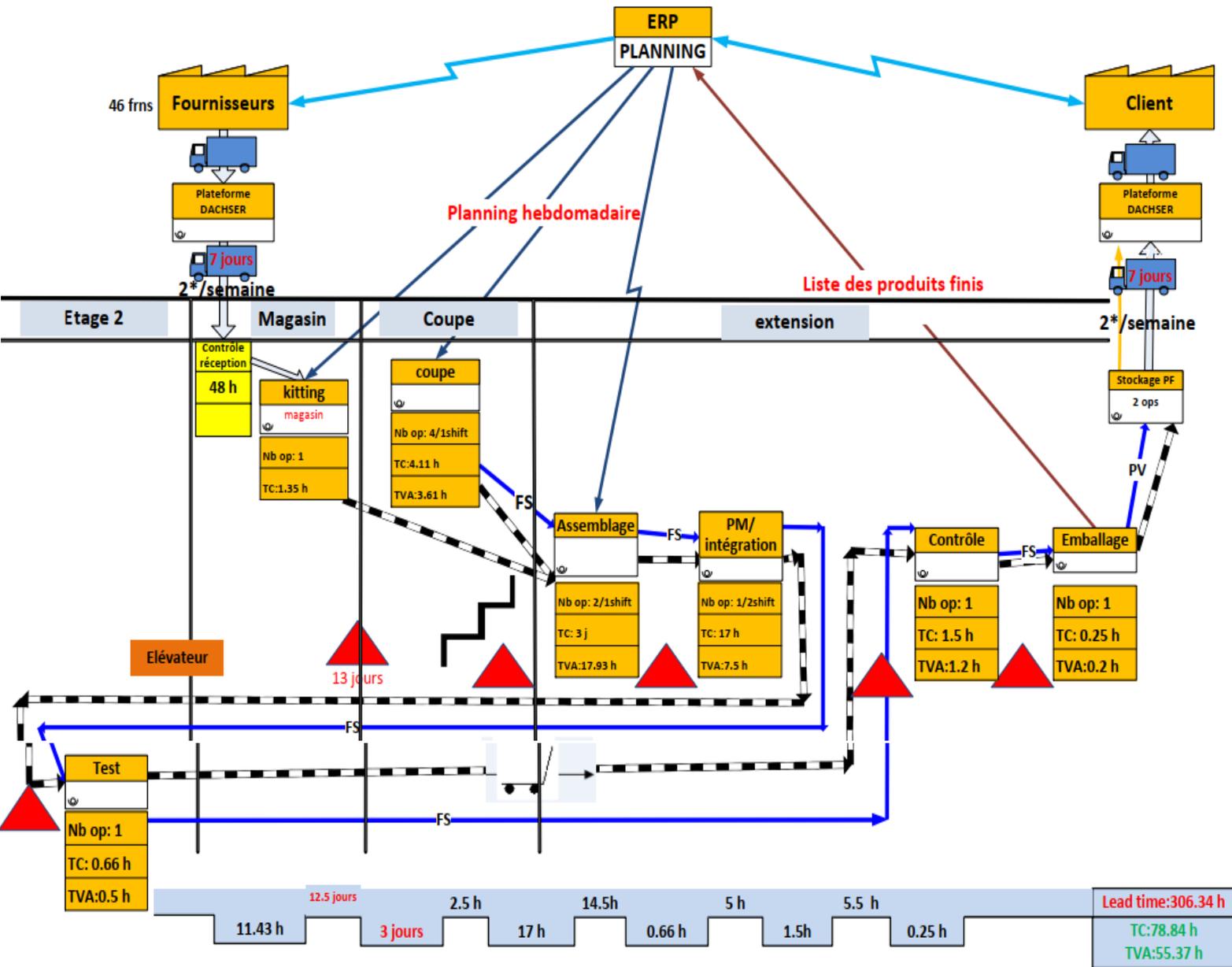


Figure 18: Cartographie du panneau relais

## 2.3. Chrono-analyse

### 2.3.1. Les temps de cycles

Le tableau 8 résume les résultats du diagnostic du produit cabine extérieure.

Opération	Temps de cycle	Nombre d'opérateurs	Temps de valeur ajoutée	Temps standard
Préparation kit composant	0.3 h	1	0.3 h	0.336 h
Coupe	2.8 h	4	2.05 h	0.505 h
assemblage	9.5 h	1	6.5 h	6.896 h
Test	0.5 h	1	0.5 h	0.336 h
Contrôle	0.283 h	1	0.2 h	0.168 h
Emballage	0.416 h	1	0.28 h	0.168 h
<b>Total</b>	<b>13.49 h</b>		<b>9.66 h</b>	<b>8.6 h</b>
WIP			54 h	
Lead time			67.49 h	
Tact time			1.125 rame/semaine	

Tableau 8: Résumé du temps de la cabine extérieure.

Le tableau 9 présente les résultats du produit panneau relais.

Opération	Temps de cycle	Nombre operateurs	Temps de valeur ajoutée	Temps standard
Préparation kit composant	1.35 h	1	1.3-	1.3 h
Coupe	11.43 h	4	10.11 h	2.036 h
assemblage	48 h	2	35.86h	16.967 h
Intégration	17 h	1	7.5 h	10.180 h
Test	0.66 h	1	0.5 h	1.35 h
Contrôle	1.5 h	1	1.2 h	0.679 h
Emballage	0.25 h	1	0.2 h	0.679 h
<b>Total</b>	<b>78.84 h</b>		<b>55.37 h</b>	<b>33.93 h</b>
WIP			227.5 h	
Lead time			306.34 h	
Tact time			1.5 rame /semaine	

Tableau 9: Résumé de temps de panneau relais.

**Temps de cycle :** c'est le temps que met l'opérateur pour réaliser une tâche donnée.

**Temps de valeur ajoutée :** c'est le temps réel de la création de valeur sans gaspillage.

**Temps standard : (RUN time)** c'est le temps estimé de chaque opération.

**WIP (work in Progress) :** Cet indicateur mesure la rapidité de la ligne. C'est le temps entre les opérations.

**Temps d'écoulement : (Lead time) :** temps nécessaire pour produire un produit depuis l'entrée de la matière première jusqu'à l'expédition du produit fini. C'est la somme du temps de cycle et le WIP. Le Lead time =  $\frac{WIP + \sum PF \text{ stock}}{\text{demande client}}$ .

**Rame :** Une rame, dans le domaine du chemin de fer, est un ensemble cohérent de véhicules (voitures ou wagons) attelés entre eux. Donc le PDP est sous formes de nombre de rames. Une seule rame se compose de l'ensemble de références existant dans le projet.

**Le tact time :** c'est le rythme auquel le client achète le produit.

### 2.3.2. Comparaison de la demande client et de ce qu'on réalise en réalité

Puisque nous avons plusieurs projets et plusieurs produits différents, le tact time se diffère d'un produit à un autre.

#### Pour le produit panneau relais :

La demande client du produit panneau relais est 1800 h/semaine c'est l'équivalent de 1.5 rame. En réalité nous avons dépassé le temps alloué pour cette rame 2500 h, et donc la production a été obligé d'augmenter l'effectif et d'ajouter des heures supplémentaires pour honorer cette demande. Dans d'autre cas cela provoque des retards de livraison.

*Vous trouverez plus de détails dans l'annexe 4.*

#### Remarques

La figure 19 et 20 présente le pourcentage de temps de valeur ajoutée, de non-valeur ajoutée et de WIP des deux produits, et les histogrammes présentés dans la figure 21 et 22 montrent que les temps de non-valeur ajoutée dans les opérations **assemblage et coupe** sont les plus élevés.

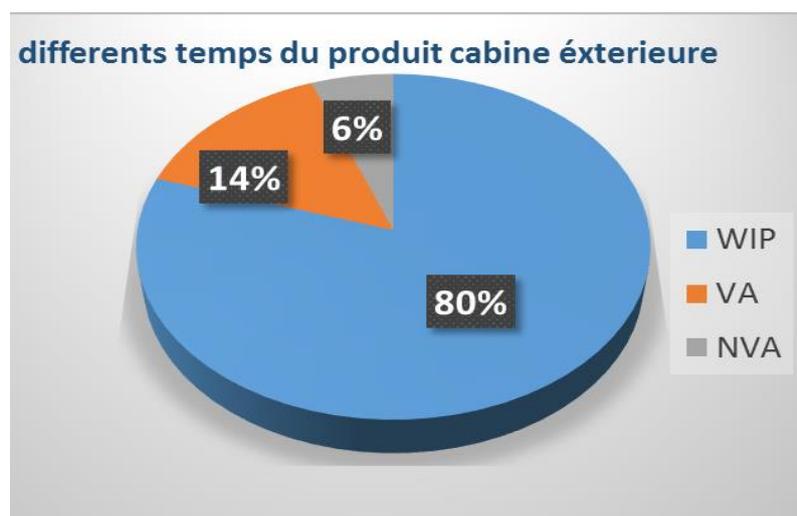


Figure 19: Pourcentage des différents temps du produit cabine extérieur.

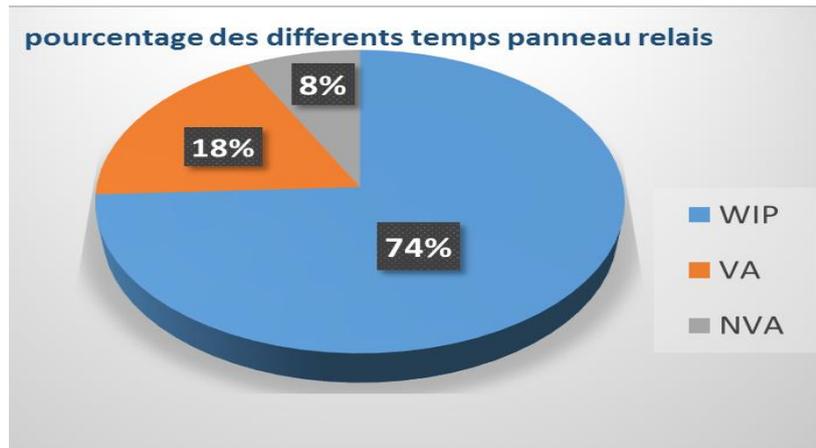


Figure 20: Pourcentage des différents temps du produit panneau relais

Nous remarquons que le WIP est très élevé pour les deux produits et représente plus de 70%, ainsi le temps de NVA dans les opérations représente près de 28% du temps de cycle du produit.

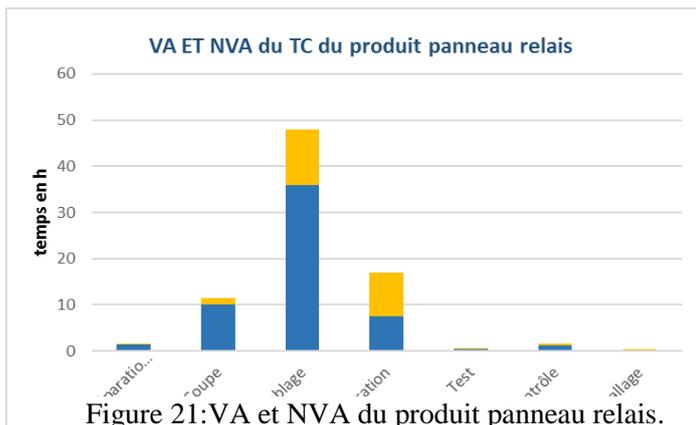


Figure 21: VA et NVA du produit panneau relais.

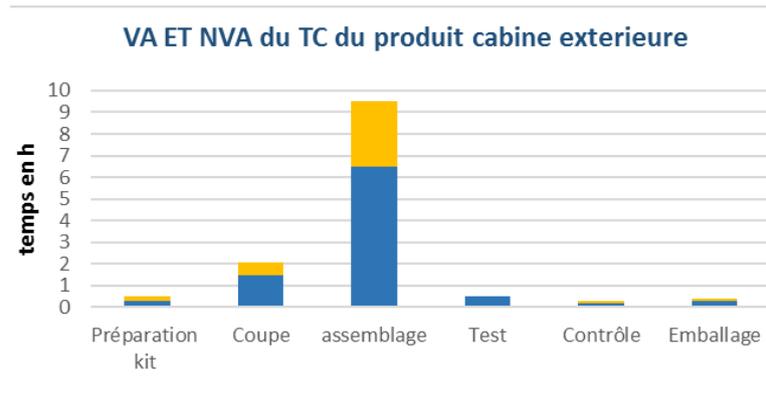


Figure 22: VA et NVA du produit cabine extérieur.

### 2.3.3. Les temps des encours WIP

Le tableau 10 résume les WIP entre les différentes opérations de plusieurs produits suivis :

Produit	Kiting/ assemblage	Coupe/ assemblage	Assemblage/ intégration	Intégration/test	Test/contrôle	Contrôle /emballage
<b>Panneau relais</b>	280h (13 j)	192 h	2.5 h	14.5 h	5 h	5.5 h
<b>3UFC</b>	176 h	23 h	4 h	2 h	1.2 h	0.7 h
<b>DUBAI</b>	16 h	192 h	15 h	9 h	1 h	0.5 h
<b>X4</b>	80 h	59.2 h	20 h	4 h	5 h	8 h

Tableau 10:résumé de WIP de plusieurs produits suivis

Pour bien montrer les points critiques ou les encours sont élevés, j'ai utilisé le diagramme Pareto.

La figure 23 présente le diagramme Pareto WIP du produit panneau relais :

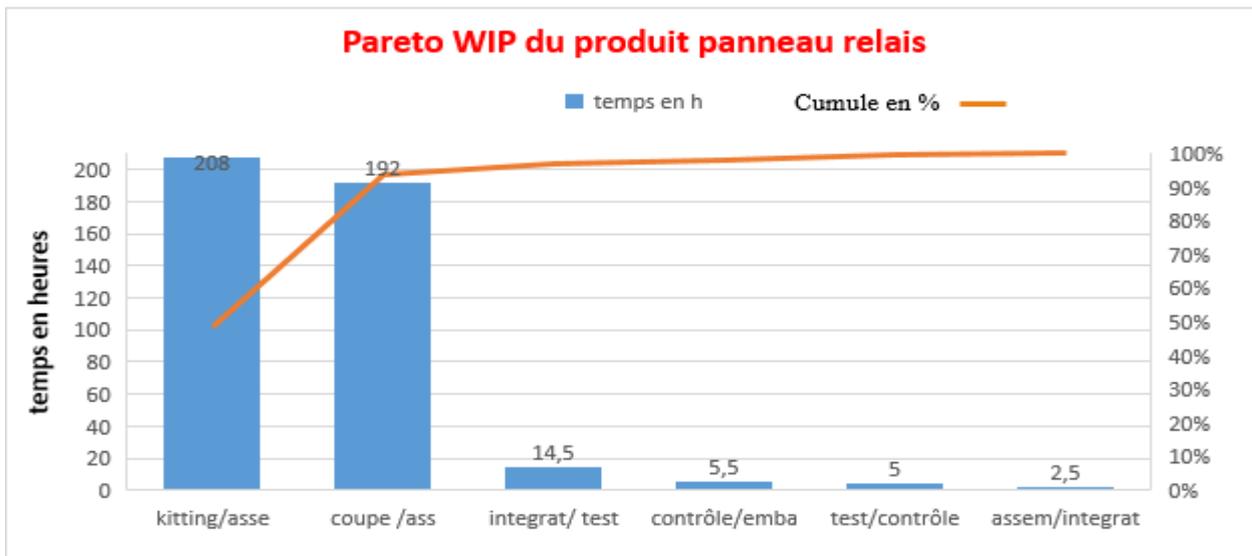


Figure 23: Pareto de WIP du produit panneau relais

La figure 24 montre le Pareto du produit 3UFC :

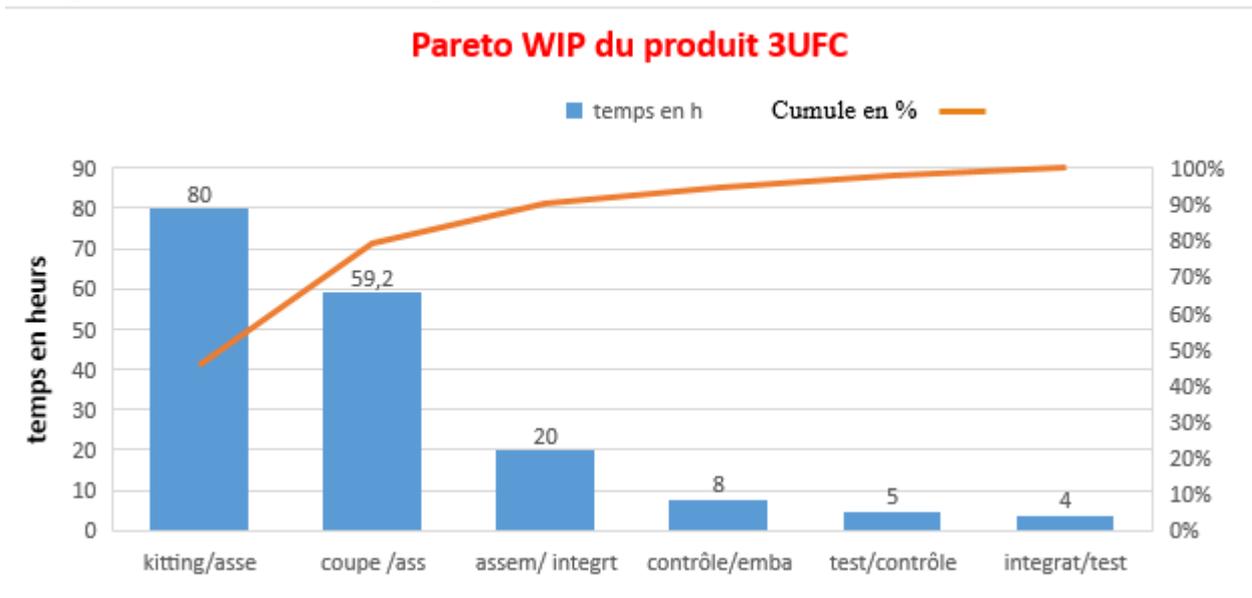


Figure 24: Pareto de WIP du produit 3UFC

### **Remarques :**

Le WIP entre la coupe/assemblage et le kiting composant /assemblage sont les plus grands. Cela du au problème de planification.

### **2.4. Diagramme spaghetti**

Un outil graphique pour montrer le parcours physique des produits, des matériels, des documents, etc. Appelé diagramme spaghetti parce que l'image finale ressemble souvent à une assiette de spaghetti, cette représentation permet une prise de conscience des déplacements réels effectués tout au long du processus.

### 2.4.1. Diagramme spaghetti des deux produits

La figure 25 montre les déplacements de la matière des deux produits :

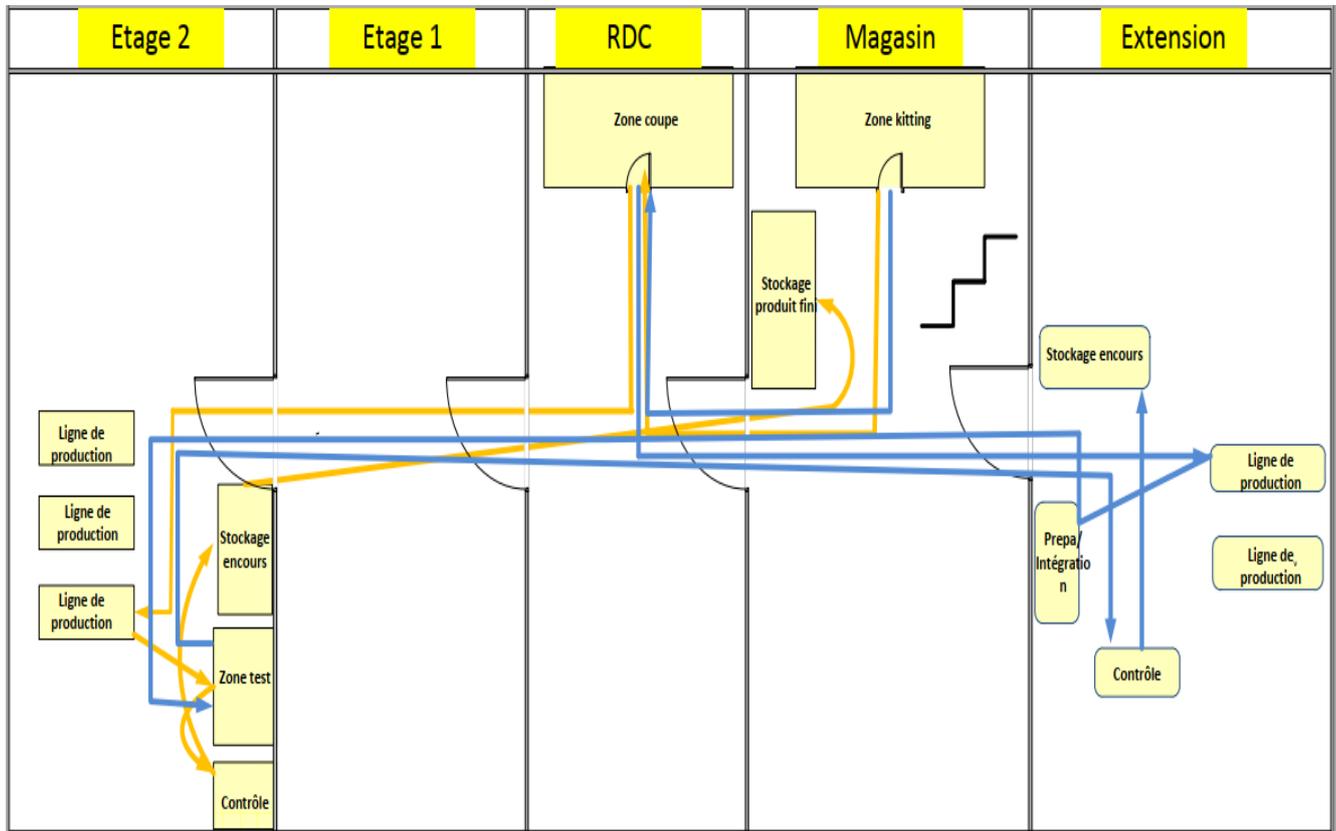


Figure 25: Diagramme spaghetti de flux de matière

- ➔ Déplacement matière du produit panneau relais.
- ➔ Déplacement matière du produit cabine extérieure.

### 2.4.2. Spaghetti de déplacement d'agent d'approvisionnement

Le rôle de l'agent d'approvisionnement est d'assurer les besoins des opérateurs en termes d'outils et de composants. J'ai représenté les déplacements d'un approvisionneur durant 4 heures, les résultats sont présentés dans la figure 26.

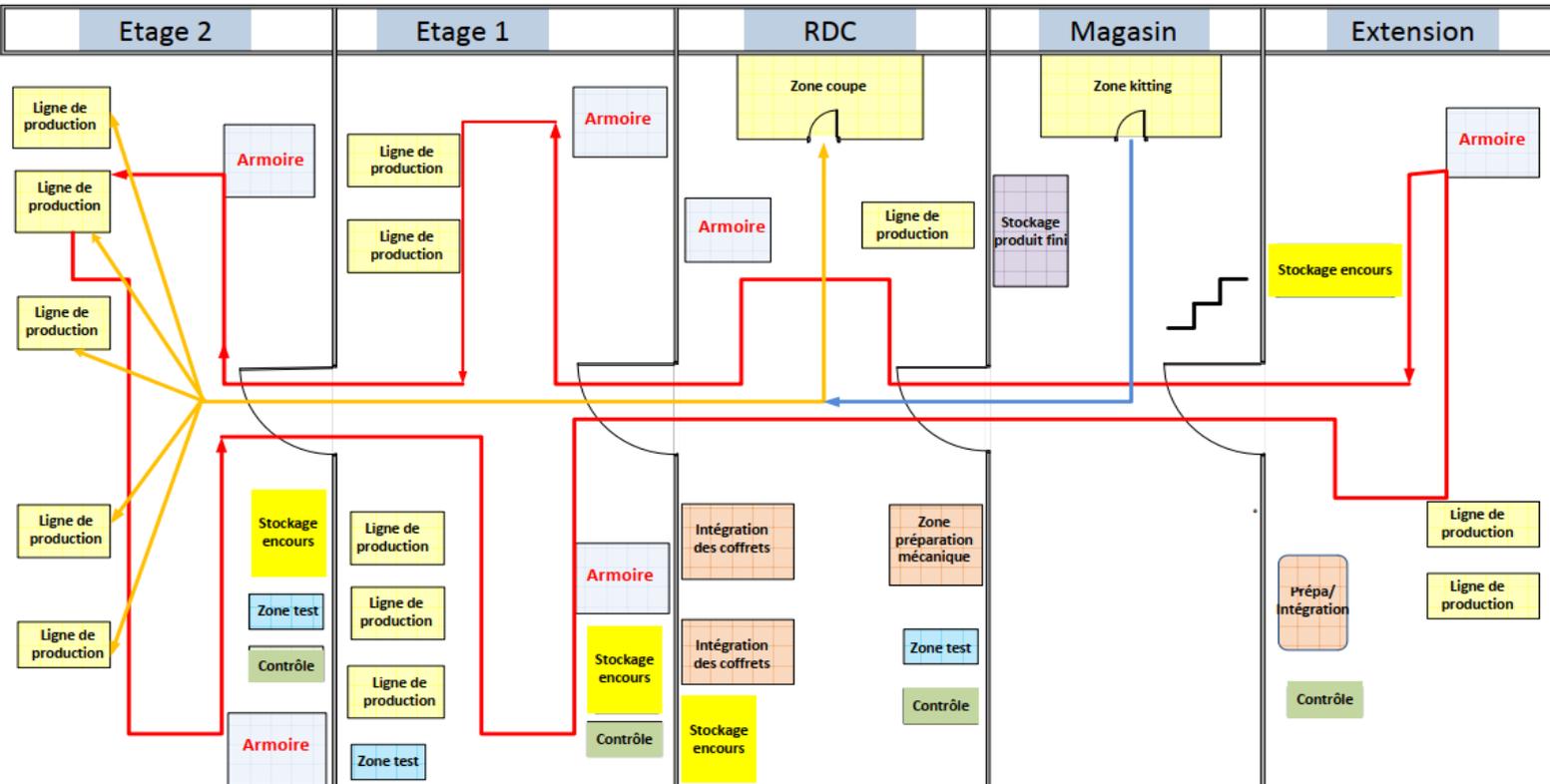


Figure 26: Diagramme spaghetti de déplacement de l'agent d'approvisionnement

.Le tableau 11 explique les déplacements majeurs.

	Type de déplacements	Fréquence déplacements	Temps moyen (1 déplacement)
	Approvisionner le kit câble	3 fois	Entre 4 et 10 min
	Chercher l'outil	12 fois	Entre 5 et 90 min
	Approvisionner le kit composant +fiche de remplacement	7 fois	Entre 4 et 10 min Pour les fiches : Entre 15 et 160 min

Tableau 11: Déplacement de l'agent d'approvisionnement.

#### **Remarques :**

D'après le suivi que j'ai fait et la réunion que nous avons organisée avec les agents d'approvisionnement, la fréquence de recherche d'outils est remarquable ainsi que le déplacement pour les fiches de remplacements.

## 2.5. Inspection visuelle

Des simples inspections visuelles nous ont montré qu'il existe plusieurs problèmes au niveau de l'implantation. On les a rassemblées dans le tableau 12 :

	<p>Bacs surchargés non rangés rendent la tâche difficile et donnent un aspect visuel très désagréable.</p>
	<p>Couloir non vide rendre difficile la circulation des opératrices .</p>
	<p>Les encours dans la zone de coupe</p>
	<p>Mélange des déchets.</p>
	<p>Non-respect des ilotages dessinés et encours encombrés.</p>

Tableau 12: Inspection visuelle.

### **3. Conclusion**

Dans ce chapitre j'ai mesuré la situation actuelle du site, les résultats montrent que la NVA est présente dans les opérations de coupe et d'assemblage ainsi les WIP sont remarquables entre l'opération de coupe et d'assemblage et entre le kitting composant et l'assemblage. Dans le chapitre suivant, on va passer à l'étape d'analyse de ces anomalies.

## **CHAPITRE 3 :**

# **ANALYSE DE L'EXISTANT ET DIAGNOSTIC DES PROBLEMES**

Dans le chapitre précédent, nous avons défini la problématique et nous avons mesuré les données de la situation réelle du site. Dans ce chapitre, nous allons analyser ces problèmes et déterminer les causes racine afin de mettre en place les objectifs de la situation cible.

### 1. Analyse des attentes selon les types de MUDA (analyse VSM)

Dans le tableau 13, j'ai repartie les temps de non-valeur ajoutée dans les opérations selon les types de mudas pour qu'on puisse se focaliser sur les mudas critiques.

Projet	Opération	Explication	Temps de muda	Type de muda
<b>SYDNEY</b>	Impression	Chercher les bobines de manchons	7 min	Transport
	Coupe	Changement de bobine	32 min	mouvements inutiles
	Assemblage	Va et viens pour chercher l'outil	20 min	Transport
	Assemblage	Erreur dans la planche et dans la gamme de sertissage	32 min	Anomalie dans le Processus Attente
	Assemblage	Réparation d'un autre produit	126 min	Attente et non qualité
	intégration	Opératrice absente	480 min	Attente
	Contrôle	Chercher les documents	10 min	transport
<b>30TET</b>	Coupe	Changement de bobine	18 min	Mouvements inutiles
	Contrôle	Chercher les documents	7 min	transport
	Assemblage	Attente outils	90 min	Attente
	Assemblage	Réparation d'un autre produit	85 min	Attente et non qualité
<b>X4</b>	Coupe	Couper un produit urgent	112 min	Attente
	Assemblage	Attente pour l'opération reprise de blindage	120 min	Attente
	Emballage	Attente que la zone d'emballage soit vide	160 min	Attente
	Assemblage	Va et viens pour chercher l'outils	15 min	Transport
<b>3UFC</b>	Assemblage	Attente outillage	130 min	Attente et transport
	Assemblage	Attente fiche de remplacement	20 min	Anomalie dans le Processus

Tableau 13: Résumé des types de MUDA.

La figure 27 présente la répartition des gaspillages selon leurs types.

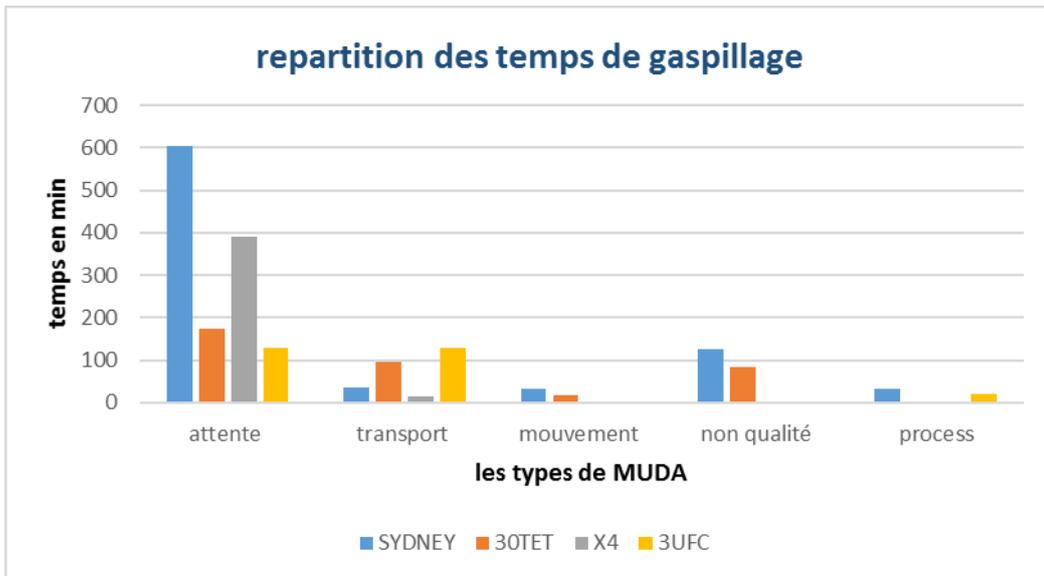


Figure 27: Répartition des gaspillages

Nous avons remarqué que les attentes sont les plus critiques donc la figure 28 présente les attentes selon leurs causes pour plus de clarté.

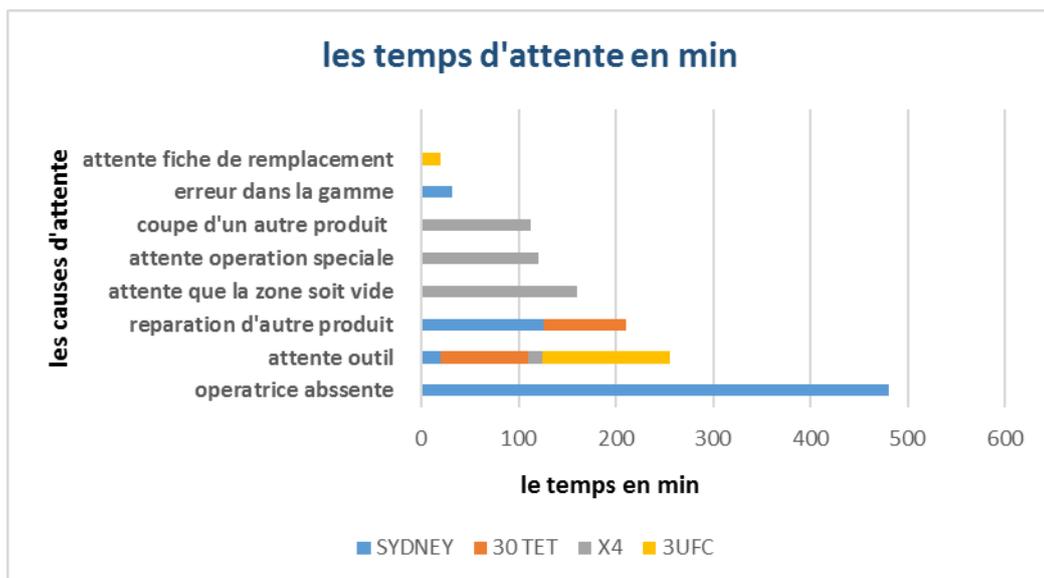


Figure 28: Les temps d'attentes selon les causes

**Remarques :**

La figure 27 montre que les MUDA importants sont les attentes, surtout l'attente des outils.

## 2. Diagramme Ishikawa

Le diagramme d'**Ishikawa** ou diagramme de cause à effet ou encore méthode des **5M** est une démarche qui permet d'identifier les causes possibles d'un problème ou un défaut.

Le diagramme, présenté dans la figure 29, regroupe les résultats du brainstorming avec les teams leader et les remarques trouvées dans la phase de mesure.

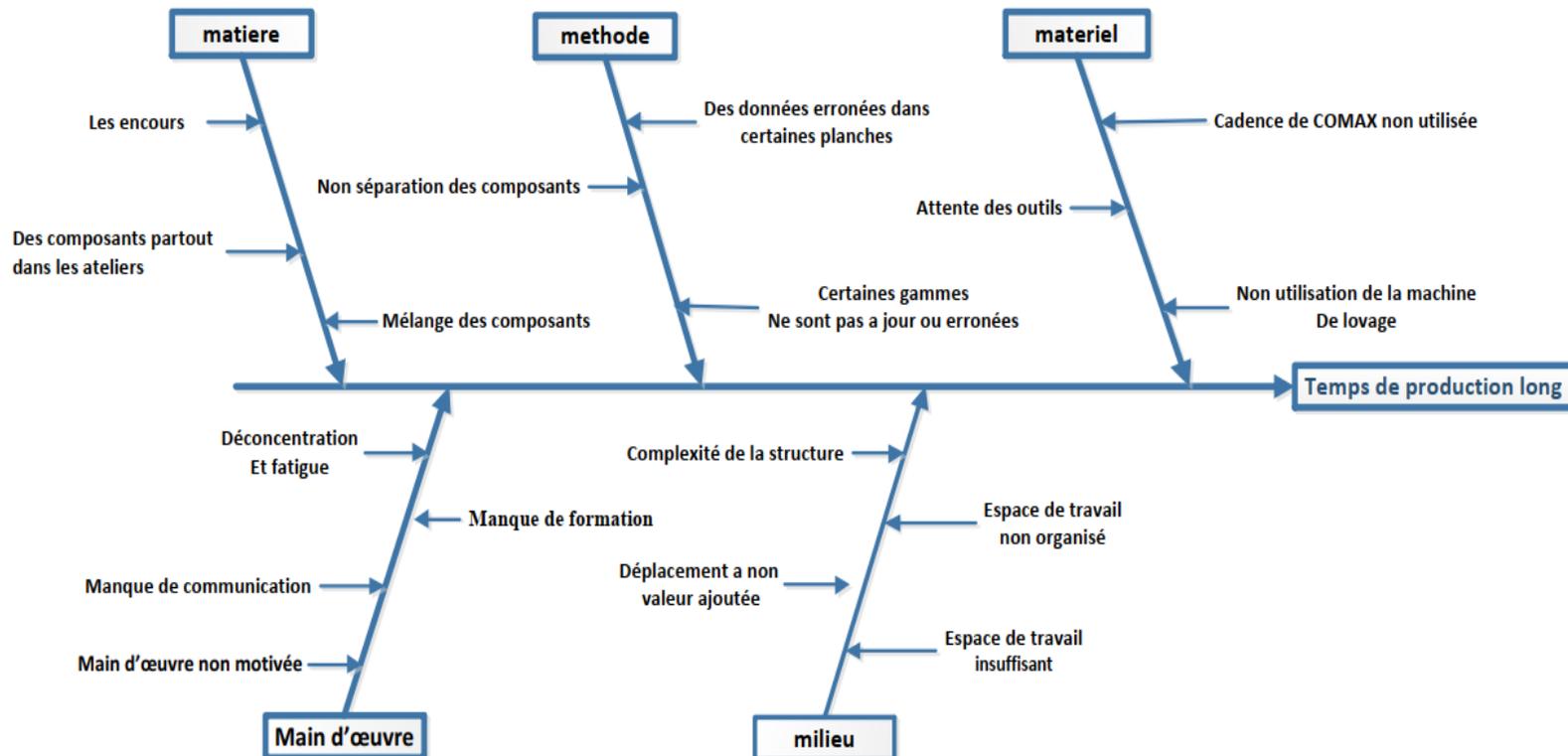


Figure 29: Diagramme Ishikawa

### 2.1. Description de diagramme Ishikawa

Le tableau 14 représente l'explication de chaque cause.

Catégorie	Cause	Explication
Méthode	Non séparation des composants	Mettre les composants destinés à l'assemblage et ceux destinés à la préparation mécanique dans une même liste et dans un seul bac dans la phase kiting composant ce qui produise des pertes de composants.
	Des données erronées dans certaines planches	
	Certaines gammes ne sont pas à jour	Les gammes de sertissage et d'assemblage non mises à jour sont une cause de plusieurs erreurs
Main d'œuvre	Déconcentration et fatigue	Les opérations effectuées nécessitent une position assiste prolongée ou debout prolongée.
	Manque de formation	La plupart des personnels ignorent c'est quoi le Lean manufacturing.

		l'opération d'assemblage se bloque lorsque l'opératrice qui fait la reprise de blindage est occupée avec un autre produit.
	Manque de communication	Manque de la communication entre le services production et les autres services concernés par le problème détecté
	Main d'œuvre non motivée	La démotivation due au stress.
Matériel	Attentes des outils	Les opérations de fabrication se bloquent lorsque les outils nécessaires sont occupés
	Cadence des COMAX non exploité	La cadence max des COMAX n'est pas exploité
	Machine de lovage non utilisée	Une panne dans la machine de lovage ,qui fait le lovage des câbles après qu'ils soient coupés est une cause dans les temps de cycle élevé de l'opération coupe
Matière	Beaucoup de manquants	Quand les opératrices fabriquent un faisceau, elles trouvent un composant manquant ,il y a des ruptures de stock .
	Des composants partout dans l'atelier	Un excès de composants dans les ateliers et leurs dégradations.
	Mélange des composants	Lorsqu'il y a plusieurs OFs de même référence dans l'atelier les opératrices prennent les composants de ces OFs et les mélangent.
	Les encours	Les produits semi finis se trouvent dans les différentes zones de production.
Milieu	Espace de travail non organisé	Non-respect d'ilotage, des emplacements des outils et des documents.
	Déplacement à non-valeur ajoutée	Les opérateurs se déplacent pour amener les outils ,les composants, les documents, pour emballer le produit fini.
	La complexité de la structure du site	Il y a quatre ateliers ,beaucoup d'escaliers ce qui rend les flux complexes
	Espace de travail insuffisant	La surface du site est insuffisante par rapport au nombre du projet.

Tableau 14: Description de diagramme Ishikawa.

## **2.2. Les 5 pourquoi**

Cette méthode d'analyse permet de rechercher les causes de ces mudas. Elle repose sur un questionnement systématique destiné à remonter aux causes premières possibles de ce mudas.

Dans le tableau 15, nous avons présenté les causes racines des anomalies déjà décrites dans le tableau précédent :

Problème	Pourquoi 1 ?	Pourquoi 2 ?	Pourquoi 3 ?	Pourquoi 4 ?
Espace de travail non organisé	Il n'y a pas le respect des emplacements des outils documents et bacs .	Les opérateurs n'appliquent pas les 5S	ils ne savaient pas l'importance de la méthode 5S	Il n'y a pas de suivi et d'audit 5s
Déplacement à non-valeur ajoutée	Les opérateurs se déplacent aussi pour chercher les outils et les composants	Les outils sont perdus dans les ateliers .	L'emplacement des outils n'est pas déterminé .	
Perte de composant dans l'atelier	Les opératrices prennent des composants d'un bac de composant d'un autre OF pour continuer leur travail.	Manque de rigueur chez les opératrices. Non-respect de FIFO		
Les encours	Problème de manquant	Gaspillage de la matière première	Des retours production non traités	La procédure n'est pas claire
			L'effectuation des retouches	Nouveau produit Déconcentration des opérateurs. Problème dans le l'outil.
		La non séparation des composants d'assemblage et de préparation mécanique dans les OFs.		
		Retard d'approvisionnement	Les procédures de validations des achats sont lourdes Ecart entre stock physique et théorique.	
	Problème d'équilibrage des lignes.	Non-respect des Priorités et de FIFO		
	Problème de planification.	Manque de communication entre les services		
		Cahier de charge de client non fiable.		
Des composants partout dans l'atelier	Il y a un excès de composant dans certaines références	Les nomenclatures ne sont pas fiables	Le cahier de charge de client n'est pas fiable dans le démarrage d'un projet	
			La production ne remonte pas l'information au bureau de méthode pour corriger les écarts	Le processus de retour production n'est pas clair

Machine de lavage non utilisé	La machine ne traite pas les câbles de petites longueurs.	problème de réglage de la machine		
Capacité Max de COMAX non exploité	Beaucoup d'arrêt de machine .	Manque de bobine	Mauvaise communication entre magasin et coupe	
		Changement de bobines	La coupe des câbles par OFs. (On change les bobines plusieurs fois dans un même OF)	
Attente d'outils	Existence des outils communs entre les lignes et les ateliers Les opérateurs ne rendent pas les outils à leurs emplacements .	Nombre d'outils insuffisant par rapport à la structure du site		
		Manque de rigueur		
		Pas d'emplacement défini pour les outils		
Manque de formation	La plupart des acteurs de processus ignorent c'est quoi lean Management	La formation initiale effectuée aux opérateurs n'inclut pas une présentation de lean Management.		
	Manque de la polyvalence chez les opérateurs			
Déconcentration et fatigue	Stresse de travail			
	Position de travail non adéquate			
Manque de communication	Les acteurs de processus n'échangent pas les informations entre eux			

Tableau 15: Les 5 pourquoi.

### **2.3. Vote pondérée**

A travers cette analyse, nous avons pu identifier les problèmes critiques et qui ont un impact majeur sur la productivité et le délai de production, pour définir ensuite des actions à mener en vue de résoudre ces problèmes.

Nous allons donner la priorité aux problèmes qui ont un indice de criticité élevé. La criticité est calculée selon la formule suivante :  $C = O \times G \times D$  Avec :

O : l'occurrence de l'apparition du problème ;

G: la gravité du problème ;

D : la possibilité de détection du problème.

**Occurrence :**

1	Inexistante	Problème pratiquement inexistant
2	Rare	Problème rarement apparu
3	Occasionnel	Problème occasionnellement apparu
4	Fréquent	Problème fréquemment apparu

**Gravité :**

1	Mineure	Ne provoque qu'un arrêt de production faible.
2	Moyenne	Nécessitent un changement d'organisation et/ou de méthode de travail.
3	Majeure	Conséquences de sécurité et/ ou une production langue / non conforme.

**Détection :**

1	Détection assurée	Une personne non formée peut détecter le problème
2	Détection possible	Une personne formée peut détecter le problème
3	Détection aléatoire	Un expert peut détecter le problème
4	Non détectable	Il n'existe pas un moyen de détection

Suite à un brainstorming avec les différents acteurs, nous avons arrivé à déterminer la criticité des problèmes majeurs, le tableau 16 présente le résultat de ce travail :

Problème	Cause	Effet	Occurrence	Gravité	Détection	Criticité
Des composants partout dans l'atelier	Le processus de retour production n'est pas clair	Gaspillage de MP-le désordre dans l'atelier	4	3	2	24
Attente outils	La répartition actuelle n'est pas adaptée avec la structure du site	Gaspillage de temps et beaucoup de déplacement.	4	3	3	36
Capacité Max de COMAX non exploité	La coupe des câbles par OF(changement de série)	Travail en 3 shift et stresse des opérateurs. -Non satisfaction des besoins de production .	4	3	3	36
Espace de travail non organisé	Il n'y a pas de suivi et d'audit 5s	Le désordre - Les gestes inutiles et déplacements -Des accidents de travail-stresse	4	3	3	36

Les déplacements à non-valeur ajouté.	L'emplacement des outils n'est pas déterminé aussi il y a des manquants de composants	Perte du temps-Arrêt de production-Un effort de plus.	4	3	2	24
Manque de communication	Ignorance de l'importance de certaines informations.	Vision ambiguë de la situation réelle-Des améliorations de processus ratées.	3	3	3	27
Démotivation	Stress du travail- Manque de reconnaissance de la hiérarchie	-L'absentéisme -Un faible rendement	4	2	3	24
Manque de formation lean manufacturing, 5S	La formation initiale effectuée aux opérateurs n'inclut pas une présentation de Lean Manufacturing.	Exécution des tâches à NVA. -Ignorance des gaspillages et leurs effets sur la main d'œuvre et la production.	3	3	2	18
Perte de composant dans l'atelier	Manque de rigueur chez les opérateurs	Gaspillage de temps	4	2	2	16
Encours	Les écarts entre le stock physique et théorique Et gaspillage de la matière	Retard de livraison Occupation de l'espace	4	3	3	36

Tableau 16: Vote pondérée.

-  Fortement critique :  $36 \leq C$ .
-  Critique :  $24 \leq C < 36$ .
-  Faiblement critique :  $12 \leq C < 24$ .
-  Non Critique :  $C < 12$ .

Après que nous avons identifié les anomalies sur lesquelles nous allons agir, nous avons posé des nouveaux objectifs.

### 3. VSM cible avec les nouveaux objectifs

Après l'analyse que nous avons faite, nous avons posé des objectifs en terme de temps des opérations et des temps d'attente entre les opérations.

#### 3.1. Pour les temps de cycles :

Le tableau 17 présente les temps de cycles objectifs des deux produits :

	Panneau relais(SYDNEY)			Cabine extérieure (30TET)		
	Réel (h)	Objectif(h)	Gain (h)	Réel (h)	Objectif(h)	Gain (h)
Kit composant	1.35	1.35	0	0.3	0.3	
Coupe/préparation	11.43	7	4.43	2.8	1.5	
Assemblage	48	20	28	9.5	6	3.5
intégration	17	8	9	-	-	-
Test	0.66	0.5	0.16	0.5	0.5	
Contrôle	1.5	1	0.5	0.283	0.2	0.083
Emballage	0.25	0.2	0.05	0.416	0.2	0.216
<b>Total</b>	<b>78.84</b>	<b>36.7</b>	<b>42.14</b>	<b>13.49</b>	<b>8.7</b>	<b>3.8</b>

Tableau 17: Objectif en terme de temps de cycle.

Si nous atteignons ces objectifs, nous aurons un gain en terme de temps comme suit :

-réduction du temps de cycle du panneau relais de  $\frac{78.84-42.14}{78.84} = 46.54\%$

-réduction du temps de cycle de cabine extérieur de  $\frac{13.49-3.8}{13.49} = 64.49\%$

### 3.2. Pour les WIP

Le lead time =  $\frac{WIP + \sum PF \text{ stock}}{\text{demande client}}$  et puisque chez ALSTOM on ne stock pas les produits finis, Le

lead time (jour) =  $\frac{WIP(\text{pieces})}{\text{demande client}(\text{pieces})/\text{jour}}$  → **WIP = le lead time \* demande client.**

L'objectif est de rapprocher le lead time à la valeur du temps de cycle objectif donc le lead time objectif sera le temps de cycle objectif plus un pourcentage de 10%, pour que l'objectif soit SMART.

#### Pour Sydney

**WIP** =  $((36.07 + (36.07 * 0.1)) / 24) * (1.5 / 6) = 0.41$  pièce →  $0.41 * 33.39 = 13.8$  heures.

#### Pour 30 TET

**WIP** =  $((8.7 + (8.7 * 0.1)) / 24) * (1.125 / 6) = 0.074$  pièce →  $0.07 * 8.6 = 0.64$  heure.

#### Pour la famille des faisceaux la répartition est la suivante :

60% entre coupe et assemblage

10% entre test et contrôle

20% entre assemblage et test

10% entre contrôle et emballage

#### Pour la famille des coffrets la répartition est la suivante :

60% entre coupe et assemblage

10% entre test et contrôle

10% entre assemblage et intégration

10% entre contrôle et emballage

10% entre intégration et test

Pour les deux produits suivis, les nouveaux objectifs en termes d'encours sont présentés dans le tableau 18 :

	Panneau relais (Sydney)			Cabine extérieure (30TET)		
	Réel(h)	Objectif(h)	Gain(h)	Réel(h)	Objectif(h)	Gain(h)
entre coupe et assemblage	290 h	8.28	281.72	9 h	0.38	8.62
Entre assemblage et intégration	2.5 h	2.76	-	-	-	-
Entre intégration/assemblage et test	14.5 h	1.38	13.12	32 h	0.064	31.93
Entre test et contrôle	5 h	1.38	3.62	3.5 h	0.064	3.43
Entre contrôle et emballage	5.5 h	1.38	4.12	2.5 h	0.064	2.43
total	317.5	13.8	<b>303.7</b>	54 h	0.64	<b>53.36</b>

Tableau 18: Objectifs des encours des deux produits.

**VSM cible du produit cabine extérieure (figure 30)**

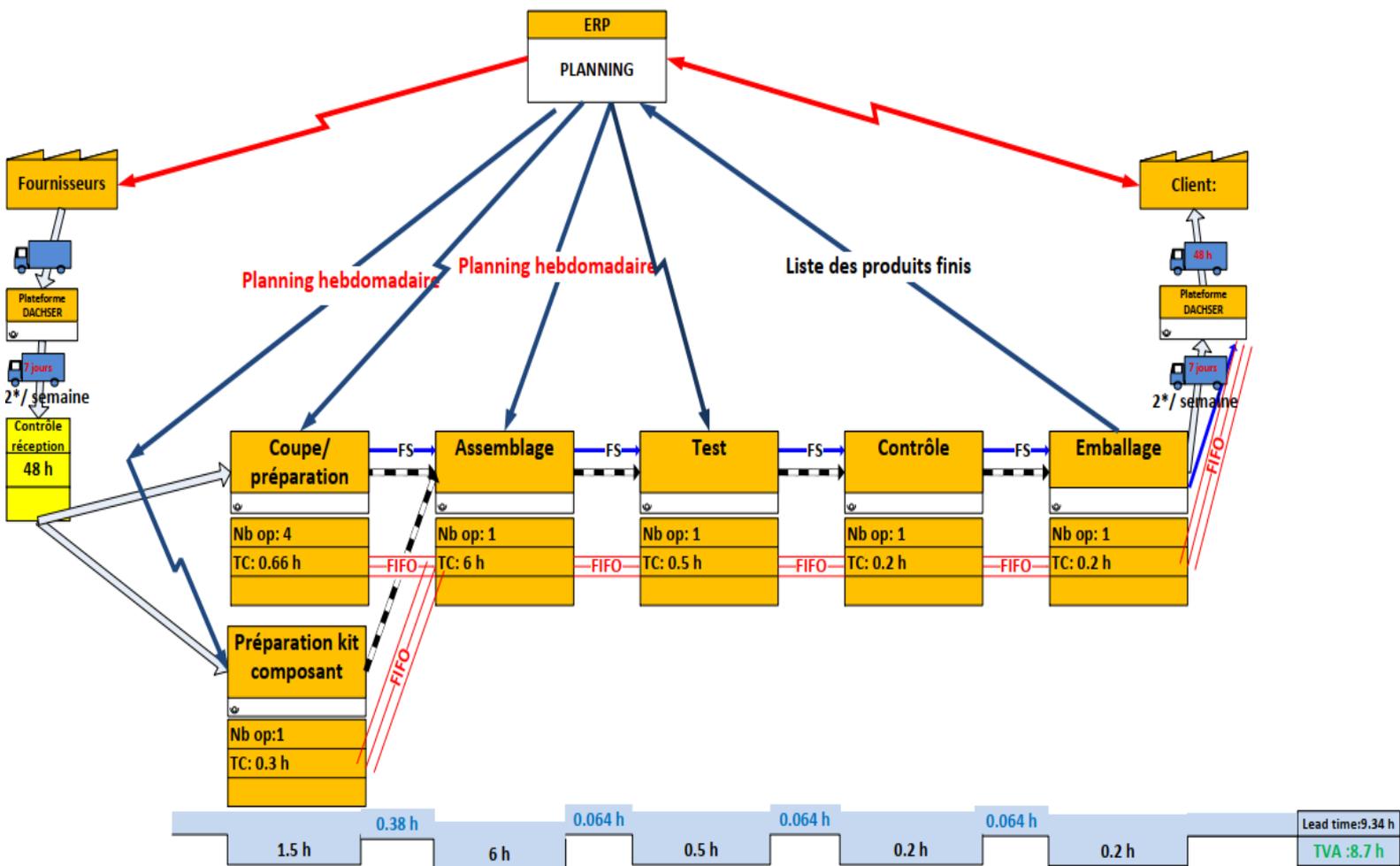


Figure 30: VSM cible du produit cabine extérieure.

VSM cible du produit panneau relais (figure 31)

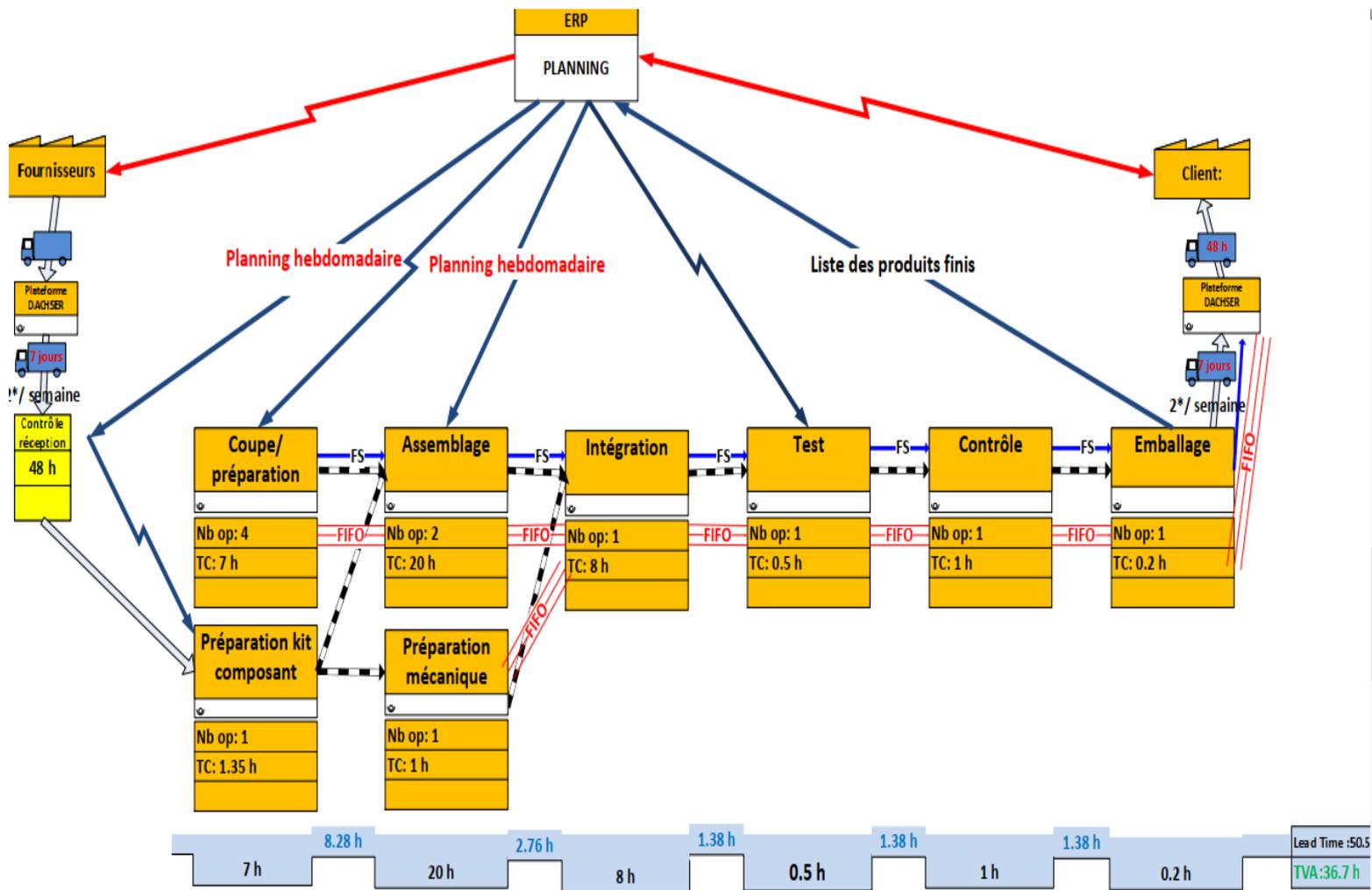


Figure 31:VSM cible du produit panneau relais.

#### 4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons cherché les causes racines et nous avons les classées selon leurs criticités ainsi, nous avons posé la VSM cible avec les nouveaux objectifs, dont la finalité est d'établir un plan d'action adéquat avec les anomalies critiques détectées.

## **CHAPITRE 4 :**

### **MISE EN PLACE DES SOLUTIONS PROPOSEES**

### **ET LES GAINS APPORTES**

Dans le chapitre précédent, nous avons choisi les problèmes critiques sur lesquels nous allons travailler. Le présent chapitre explore les actions mises en œuvre pour réussir ce travail.

## 1. Phase innover

### 1.1. Gestion des outils

Nous avons vu dans la partie d'analyse que les attentes pour la recherche des outils de sertissages sont énormes. C'est pour cela que nous avons travaillé sur ce point pour diminuer, à voir éliminer ces déplacements inutiles.

#### 1.1.1. Opération de Sertissage

Action de poser sur les conducteurs les éléments de connectique, à savoir : Cosses, Contacts, Connecteurs. C'est une action critique dans le câblage en général et plus spécifiquement dans le câblage ferroviaire. Elle doit être irréprochable et nécessite une attention particulière ainsi que de nombreux investissements, car, chaque type de cosse ou contact doit être serti avec un outillage approprié.

L'ancienne méthode se basait sur le nombre de connectiques total de tous les projets sans prendre en compte la **complexité du site et les problèmes d'organisation**. Pour régler cette situation, nous avons refait l'étude de besoin d'outils pour chaque projet, et nous avons identifié des emplacements fixes pour ces outils dans les armoires. La démarche est la suivante :

#### 1.1.2. Calcul charge/capacité :

Pour le calcul du nombre de sertissage on dispose pour chaque référence de connexion : le nombre de connexions, le nombre de RAME/mois et le produit de ces deux quantités donne le nombre total de sertissage par mois de chaque outil dans le projet étudié :

$$\text{Nbre sertissage} = \text{Nbre de connexions} * \text{Nbre de RAME}$$

C'est la charge de l'outil.

Sachant que pour chaque outil nous avons un temps exact d'opération de sertissage, il est donné en seconde. Le calcul du total d'heures de sertissage par mois pour chaque référence donnée est fait comme suite :

$$\text{Temps de sertissage par mois} = \frac{\text{Temps d'une operation} * \text{Nbre sertissage}}{3600}$$

Après le calcul du temps total de sertissage pour chaque connexion, et sachant que le site dispose de deux groupes d'opérateurs par jour qui travaille 7.5 heures/jour et 22 jours/mois et d'une efficience de 70% en prenant en compte les temps perdus en production et le savoir-faire d'opérateurs.

On peut donc calculer le nombre d'outils nécessaires sur le terrain comme suite :

$$\text{Nbre d'outils} = \frac{\text{Temps de sertissage par mois (h)}}{(0.7 * 22 * 2 * 7.5)}$$

### 1.1.3. Exemple d'application :

Tout d'abord, nous avons travaillé par projet. Je donne l'exemple du projet 30 TET qui contient 72 références. Chaque référence de ce projet contient un ensemble de connectiques avec des quantités différentes, la figure 32 montre un extrait des connectiques de la référence cabine extérieure :

N° composante		Désignation objet	Quantité composants
DTR0025139CMG	CONTACT	CONTACT MALE A SERTIR 0,5 MM2	39,000
DTR0025246224	CONTACT	CLIP 6.35X0.8 ISOLE 1MM2 INS.	4,000
DTR0025139CFG	CONTACT	CONTACT FEMELLE A SERTIR 0,5 MM2	54,000
DTR0025241381	CONTACT	EMBOUT ROND PRE-ISOLE 1MM2	16,000
DTR0009445952	CONTACT	CLIP PRE. 5-0,8 2-0,5D2	38,000
DTR0009445956	CONTACT	CLIP PRE. 6,3-0,8 2-0,5D2	4,000
DTR0009445979	CONTACT	COSSE PRE-ISOLEE 1.5MM2	2,000
DTR00251338KL	CONTACT	CONTACT FEMELLE RC TAILLE 16	12,000
DTR0000118033	CONTACT	CONTACT MALE RM TAILLE 16 AWG 22-20	4,000
DTR0009445964	CONTACT	COSSE PRE-ISOLEE 0.5MM2	10,000
DTR00251338KK	CONTACT	CONTACT FEMELLE TAIL. 20-RC-20M-12K	85,000
DTR0000120107	CONTACT	CONTACT FEMELLE GOLDTEC 1,5MM2	4,000
DTR0000139529	CONTACT	CONTACT MAL GOLDTEC 0.5MM2	78,000
DTR0000222460	CONTACT	CONTACT MAL GOLDTEC 1.5MM2	18,000

Figure 32: Extrait des connectiques avec leurs quantités du produit cabine extérieure.

Après nous avons utilisé la gamme de sertissage pour déterminer les outils de sertissage nécessaires pour chaque connexion. (Figure 33).

REF ALSTOM	QAD CONNEXION	DESIGATION CONTACT	REF FABRICANT CONTACT	FOURNISSEUR CONTACT	DENUDAGE	OUTIL	POSITIONNEUR
DTR0000120107	210021	Contact Femelle 2.5/1.5	09 33 000 6404	HARTING	7 mm		TH531 Bleu QAD : T00118
DTR0000222460	210249	Han D GT Contact AWG 16,	9150006301	HARTING	8 mm		

Figure 33: Extrait de la gamme de sertissage

Ensuite, nous avons regroupé dans un fichier les outils avec leurs tourelles et le nombre de connexions à sertir pour toutes les références du projet 30 TET. (Figure 34)

outil/tourelle	Somme de nbr connexion
09990000620 (T00025)/FC2(T00215)	468
VARIOCRIMP 4(T00444)	263
TH1 (T00002)	212
FT8 (T00067)/TH493(T00060)	93
MH860 (T00080)/M86 164G (T00169)	85
FT8/T00067/TH493/rouge	78
EU137 (T00590)/C12TN70 (T00497)	36

Figure 34: Extrait du nombre de connectiques à sertir du projet 30 TET.

Nous avons regroupé aussi les outils nécessaires, la figure suivante montre le nombre d'outils à mettre à disposition dans le deuxième étage pour le projet 30 TET. (Figure 35).

outil	TPS/ Oeratio	nbr de sertissage par mois	Total (h)/moi	nbr outil	nbr réel d'outi	nbr outil a mettre au terrain	disponible déjà sur site	ecart
9990000620(T00025 )/9990000622(FC2)	35	3744	36,25	0,1569	1	1	5	4
ESU137(T00590)/C12TN70 (T00497)	67	288	5,39	0,0233	1	1	1	0
ESU137(T00590)/ELP460(T00014)	67	32	0,60	0,0026	1	1	2	1
FT8(T00067)/TH493(T00060)	29	1584	12,55	0,0543	1	1	9	8
FT8(T00067)/TH531(T00118)	29	184	1,46	0,0063	1	1	2	1
FT8(T00067)/UH2-5(T00287)	29	568	4,50	0,0195	1	1	2	1
MH860(T00167)/ M86-164G(T00169)	31	1328	11,52	0,0499	1	1	3	2
TH1(T00002)/O(0)	31	3736	32,61	0,1412	1	1	13	12
TH3-2(T00373)/O(0)	44	400	4,92	0,0213	1	1	1	0
9990000620(T00025 )/9990000623(FC3)	35	5768	55,85	0,2418	1	1	5	4
VARIOCRIMP4(T00444)/O(0)	35	2104	20,39	0,0882	1	1	2	1
TH2(T00003)/O(0)	42	648	7,53	0,0326	1	1	14	13

Figure 35: Extrait des outils à mettre à disposition pour projet 30 TET.

Ainsi, nous avons regroupé ces outils dans l'armoire 3 dans le deuxième étage, et faire la même chose pour les autres projets, en prenant en considération les outils communs et qui ont un nombre de sertissage très faible, ces derniers nous avons les mis dans les premiers rangés dans l'armoire 3 parce que leur fréquence d'utilisation est faible. (Tableau 19).

<b>HZ248(T00173)</b>	<b>VF210K(T00179)/TN95V20(T00182)</b>	<b>EU137(T00013)/ELP460(T00014)</b>
<b>(T00283)/ (T00284)</b>	<b>PSEC7(T00001)</b>	<b>TR1462(T00136)/TN25460(T00371)</b>
<b>PMM1CF(T00199)/H135</b>	<b>(T00292)/58573-2(T00428)</b>	<b>PZ4(T00163)</b>

Tableau 19: Les outils communs dans le deuxième étage.

Les figures 36 et 37 présentent des photos de l'armoire avant et après la mise en place de l'action :



Figure 36: Armoire avant



Figure 37: Armoire après

## 1.2. Les déplacements après la nouvelle répartition

Le diagramme spaghetti sur la figure 38 montre les déplacements de l'agent d'approvisionnement après la nouvelle répartition des outils.

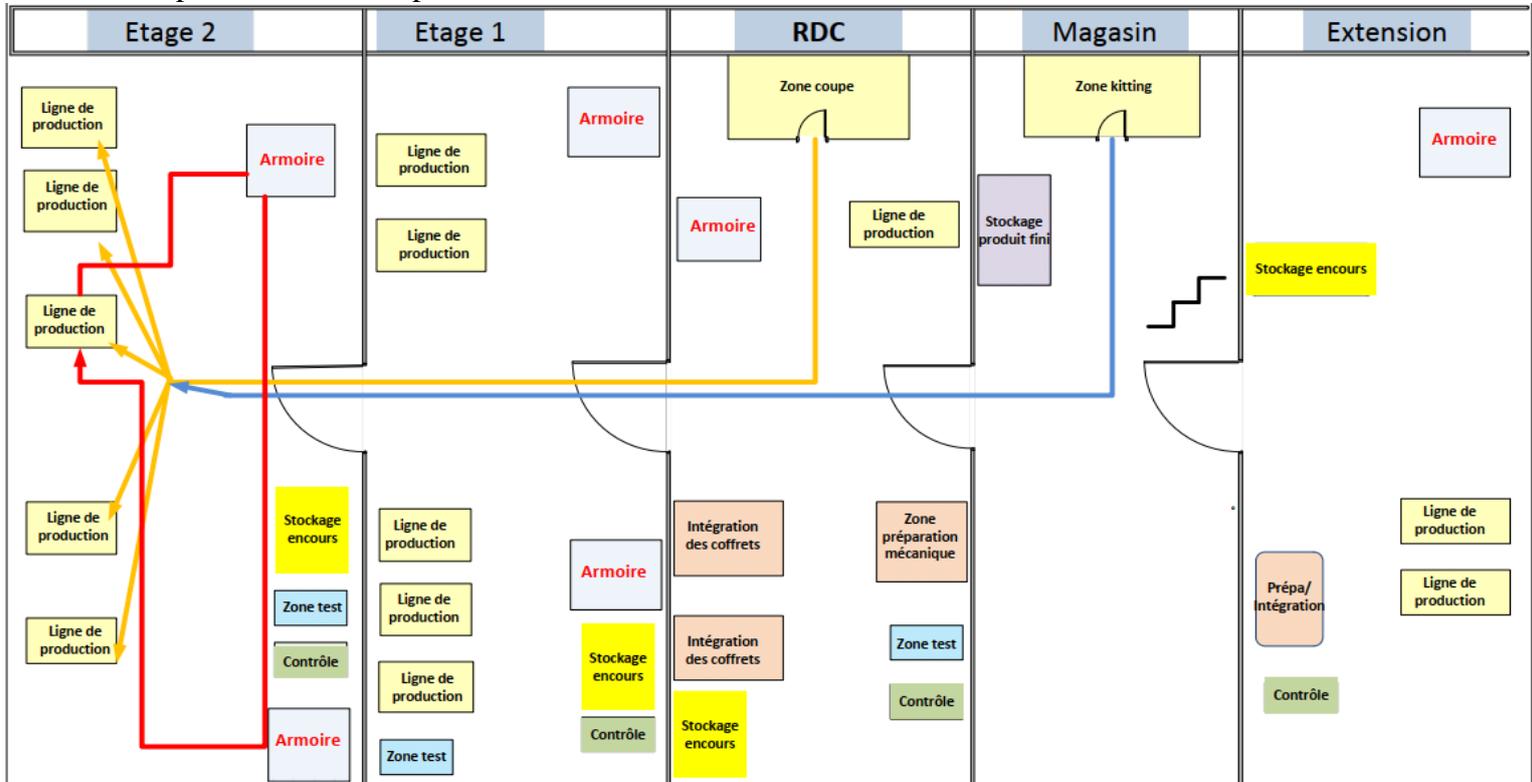


Figure 38: Déplacement de l'agent d'approvisionnement après la mise en place de l'action

Nous avons commencé par le deuxième étage car c'est l'atelier qui contient le plus de projets et donc plusieurs déplacements. Il y avait quelque déplacement vers les autres ateliers en attendant la généralisation de l'étude dans tout le site ainsi pour connaître les outils qu'on doit commander.

Comme cela, nous avons minimisé les attentes d'outils dans l'atelier ainsi que les déplacements inutiles. La recherche des outils dure maintenant en moyenne **3 min**.

### 1.3. Application de la méthode 5S

Les 5 S, loin de se limiter au rangement et à la propreté des lieux visent principalement l'amélioration de la sécurité et l'élimination d'un maximum de gaspillages (Muda). Ainsi, le but est de réduire le besoin en surface, à minimiser les transports, les temps de recherche, à diminuer les stocks et les rebuts. En outre, tout est agencé pour rendre immédiatement visible les écarts par rapport aux règles définies en facilitant ainsi le management.

#### 1.3.1. Préparation du chantier

Définir les objectifs à atteindre à la fin du chantier, notamment l'amélioration des conditions de travail dans la zone pour une meilleure productivité et une efficacité accrue.

- ✓ Définir l'espace du chantier, à savoir la zone extension en premier, qui servira comme zone modèle afin de motiver le personnel des autres zones.
- ✓ Lancer officiellement le démarrage du chantier par la direction.
- ✓ Réaliser une analyse critique de l'état des lieux avec prise de photos afin de relever les problèmes et anomalies de la zone en termes d'organisation. (La page 24 du deuxième chapitre).

### 1.3.2. Mise en œuvre des 5S

#### Seiri – Débarrasser

Lors de cette première étape nous nous sommes rendus dans la zone afin de relever tous les éléments et de faire un tri, de ce qui est utile sur la zone et de ce qui ne l'est pas et qui doit être ramenée au magasin ou être jetée.

#### Seiton – Mettre en ordre :

Après avoir trié l'utile de l'inutile, il était temps de disposer les objets, qui ont passé avec succès l'épreuve du premier « S », de façon à trouver ce qu'il faut quand il faut. Les actions réalisées lors de cette étape sont :

- ✓ Remettre en place des boites pour les rebuts de composants petits connecteurs et connexions, qui sont généralement éparpillés par terre.
- ✓ Séparer les bacs de déchets en déchets câbles et déchets papiers. (Figures 39 et 40).



Figure 39: séparation des connecteurs et connexions rebuts



Figure 40: séparation des déchets câbles et poubelle

- ✓ Séparer l'emplacement des produits en cours selon les références pour simplifier le travail des agents d'approvisionnement et ainsi pour le superviseur. Photo avant après (figure 41,42).



Figure 42: photo de zone encours avant.



Figure 41: Photo zone encours après

### Seiton – Nettoyer :

Une culture de nettoyage est déjà instaurée dans l'entreprise, en effet les opératrices nettoient leurs places à la fin du shift. Des équipements de nettoyage, tels que les balais, sont aussi fournis.

### Seikutsu – Standardiser :

Une fois les trois étapes précédentes accomplies, il faut combattre la tendance naturelle au laisser-aller et le retour aux anciennes habitudes en mettant au point des méthodes permettant de maintenir cet état et d'éviter les déviations.

Pour surmonter cette résistance au changement et s'assurer de la pérennisation de la démarche dans le temps, nous avons proposé de :

- ✓ Former le personnel sur les bonnes pratiques de la démarche et les résultats spectaculaires qu'elle produit.
- ✓ Définir un ensemble de règles simples et visuelles pour que les 5S deviennent une habitude pour le personnel .

### Shitsuke – Suivre :

Pour faire vivre les 4 premiers S et repousser leurs limites initiales, dans une démarche d'amélioration continue, il faut surveiller régulièrement l'application des règles, les remettre en mémoire, en corrigeant les dérives.

Nous avons donc créé une check List des 5S, dans les différentes zones, qui doit être remplie chaque jour par l'animateur de la zone afin d'évaluer régulièrement la pérennité de la méthode dans le temps et planifier des actions correctives en cas de dérive.

*Vous trouverez dans l'annexe 5 la check list 5S de l'atelier extension.*

## **1.4. Le taux de rendement synthétique**

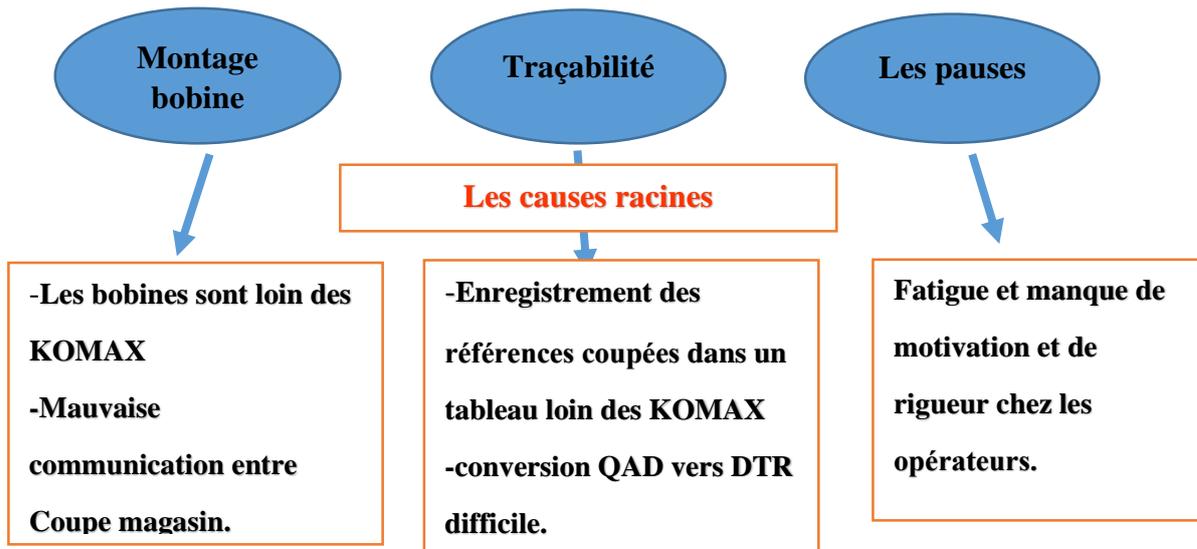
La coupe est le poste goulot de la société car il y avait beaucoup d'encours en terme d'heure qui s'appelle le back log malgré qu'on travaille avec trois shift. Donc une recherche des causes racines de ce problème s'apparait nécessaire. Pour se faire, nous avons implémenté le TRS.

*Vous trouverez dans l'annexe 6 la fiche de relevé des arrêts, en annexe 7 les mesures relevées.*

### **1.4.1. Les interprétations et objectifs**

#### Interprétations :

Après l'analyse faite les sources importantes de perte sont le montage bobine, remplissage de la traçabilité et la non maîtrise des pauses. Après un brainstorming avec l'équipe, nous avons relevé les causes racines suivantes :



### Les objectifs :

19 heures coupées /heure c'est l'équivalent de **130 heures coupés/shift** pour une seule machine. Donc nous avons comme objectifs **6000 heures coupées** entre la coupe avec les KOMAXs et la coupe manuelle.

La moyenne de nombre de changements de bobines est 8/shift, si on peut les monter dans **5min** c'est l'équivalent de **40min /shift**.

Donc nous avons posé **82%** comme **objectif du TRS**, on prend en considération les autres arrêts programmés.

#### **1.4.2. Les actions mises en place**

Après les résultats trouvés nous avons élaboré un plan d'action pour améliorer le TRS et pour atteindre le nouvel objectif qui est de **82 %**.

#### **Action 1**

Nous avons remarqué que l'équipe de nuit réalise le nombre d'heure coupés le plus faible et cela arrive parce qu'il n'y a pas de supervision Donc nous avons ajouté un animateur pour chaque équipe afin de surveiller l'équipe, et assurer le bon déroulement et le bon rendement des opérateurs.

#### **Action 2**

Nous avons remarqué que le montage de bobine peut prendre 15 min car les bobines ne sont pas disponibles près des machines.

**Demander et préparer les bobines à monter :** à l'aide des fiches de besoins bobines qui vont être remplies au début du jour, pour régler le problème de communication entre coupe et magasin.

*Vous trouverez dans l'annexe 8 exemple de fiche besoin bobine.*

**Imprimer une liste de conversion DTR vers QAD qui contienne les bobines à utiliser pour chaque opérateur.**



Figure 43: Bobine bien identifiée avec le code DTR.

**Mettre les bobines plus près des machines pour minimiser les déplacements**



Figure 44: Photo des bobines près de la machine KOMAX

### Action 3

Mettre en place des indicateurs journaliers et intégrer le TRS ainsi partager ces résultats avec les opérateurs dans les réunions. (Voir figure 45).

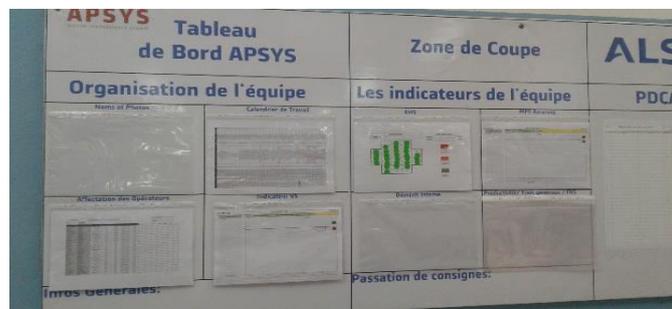


Figure 45: nouveau tableau de bord de la zone coupe

#### **1.4.3. Résultats après la mise en places des actions**

Ses actions ont un résultat positif, le TRS a augmenté et par conséquent le nombre d'heure réalisé a augmenté ainsi que le nombre des câbles coupés. La figure (46) montre les résultats, de la semaine 21, des heures coupées après la mise en place des améliorations.

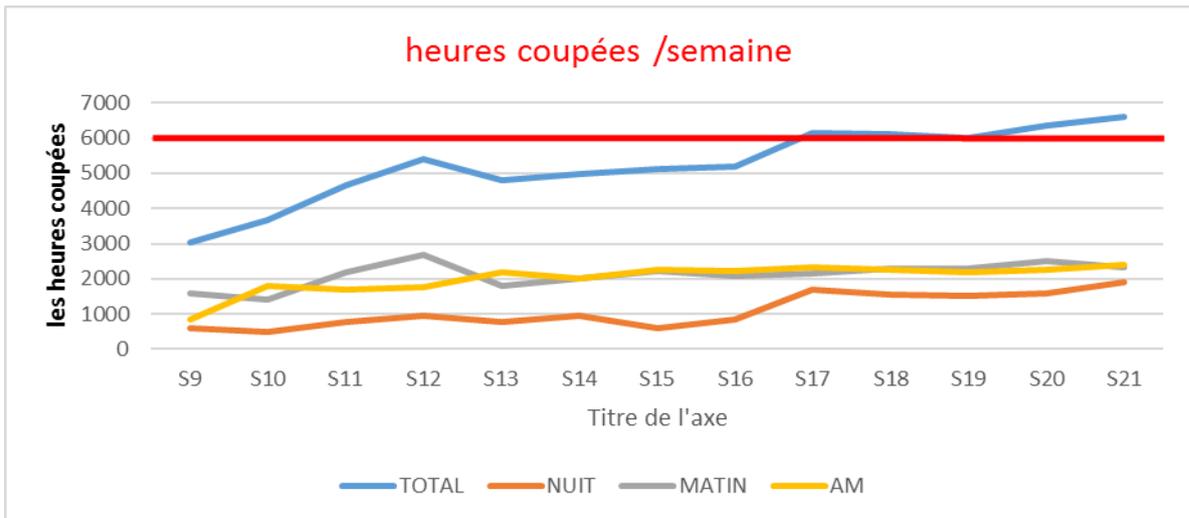


Figure 46: Les heures coupées/semaine après les améliorations.

Le tableau 20 présente les mesures du TRS après l'application des améliorations :

	Le 20/05		Le 21/05		Le 22/05		Le 23/05	
	Pertes en h	TRS en %	Pertes en h	TRS en %	Pertes en h	TRS en %	Pertes en h	TRS %
Perte M	1.6	80%	1.5	81.25%	1.3	83.75%	1.2	85%
Perte PM	1.4	82.8%	1.3	83.75%	1.5	81.25%	1.5	81.25%
Perte nuit	1.4	82.5%	1.4	82.5%	1.4	82.5%	1.5	81.25%
Total perte/j	4.4	81.76%	4.2	82.5%	4.2	82.5%	4.2	82.5%

Tableau 20: Les mesures de pertes de KOMAX 1 après les améliorations.

**Le TRS est passé de 72.29% à 82%.**

Donc, nous sommes arrivés à réduire le temps de montage bobine de  $\frac{611-383}{611}$  (min) = **37%**

Nous avons réussi à maîtriser le temps de pause surtout avec la présence des animateurs qui ont fourni un travail énorme.

Nous avons réduit le temps de traçabilité surtout que nous avons ajouté la traçabilité des références coupées dans la fiche de suivi du TRS, donc nous avons réussi à minimiser les déplacements jusqu'au tableau d'enregistrement de  $\frac{109-59}{109}$  = **45%**.

*Vous trouverez dans l'annexe 9 les mesures après les améliorations faites.*

#### 1.4.4. Les nouveaux objectifs

Après que nous avons réalisé les objectifs en termes d'heures coupées /semaine, nous sommes fixés un nouvel objectif qui est : **200 h/shift** pour chaque KOMAX, C'est l'équivalent de **7200 heures coupées par semaine**.

### **1.5. Améliorer le processus des fiches de retour production**

Nous avons vu dans la phase d'analyse que le problème des encours est critique, et parmi ces causes racines les retours productions non traités.

Dans les normes les anomalies déclarées dans les fiches de remplacements et les fiches de retour matière d'un projet doivent se régler dans les 3 premières Rames. Mais ce n'est pas le cas dans la réalité et nous avons vu dans la phase d'analyse que la cause racine de ce problème est en relation avec la procédure qui n'est pas claire et avec la rigueur des personnels.

Les fiches de retour sont utilisées dans le cas où il y a un excès de matière dans les bacs. D'après l'analyse faite, nous avons trouvé que parmi les causes racines des manquants, **les retours matière non traité**.

Nous avons fait un suivi, à la fin de la semaine 15, nous avons trouvé que 88% de la matière trouvée dans l'atelier sont des surplus non traités. Voir figure 47.

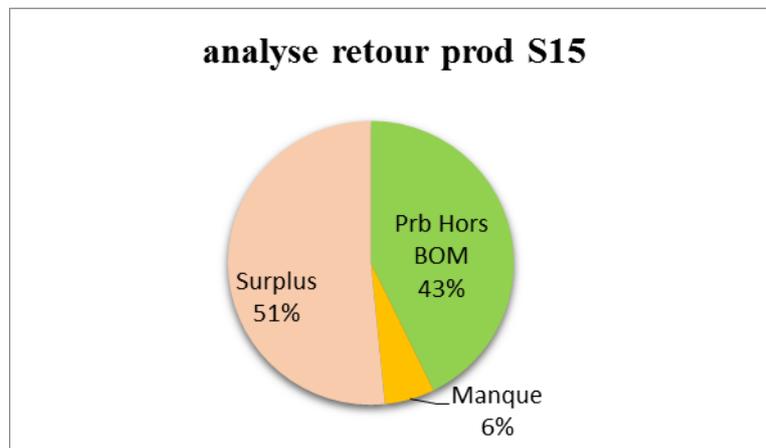


Figure 47: Analyse de retour matière de la semaine 15.

Après l'analyse faite, nous avons trouvé qu'il y a un problème de communication et de responsabilité (qui fait quoi), les opérateurs ne remplissent pas la fiche de retour matière comme il le faut, et ils n'informent pas le superviseur ainsi les composants restent dans l'atelier pendant longtemps par conséquent le magasinier ne pourrait pas rendre les pièces à leurs emplacements théoriquement ce qui génère des écarts dans le stock ainsi les erreurs dans le BOM restent pendant longtemps.

Dans cette action, j'ai amélioré le processus en mettant en place un organigramme clair à suivre avec les différents acteurs afin de clarifier le processus et de réduire le temps de ce dernier.

***L'annexe 10 présente l'organigramme de fiche de retour matière.***

Ainsi, nous avons ajouté une zone des retours production dans les ateliers. Enfin communiquer ce logigramme avec les différents acteurs car leur rigueur est la base de réussite de cette action et j'ai ajouté une fiche pour l'animateur pour la remplir.

Reste une contrainte de rendre facilement les pièces théoriquement. Cette action était réglée par le K user du service logistique.

Nous avons refait un suivi dans la semaine 18, nous avons trouvé que les opérateurs ont bien rempli les fiches de feedback de retour matière, et par conséquent nous avons pu corriger les erreurs facilement. La figure (48) montre les problèmes trouvés et corrigés de la semaine 18.

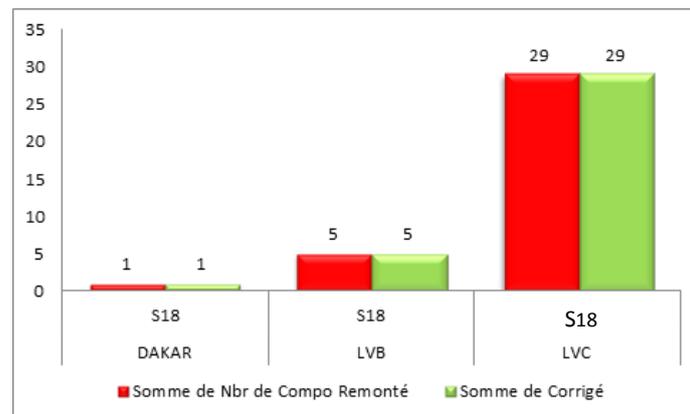


Figure 48: Correction des réclamations retours production selon les projets.

Pour continuer ainsi cette action demande la rigueur du personnel.

## 2. Phase contrôler

Dans cette phase, nous avons mis des fiches pour suivre et d'assurer la continuation des actions réalisées.

### 2.1. Fiche d'audit et évaluation 5S

Pour suivre le travail et l'implication des animateurs des lignes. *Voit annexe 11.*

#### L'évaluation de 5s

L'évaluation des 5S dans l'atelier extension est présentée dans la figure (49).

Il faut faire plus d'effort pour arriver au résultat

Souhaité.

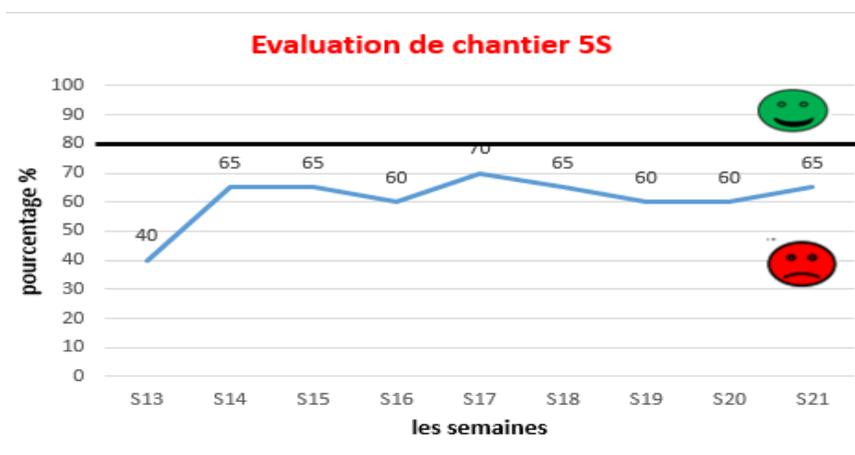


Figure 49: Evaluation des 5S.

## 2.2. Fiche de suivi des retours production

Dans l'organigramme, présenté dans l'annexe 10, j'ai indiqué que l'animateur doit remplir une fiche journalière de tous les retours.

*Vous trouverez dans l'annexe 12 la fiche du chantier retour production.*

## 2.3. L'évaluation pour cabine extérieur 30 TET.

J'ai refait le suivi du produit cabine extérieure du projet 30 TET après l'application des actions citées, la figure (50) présente la nouvelle situation.

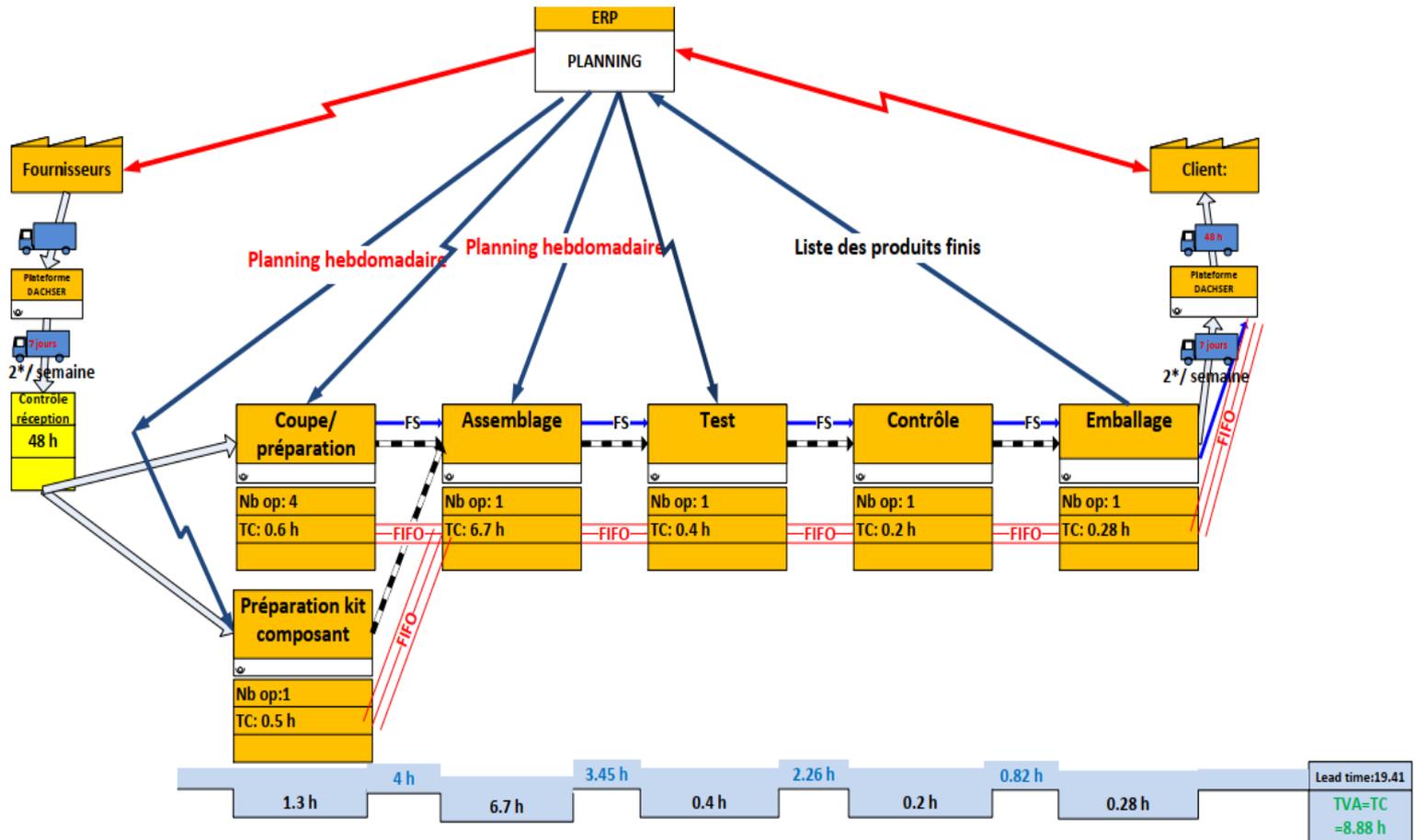


Figure 50: Résultat du suivi de 30TET après la mise en place des améliorations.

## Résultats

Donc nous avons pu réduire le lead time du produit cabine extérieur de  $\frac{67.49-19.41}{67.49} = 71.24\%$ .

Nous avons deux changement de bobine, et les outils ont été disponible pour l'opérateur, qui était motivé surtout après qu'il ont annoncé qu'il y aura des primes pour les personnels.

### 3. Les gains

Après une discussion avec le responsable finance, il m'a donné l'information utile c'est qu'une heure coûte 9 euro avec toutes les charges incluses

Les gains estimés, pour chaque référence étudiée, si nous atteignons les objectifs en terme du temps de cycle, sont présentés dans le tableau 21 :

	Informations sur projet		Gain par projet	Nombre de références/projet
	Nb rame	Demande client/ semaine	= $9 * \text{nb rame} * \text{heures}$ gagnées * dmd client	
<b>Panneau relais (sydney)</b>	96	1.5 rame	546000 DH	62 références
<b>Cabine extérieure (30TET)</b>	40	1.125 rame	15390 DH	72 références

Tableau 21: Résumé du gain.

### 4. Conclusion

Dans ce chapitre, j'ai présenté les actions d'améliorations proposées et réalisées, ces améliorations ont apporté des gains considérables notamment la réduction des délais, l'amélioration de la communication et l'organisation de travail. J'ai présenté aussi des outils de contrôle des actions mises en place ainsi que l'effet de ces actions sur le lead time des produits.

## Conclusion générale

Le présent rapport avait pour but, dans un contexte Lean, l'analyse de l'état réel du site ALSTOM FEZ, la proposition des actions d'amélioration pour la réduction du temps de production et l'amélioration des performances du site.

Pour assurer un enchaînement logique, j'ai adopté la démarche DMAIC tout au long de ce projet et pour ce faire j'ai, d'abord, effectué plusieurs suivis dans plusieurs projets pour établir une cartographie de flux de valeur, ou j'ai pu chronométrer les différentes opérations de fabrication des produits choisis en identifiant les tâches à valeur ajoutée et les tâches à Non-valeur ajoutées. Ensuite, j'ai analysé les résultats de la phase « mesurer » en vue de déterminer les causes racines des problèmes. Puis et à travers des propositions dans la phase améliorer, j'ai pu générer des actions d'amélioration comme la mise en place d'un chantier de 5S qui est parmi les bases de Lean, l'instauration d'une nouvelle répartition des outils et l'identification des emplacements fixes dans les armoires, ainsi, optimisant les déplacements et les délais de recherche, l'implémentation du TRS (taux de rendement synthétique) dans la zone de coupe pour améliorer le rendement des machines KOMAX et par la suite éliminer les encours de la zone coupe et j'ai proposé un changement au niveau des procédures de retour production pour minimiser les pertes de composant qui génèrent des écarts dans le stock. Enfin et pour assurer l'implantation de ces actions nous avons mis à la disposition des pilotes de chantier des moyens de contrôle.

Pour les gains, nous avons arrivé à réduire le lead time du produit cabine extérieur avec **71.24 %**, Pour le chantier des 5S nous avons passé d'un taux de **40%** au **65%**, donc nous devons travailler encore plus pour arriver à l'objectif qui est 80%. Pour la zone de coupe nous avons pu réduire le temps de montage bobine avec **37%** et le temps de remplissage de traçabilité avec **45%** et par la suite le TRS a passé du **72.28%** au **82%**.

En somme, ma spécialité et mon profil adéquats, avec ce projet, et enrichis durant ma formation au sein de la FST FES, m'ont permis de contribuer à la concrétisation des actions optimisant les délais et améliorant la communication et l'organisation du milieu de travail.

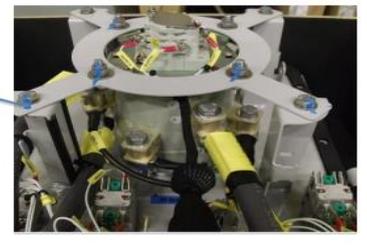
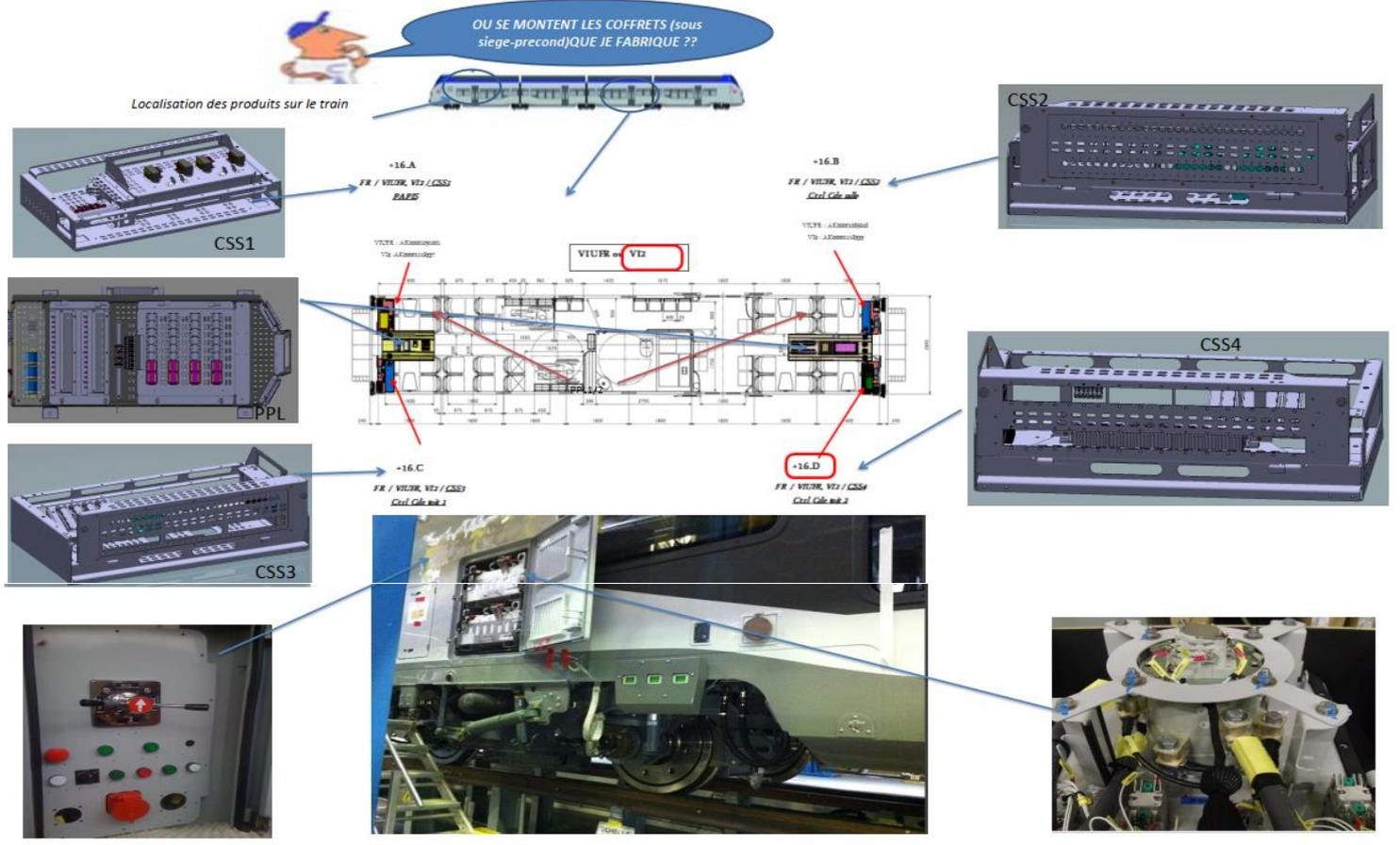
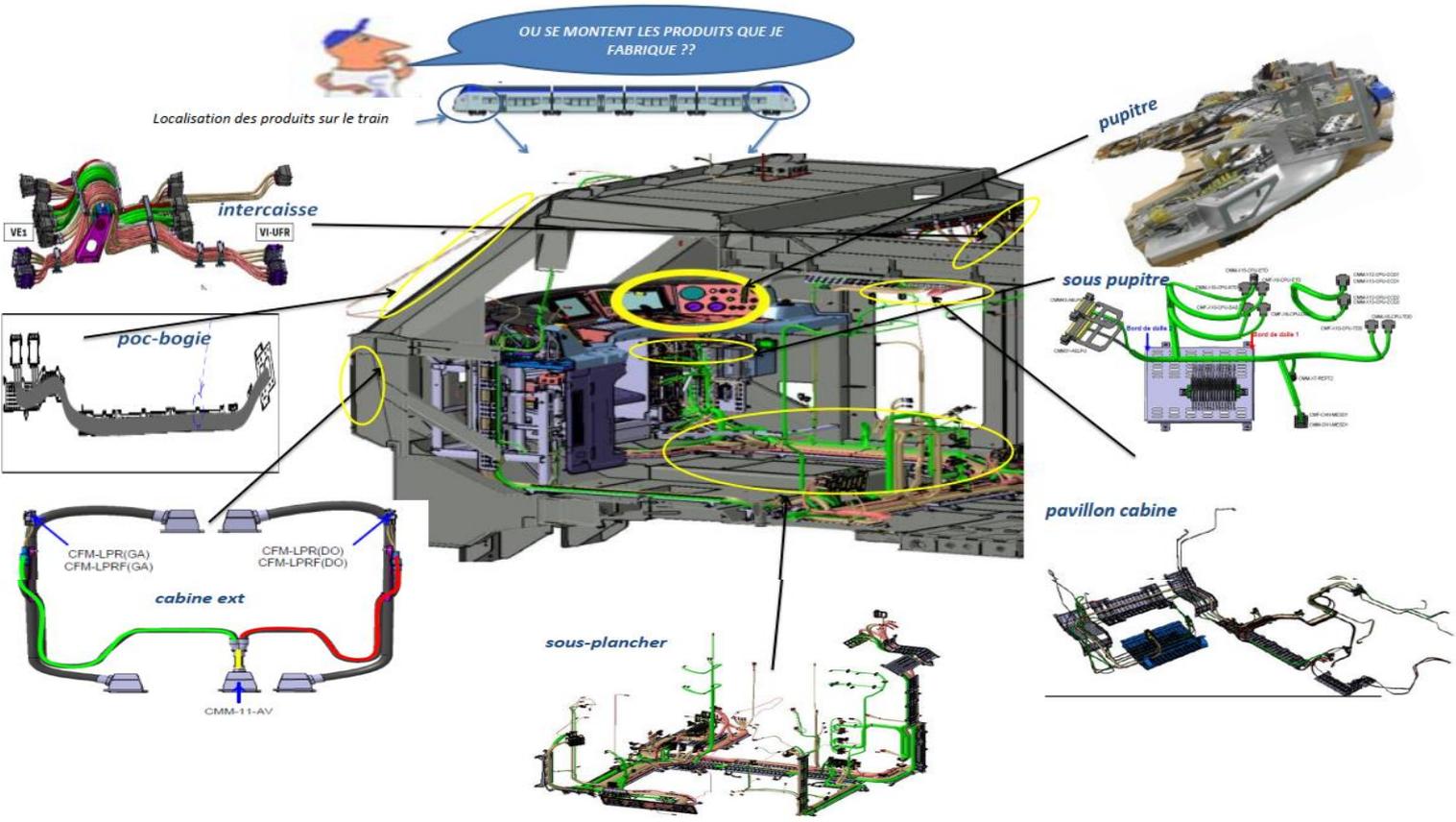
## **Bibliographie :**

- 1-la boîte à outils du Lean, Radu DEMETRESCOUX, DUNOD.
- 2-rapport de stage amélioration : de l'efficacité de la zone coupe de 30%,2018.
- 3-201002 outils du mois vsm, marris consulting.
- 4-Les bases de la gestion industrielle et logistique Bill BELT, Edition 2008.
- 5-Formation : Initiation au Lean Manufacturing, Christophe Rousseau.

## **Webographie :**

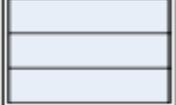
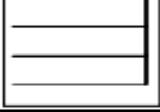
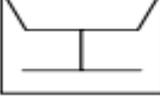
- 6-<http://leamanufacturing.com/definition-du-lean-manufacturing/>
- 7-Six Sigma, Démarche DMAIC. :<http://www.piloter.org/six-sigma/methode-six-sigma.html>
- 8- DEPLOYER UNE DEMARCHE 5S.
- 9-le sertissage, électronique application, [www.electronique-applications.com](http://www.electronique-applications.com)
- 10-lean ALSTOM, [www.rsgbestpractice.org](http://www.rsgbestpractice.org).

# ANNEXE 1 : les produits et leurs emplacements dans le train.

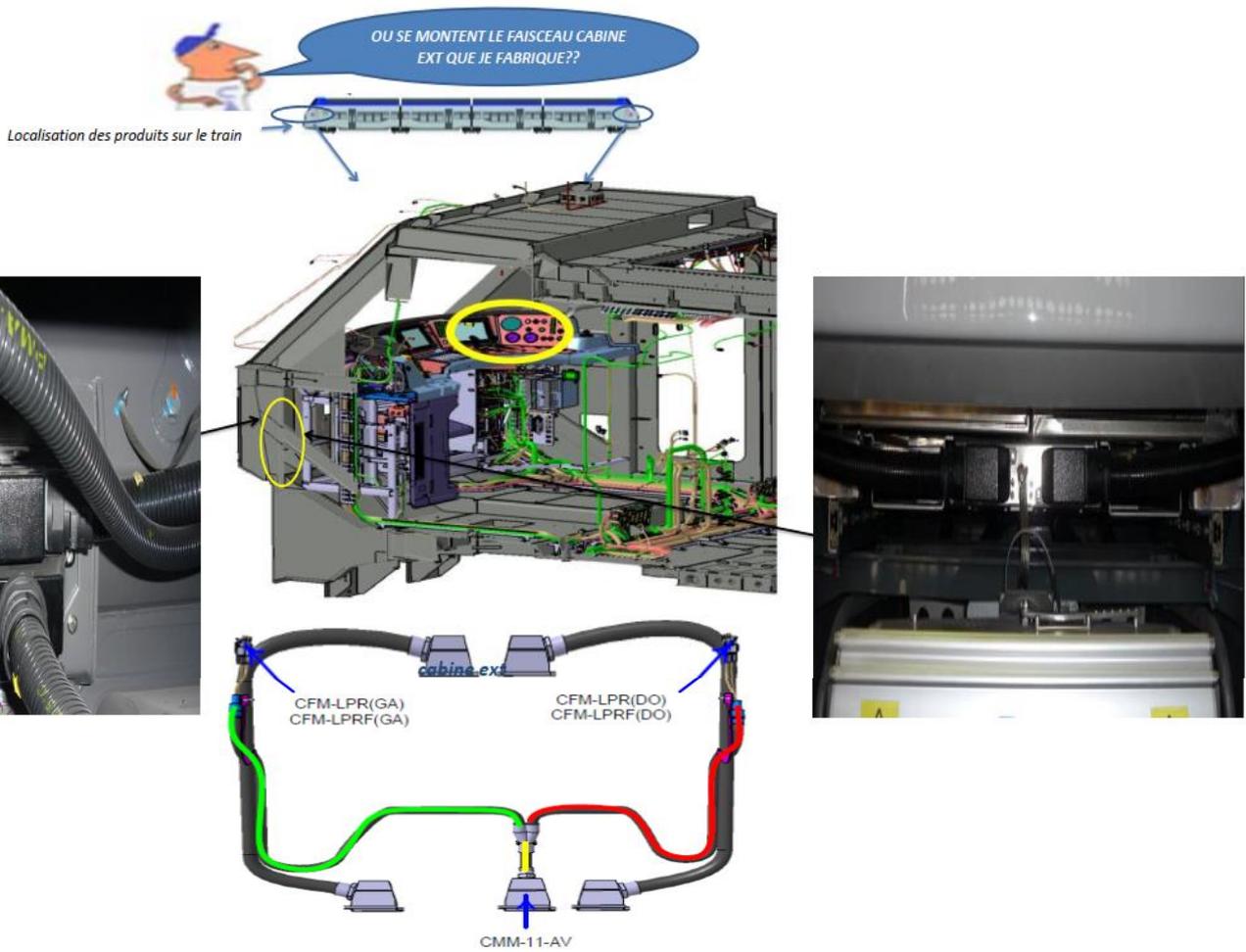


**ANNEXE 2** : Symboles utilisés dans la VSM.

	operation
	flux d'information écrite
	flux d'information électronique
	flux de matière
	transport
	client/fournisseur
	stock en cours
	flux de matière
	firt in first out
	chariot a roulette

	escaliers
	stock
	supermarket contrôlé
	total des temps
	ligne de temps
	poste kanban
	contrôle de production

**ANNEXE 3 :** description du produit cabine extérieur :



C'est un faisceau qui se monte à l'extérieur de la voiture extrémité du train.

## ANNEXE 4 : details d'une demande client dans une semaine du projet SYDNEY

DTR	DTR2	REF	T cycle (h)	T standard (h)
DTR4000020974	DTR4000020974	SYBUM2AA	72,867	21,933
DTR4000019876	DTR4000042697	SYC201AA	20,733	11,632
DTR4000019878	DTR4000042539	SYM201AA	20,733	11,632
DTR4000020365	DTR4000039613	SYCB09AA	65,48	23,46
DTR4000020974	DTR4000020974	SYBUM2AA	72,867	21,933
DTR4000019876	DTR4000042697	SYC201AA	20,733	11,632
DTR4000019874	DTR4000034753	SYSCARAA	17,783	7,032
DTR4000019871	DTR4000036220	SYSCM2AA	14,5	8,612
DTR4000019873	DTR4000036272	SYSCAVAA	15,05	8,611
DTR4000019873	DTR4000036272	SYSCAVAA'	15,05	8,611
DTR4000019879	DTR4000042423	SYSCPDAA	13,233	2,993
DTR4000019879	DTR4000042423	SYSCPDAA'	13,233	2,993
DTR4000029447	DTR4000044906	SYAEF1AA	15,533	18,853
DTR4000029447	DTR4000044906	SYAEF1AA	15,533	18,853
DTR4000029413	DTR4000044865	SYAEF3AA	19,367	15,6
DTR4000019794	DTR4000040068	SYTBNPAA	125,1	46,019
DTR4000027090	DTR3000003546	SYCB10AA	19,717	31,671
DTR4000019601	DTR4000037293	SYCBB2AA	86,633	19,581
DTR4000021111	DTR4000042132	SYTBM2AA	85,183	45,593
DTR4000019865	DTR4000042366	SYTHM2AA	24,917	6
DTR4000019658	DTR4000043072	SYTBC1AA	123,917	43,2
DTR4000020491	DTR4000020491	SYDJM2AA	27,267	3,482
DTR4000020493	DTR4000020493	SYREM1AA	71,817	4,693
DTR4000020911	DTR4000020911	SYBUM1AA	70,483	4
DTR4000028660	DTR4000028660	SYCB02AA	4,583	13,981
DTR4000028660	DTR4000028660	SYCB02AA	8,667	1,171
DTR4000031160	DTR4000031160	SYWIFIAA	2,75	30,082
DTR4000020042	DTR4000020042	SYAEL1AA	12,733	3,6
DTR4000020042	DTR4000020042	SYAEL1AA	12,733	3,4
DTR4000020066	DTR4000020066	SYAEM1AA	92,75	47,611
DTR4000020372	DTR4000020372	SYCB04AA	2,333	0,719
DTR4000020510	DTR4000020510	SYREMEAA	45,533	36,01
DTR4000027231	DTR4000027231	SYBP00AA	1,15	0,953
DTR4000019607	DTR4000036676	SYMM22AA	15,35	3,6
DTR4000020366	DTR4000039612	SYSCMMAA	19,25	11,371
DTR4000020366	DTR4000039612	SYSCMMAA	19,25	11,371
DTR4000027090	DTR3000003546	SYCB10AA	19,717	31,671
DTR4000020386	DTR4000035809	SYCB06AA	33,917	30,082
DTR4000019817	DTR4000041523	SYTHC1AA	13,617	3,482
DTR4000019818	DTR4000041540	SYTHC2AA	15,55	4,693
DTR4000019821	DTR4000041577	SYTHNPAA	12,383	4
DTR4000019605	DTR4000042548	SYNP00AA	43,75	13,981
DTR4000020386	DTR4000035809	SYCB06AA	33,917	30,082
DTR4000019607	DTR4000036676	SYMM22AA	15,35	3,6
DTR4000020048	DTR4000020048	SYAEL2AA	16,2	3,796
DTR4000021126	DTR4000021126	SYTBM1AA	85,717	39,258
DTR4000020372	DTR4000020372	SYCB04AA	2,333	0,719

DTR4000022662	DTR4000042910	SYATC1AA	9,45	4,592
DTR4000019659	DTR4000043111	SYTBC2AA	171,067	45,082
DTR4000020334	DTR4000035698	SYCB01AA	20,067	9,782
DTR4000019581	DTR4000040224	SYC211AA	45,15	36,271
DTR4000019820	DTR4000042727	SYTHM1AA	16,7	5,5
DTR4000020334	DTR4000035698	SYCB01AA	20,067	9,782
DTR4000022665	DTR4000036838	SYBCC1AA	2,45	0,758
DTR4000020060	DTR4000020060	SYAEL3AA	18,983	3,6
DTR4000027107	DTR4000027107	SYCB08AA	2,217	11,371
DTR4000027107	DTR4000027107	SYCB08AA	2,217	11,371
DTR4000020331	DTR4000020331	SYAEM2AA	86,467	44
DTR4000020048	DTR4000020048	SYAEL2AA	16,2	3,796
DTR4000021126	DTR4000021126	SYTBM1AA	85,717	31,671
DTR4000020372	DTR4000020372	SYCB04AA	2,333	0,719
DTR4000020481	DTR4000020481	SYCOM1AA	267,533	134,234
DTR4000020487	DTR4000020487	SYCOM2AA	311,767	30,082
DTR4000020481	DTR4000020481	SYCOM1AA	267,533	134,234
DTR4000020487	DTR4000020487	SYCOM2AA	311,767	137,553
DTR4000020491	DTR4000020491	SYDJM2AA	27,267	19,6
DTR4000020493	DTR4000020493	SYREM1AA	71,817	33,934
DTR4000020911	DTR4000020911	SYPUM1AA	70,483	22
DTR4000028660	DTR4000028660	SYCB02AA	4,583	1,171
DTR4000028660	DTR4000028660	SYCB02AA	4,583	1,171
DTR4000031160	DTR4000031160	SYWIFIAA	2,75	2,219
		total	4004,715	1706,963

Tableau 22: les temps des référence de la demande client dans une semaine

Ce tableau montre que les temps de cycles des produits fabriqués, du projet SYDNEY, sont très élevés par rapport au temps standards alloués pour chaque référence.

Pour bien montrer ceci j'ai représenté ces résultats dans un diagramme, dans (voir figure 1, suite annexe 4).

**ANNEXE 4 (SUITE) :**

**Temps de cycle et temps standard d'une rame du projet SYDNEY**

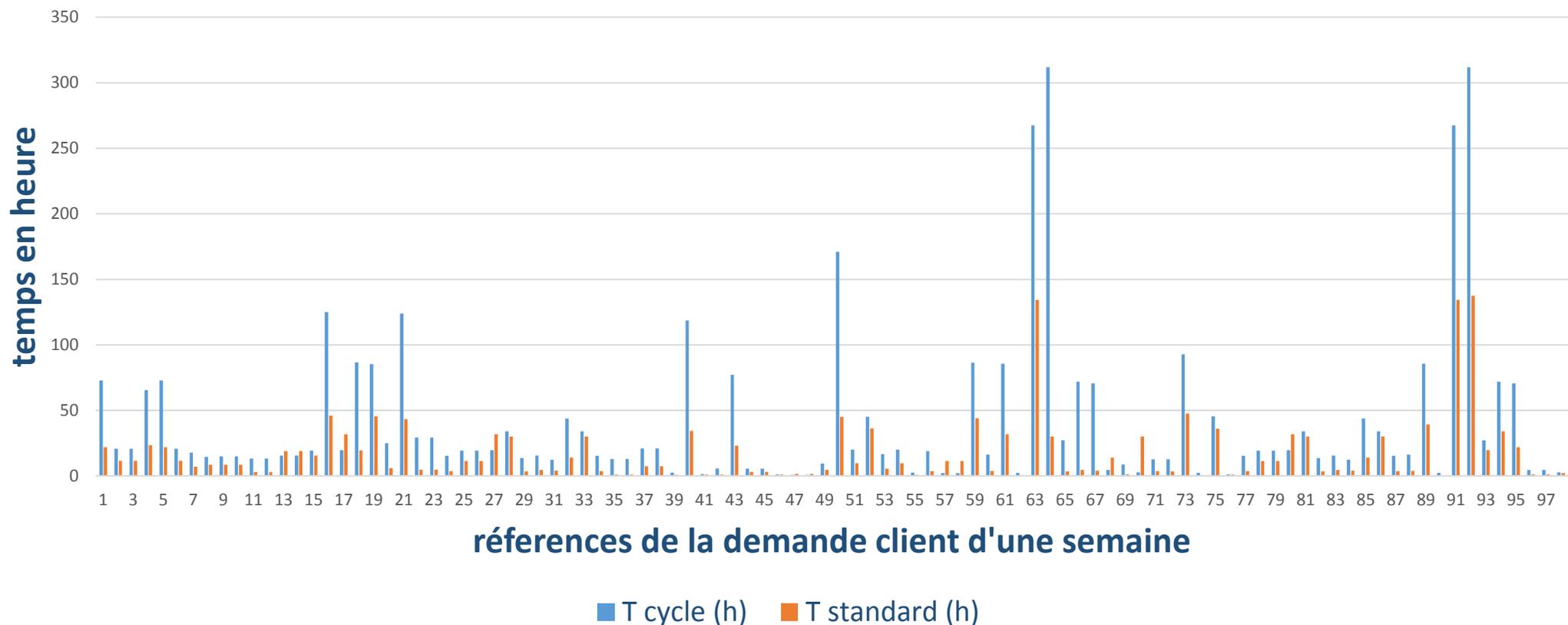


Figure 51: représentation des temps de cycles et des temps standards d'une commande client pour une semaine du projet SYDNEY

## ANNEXE 7 :

### LE Taux de rendement synthétique

Le TRS est à la fois une méthode et un indicateur permettant d'évaluer les performances des moyens de production. Il permet de mettre en évidence les causes de perte de productivité.

Pour cela nous avons décidé de mettre en place cet indicateur pour mesurer les performances réelles des deux machines KOMAX dans la zone de coupe ainsi pour connaître et analyser les causes de pertes de temps dans ces machines.

Le tableau suivant montre les différents temps pour le calcul du TRS :

TO=Temps d'ouverture			
TR=Temps requis=TO - arrêts planifiés			<u>Arrêts planifiés</u>
TF=Temps de fonctionnement =TR - arrêts non planifiés		<u>Arrêts non planifiés</u>	Pause Nettoyage Maintenance Formation réunions
TN=Temps net		<u>Micro arrêts</u>	
<b>TU=Temps utile</b>	<u>Non qualité</u> Rebuts Retouche Tri		

Tableau 23:temps du TRS

### Le calcul du TRS :

Pour calculer le TRS on va se baser sur les temps donc le TRS = temps utile /temps d'ouverture.

Ou bien on peut le calculer d'une autre manière plus détaillée le TRS = TQ\*TP\*DO

Tell que :

**DO**= Disponibilité Opérationnelle      **TF/TR**

**TP**=Taux de performance    **TN/TF**

**TQ**= Taux de Qualité    **TU/TN**

### Démarche suivie :

1 choisir les machines goulot

Nous avons choisi les machines KOMAX1 et KOMAX2 car elles sont les **machines goulet** dont l'utilisation limite la productivité de l'ensemble.

### Définition des causes d'arrêts significatifs et mesurables

Dans cette étape nous avons défini **une liste des causes d'arrêt** de production qui, généralement, sont associées à :

- des arrêts programmés : réunion, pauses, formation, prière, maintenance, remplir la traçabilité, nettoyage/5S.
- des arrêts non programmés : changement de série, pannes, manque, absentéisme, QRQC, approvisionnement.
- des arrêts d'exploitation (non qualité) : tri retouche et arrêt au défaut.

### Sensibilisation et formation des personnels concernés

Nous avons communiqué avec les opérateurs concernés sur le rôle important de ces indicateurs et sur leurs rôles aussi pour que la mesure du TRS soit fiable et reflète ce qui se passe réellement sur les machines.

### Analyse et interprétation des résultats - calcul du TRS

Après que les opérateurs des 3 shift remplissent les fiches de suivi des deux machines KOMAX pendant 4 semaines, j'ai fait une analyse Pareto pour déterminer les secteurs ou les gains paraissent les plus attractifs.

### Analyse des résultats

J'ai présenté les données de la semaine 15 pour plus de fiabilité car les opérateurs ont compris et s'habitué à remplir la fiche de suivi. Le tableau suivant résume les pertes par équipes ainsi le TRS trouvé pour chaque équipe pendant quatre jours.

	Le 08/04		Le 09/04		Le 10/04		Le 11/04	
	Pertes en h	TRS en %	Pertes en h	TRS en %	Pertes en h	TRS en %	Pertes en h	TRS en h
Perte M	2.7	66.25%	2.4	70%	2.6	67.5%	2.6	67.5%

Perte PM	2.1	73.75%	2.2	72.5%	2	75%	2.5	68.75%
Perte nuit	2.1	73.75%	1.5	81.25%	1.4	82.5%	2.5	68.75%
Total perte/j	6.9	71.25%	6.1	74.58%	6	75%	7.6	68.33%

Tableau 24:les mesures de pertes de temps pour KOMAX 1

Donc nous avons comme moyenne du TRS **72.29%**.

Les figures suivantes présentent les temps des différents arrêts trouvés selon le diagramme Pareto de la machine KOMAX 1, pour les trois équipes.

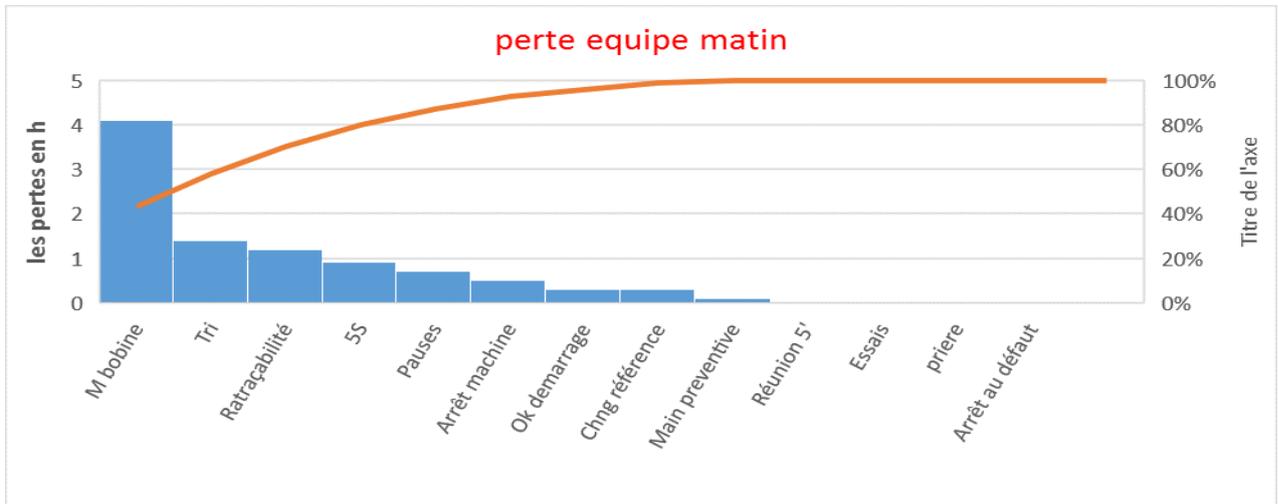


Figure 52:Pareto perte équipe de matin KOMAX 1.

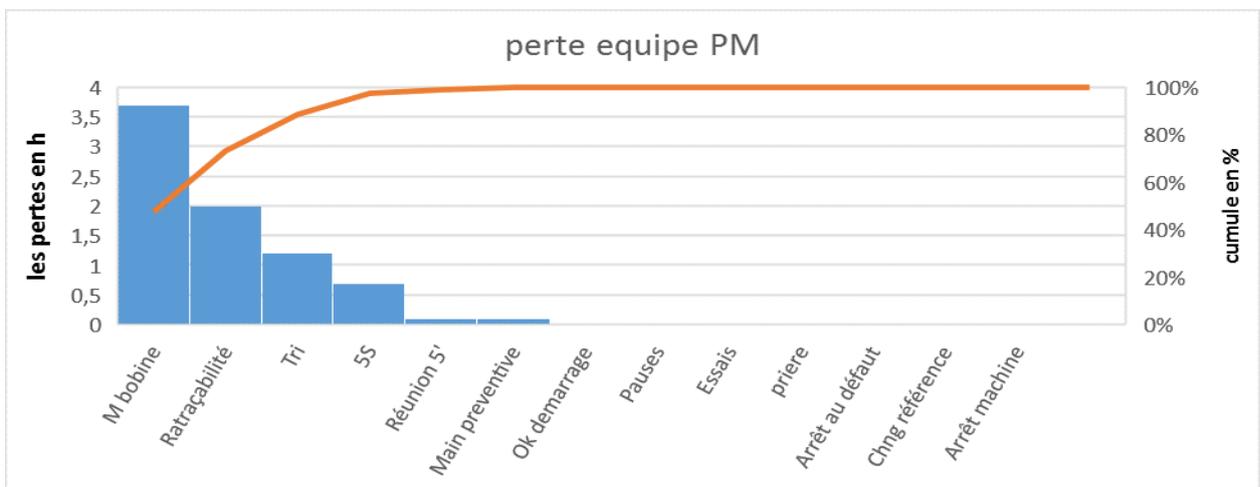


Figure 53:Pareto équipe après-midi LKOMAX

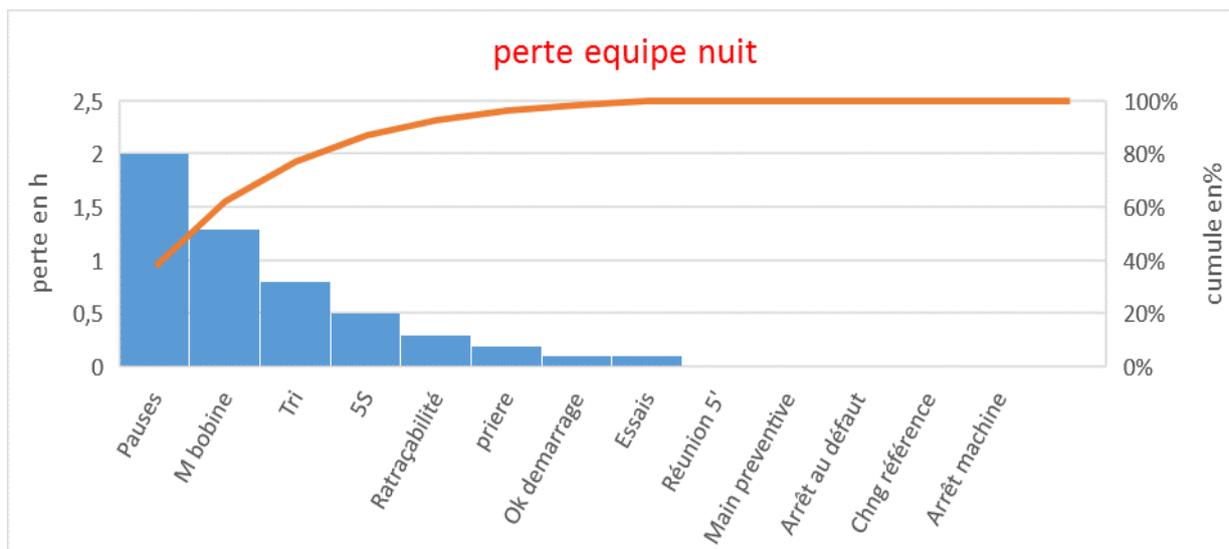


Figure 54: Pareto équipe de nuit KOMAX 1

**Les heures coupées/semaine.**

La figure suivante montre les heures coupées par semaine partir de la semaine jusqu'à la semaine

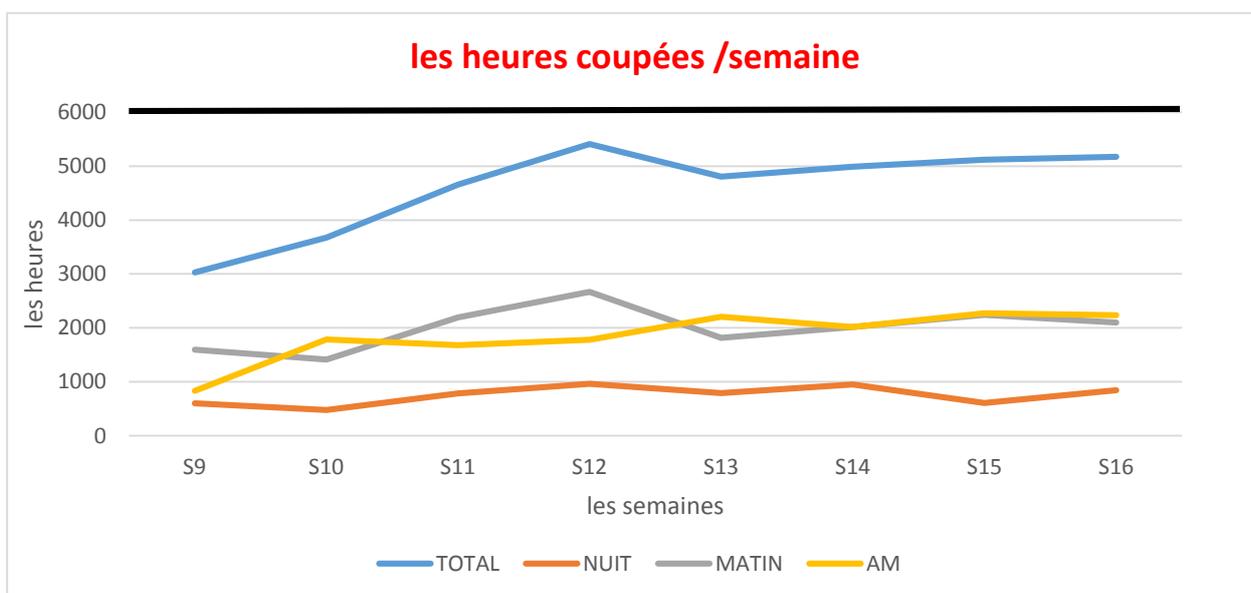
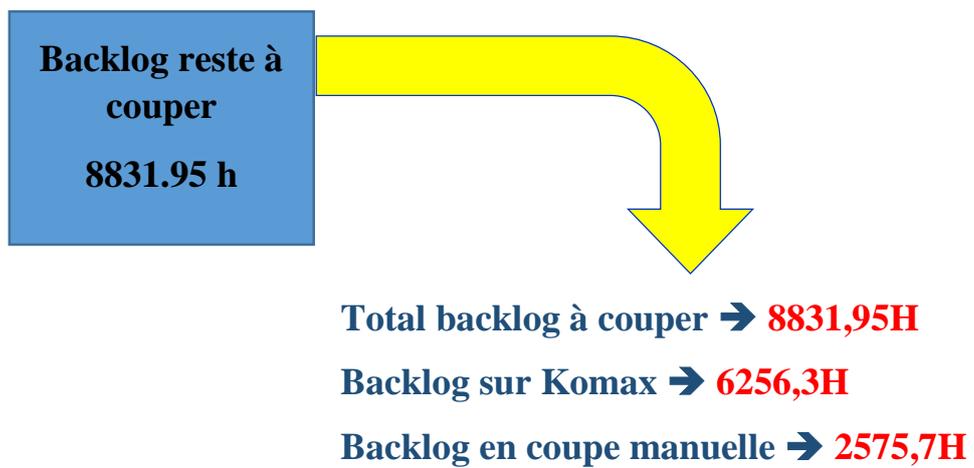


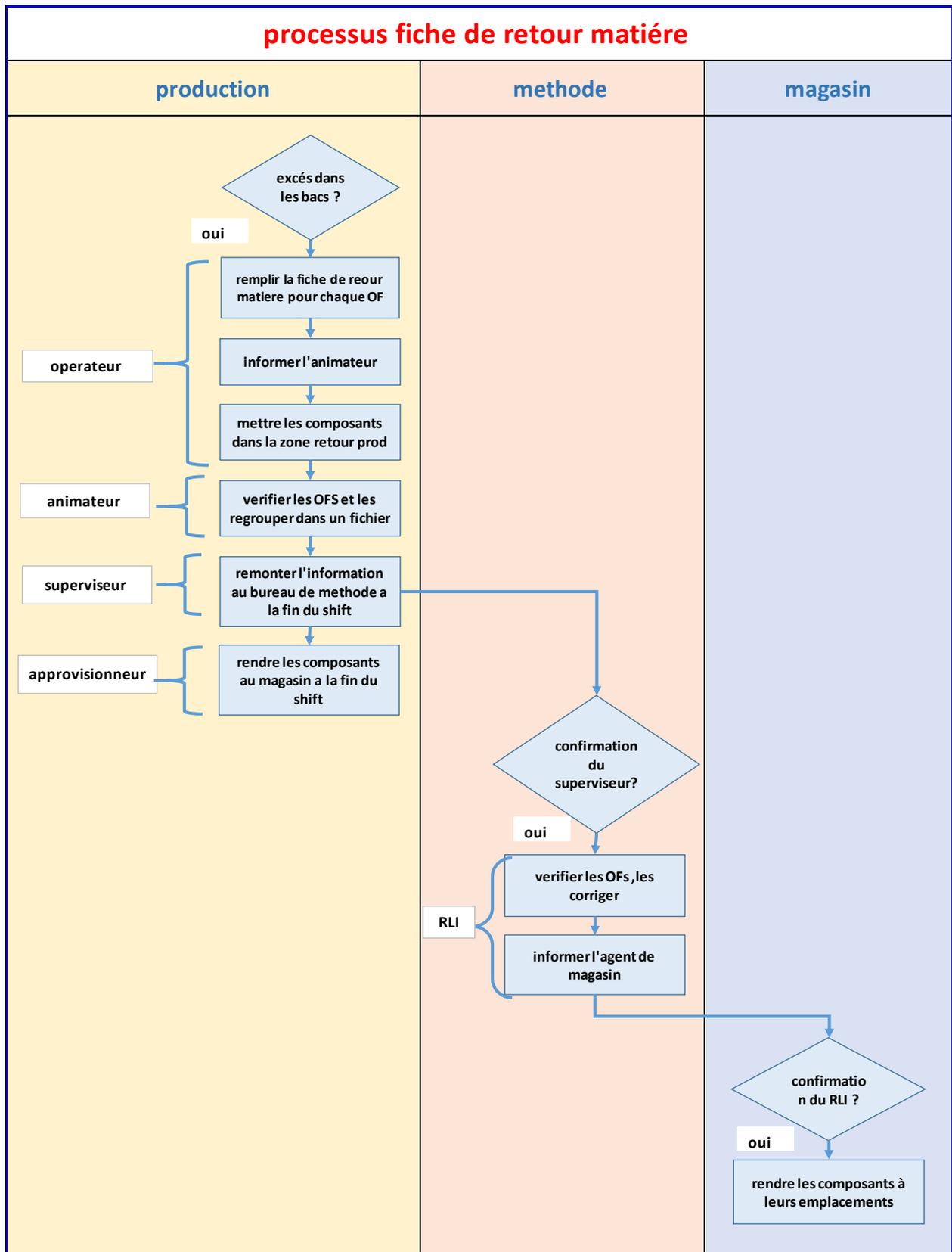
Figure 55: les heures coupées/semaine

La figure montre que nous n'avons pas arrivé à atteindre l'objectif ce qui crée des encours en terme de heures.

Le schéma suivant montre le backlog à partir de la semaine 13 jusqu'à la semaine 15.



**ANNEXE 8** : Logigramme fiche de retour de production



## **ANNEXE 9** : Les mesures après les améliorations faites

La figure 1 montre les valeurs de pertes après les améliorations faites.

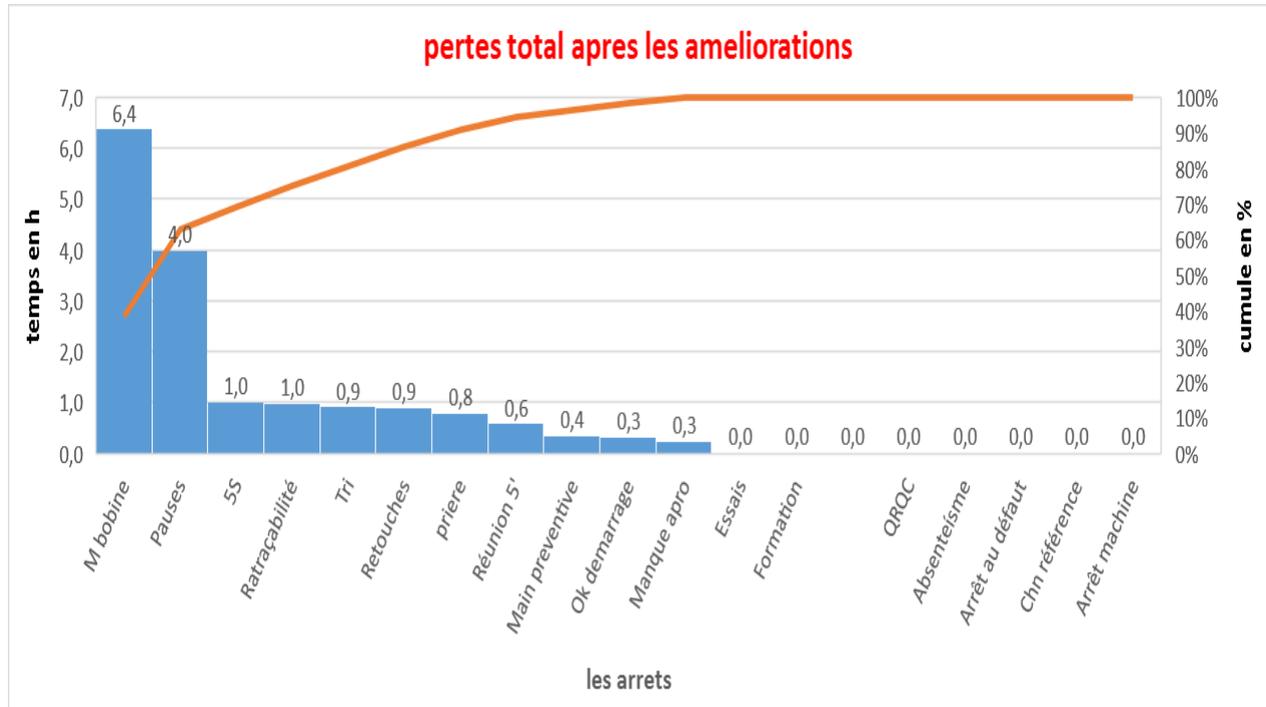


Figure 56:les pertes totales après les améliorations

D'après les résultats présentés dans la figure 1, le montage bobine reste un grand générateur de la perte de temps. Cela revient au méthode de travail qui set à couper par ordre de fabrication.





## Stage effectué à : ALSTOM FEZ

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

**Nom et prénom : Lemsiah Chaymae**

**Année Universitaire : 2018/2019**

**Titre : Réduction du temps de production et amélioration des performances du site ALSTOM FEZ**

### Résumé

Ce projet entre dans le cadre de l'adoption de la stratégie Lean management au sein de la société ALSTOM FEZ spécialisé dans le câblage ferroviaire, le projet ayant pour objectifs la réduction du temps de production et l'amélioration des performances du site. Après une présentation de l'organisme d'accueil et du pilotage stratégique du projet, j'ai choisi la démarche DMAIC comme méthode de résolution de problème, puis j'ai passé à la première phase pour définir la problématique.

Ensuite et afin de mesurer la situation actuelle, je me suis basée sur la cartographie de flux de valeur (VSM) pour chronométrer les différentes étapes de fabrication et identifier les différents types de gaspillage, et par la suite j'ai analysé les problèmes constatés dans la phase de mesure en vue de déterminer les causes racines.

Pour minimiser les gaspillages, j'ai agi sur les problèmes qui ont une criticité majeure, ainsi j'ai proposé des actions pour corriger ces problèmes et surtout pour réduire le lead time. Parmi les actions mises en place, un chantier 5S, une nouvelle répartition des outils de sertissage, l'implantation du TRS dans la zone coupe et un changement au niveau des procédures des retours production. Enfin j'ai établi des moyens pour contrôler les actions citées tel qu'un fichier pour le suivi et le contrôle des retours production. Les principaux gains prévus sont focalisés sur l'amélioration des délais, de la communication et l'organisation du milieu de travail.

### abstract

This project is a part of the lean management strategy adopted by ALSTOM FEZ, a company specializing in rail cabling, with the aim of reducing lead time and improving performances. After a presentation of the host organization and the conceptual context of the project, I chose the DMAIC approach as a method of problem solving and then moved on to the first phase to define the problem.

Then, in order to measure the current situation, I used Value Flow Mapping (VSM) to time the different manufacturing steps and identify the different types of waste, thereafter I analyzed the problems in the measurement phase to determine the root causes.

To minimize waste, I acted on problems that have a major criticality, so I proposed actions to correct these errors and especially to reduce the lead time. Among the actions implemented, a construction site 5S, a new distribution of crimping tools, the implementation of the TRS in the cutting zone and a change at the level of the production return procedures.

Finally, I have established means to control the actions quoted such as a file for monitoring and controlling production returns. The main expected gains are focused on improving timelines, communication and organization of the workplace.

**Mots clés :** Amélioration Continue, DMAIC, VSM, TRS, Lead Time, 5S, Muda.