

Table des matières

<i>Dédicace</i>	2
<i>Remerciements</i>	3
Chapitre 1 : Présentation de la société	12
I. Présentation du groupe EXCO technologies limited.....	12
Introduction	12
II. Présentation de Polydesign Systems	14
Chapitre 2 : Cadre conceptuel, méthodologie et outils du projet	21
I. Contexte pédagogique et intérêt du projet.....	21
II. Intégration à la société.....	23
I. Définition de LEAN MANUFACTURING :	23
II. Définition de DMAIC :	24
III. 5 Pourquoi (5 Whys) :	24
IV. Méthode ABC ou Pareto :	24
V. Diagramme Causes/ Effet :.....	24
Chapitre 3 : Phase de définition de la démarche DMAIC	27
I. Définir le projet :	27
I.1. L'outil QQOQCP :.....	27
I.2. La Charte du projet :	28
II. Définir les objectifs du projet :.....	29
II.1. Tableau SMART.....	29
II.2. Diagramme de KANO	29
III. Ecoute la voix du client :	30
III.1. Ecoute la voix du client & CTQ.....	30
IV. Analyse des risques :	30
IV.1. Analyse des risques des projets par la méthode AMDEC :.....	30
V. Organigramme de deux projets :	32
Chapitre 4 : Phase de Mesure de la démarche DMAIC	35
I. Mesurer.....	36
I.1. Préparation à la collecte des donnée.....	36
I.2. Cartographie du processus.....	36
II. Définitions du VSM	37
III. Etude de notre cas.....	37
III.1. Flux du processus :	37
III.2. Cartographie de la chaîne des valeurs matière de produit Casquette	39
III.3. Cartographie de la chaîne des valeurs matière de produit Accoudoir	40
III.4. Chrono-analyse.....	41

III.5. Temps de cycle	42
III.6. Tact time	43
III.7. Visualiser les premiers potentiels d'amélioration :	44
Chapitre 5 : Phase d'Analyse de la démarche DMAIC	56
I. Analyse de VSM :	56
II. Analyse des gaspillages:.....	58
II.1. Casquette :	58
II.2. Accoudoir :	58
III. Les 5 pourquoi :	58
III.1. Casquette	58
III.2. Accoudoir:	63
I. Analyse des relevés d'analyse de déroulement :	66
II. Analyse d'ishikawa :	68
V.1. Poste de rembordement de projet Casquette élevé :	68
V.2. Poste de rembordement Accoudoir élevé :	69
V.3. Poste de posage Accoudoir élevé :	69
V.3. Poste de posage2 Accoudoir élevé :	70
Chapitre 6 : Phase d'Innover (Amélioration) de la démarche DMAIC	72
I. L'analyse de déroulement :	73
II. Solutions proposées les 5 Pourquais :	76
II.1. Casquette :	76
II.2. Accoudoir:	80
III. Procédure de réimplantation :.....	83
III.1. Méthode des antériorités :	84
Projets à long terme :	88
I. Partie analyse fonctionnelle :.....	88
I.1. Analyse fonctionnelle externe :.....	88
I.2. Analyse fonctionnelle interne :	89
II. Partie conception de machine :.....	91
III. Partie d'alimentation de support supérieur :.....	92
Chapitre 7 : Phase de Contrôle de la démarche DMAIC	95
Conclusion.....	102
Bibliographie & Webographie.....	103

Liste des figures

Figure 1 : Groupe EXCO Technologies Limited dans le monde	12
Figure 2: Divisions de « EXCO TECHNOLOGIES LIMITED»	12
Figure 3: Les filiales de «EXCO AUTOMOTIVE SOLUTIONS »	13
Figure 5 : Fiche signalétique de Polydesign Systems	14
Figure 8 : Les différents emplacements des produits fabriqués au Polydesign Systems.....	16
Figure 9 : Les différentes mailles de sécurités produites au Polydesign Systems.....	17
Figure 10 : Coiffe de siège et appuis têtes	17
Figure 11 : Couvrant du levier de vitesse	18
Figure 12 : Les produits des volants	18
Figure 13 : Les différents panneaux de porte	18
Figure 14 : Diagramme de poisson ou ishikawa.....	25
Figure 15 : Évolution d'attributs d'innovation	29
Figure 16 : Flux du processus projet Casquette	38
Figure 17 : Flux de processus projet Accoudoir	38
Figure 18 : Cartographie de la chaîne de valeur VSM Casquette	39
Figure 19 : Cartographie de la chaîne de valeur Accoudoir	40
Figure 20 : Calcul des temps de cycle des postes Casquette de la zone de Gainage	45
Figure 21 : Calcul des temps de cycle VA Figure 22 : Répartition des gaspillages en %..... et NVA en %.....	45
Figure 23 : Calcul des temps de cycle des postes de la zone de Gainage	46
Figure 24 : Calcul des temps de cycle VA Figure 25 : Répartition des gaspillages en %	46
et NVA en %.....	46
Figure 26 : Pareto de projet Casquette	47
Figure 27 : Pareto de projet Accoudoir	47
Figure 28 : Diagramme spaghetti des déplacements actuel des pièces.	51
Figure 29 : Méthode de positionnement de la pièce plastique et le cuir sur le chariot de séchage	54
Figure 30 : Histogramme de comparaison entre chronométrage de 2013 et 2014 projet Casquette	56
Figure 31 : Gain de Casquette en % de 2014.....	57
Figure 32 : Histogramme de comparaison entre chronométrage de 2013 et 2014 projets Accoudoir.....	57
Figure 33 : Gain d'Accoudoir en % de 2014	57
Figure 34 : Pareto des défauts trouvés sur les pièces contrôlés venue des postes goulots Casquette.....	60
Figure 35 : Pareto des défauts sur les pièces contrôlées venue des postes goulots Accoudoir	64
Figure 36 : Les relevés de température des séchoirs en °C.....	74
Figure 37 : Machine de posage réalisé sur CATIA V5	82
Figure 38 : Résultats de la méthode des antériorités améliorée	85
Figure 39 : Diagramme spaghetti des déplacements futur des pièces.	86
Figure 40 : Différents déplacements de pièce accoudoir sur terrain.....	86
Figure 41 : Différents déplacements de pièce Accoudoir sur terrain	87
Figure 42 : Diagramme Bête à corne.....	88
Figure 43 : Diagramme Pieuvre	89
Figure 44 : Actigramme de la machine de posage	89
Figure 45 : Diagramme F.A.S.T de machine de posage	90
Figure 47 : Abaque de choix du diamètre d'une ventouse	93
Figure 50 : Machine de posage	99
Figure 51 : Machine de rembordement	100

Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des produits Polydesign	19
Tableau 2 : Ressource logiciels du projet	25
Tableau 3 : Description de la problématique étudié via l'outil QQOQCP	27
Tableau 4 : Etude de SMART du projet	29
Tableau 5 : Analyse d'écoute la voix du client	30
Tableau 6 : Grille de cotation de fréquence	31
Tableau 7 : Grille de cotation de gravité	31
Tableau 8 : Diagramme SIPOC projet : Casquette	32
Tableau 9 : Diagramme SIPOC projet Accoudoir	33
Tableau 10 : Calcul des temps moyens de projet Casquette	41
Tableau 11 : Calcul des temps moyens de projet Accoudoir	42
Tableau 12 : Calcul des temps de cycle des postes de la zone de gainage : Casquette	42
Tableau 13 : Calcul des temps de cycle des postes de la zone de gainage : Accoudoir	43
Tableau 14 : Décision de la chrono-analyse poste encollage de Casquette	49
Tableau 15 : Décision de la chrono-analyse poste posage et rembordement de Casquette	49
Tableau 16 : Décision de la chrono-analyse poste posage et rembordement d'Accoudoir	50
Tableau 17 : Temps actuel des déplacements par pièces de projet Casquette	52
Tableau 18 : Temps actuel des déplacements par pièces de projet Accoudoir	52
Tableau 19 : Gain de Quick Wins de projet Casquette	54
Tableau 20 : Gain de Quick Wins de projet Accoudoir	54
Tableau 21 : Etude des mudas trouvés par la chasse au gaspis au projet de Casquette	58
Tableau 22 : Etude des mudas trouvés par la chasse au gaspis au projet d'Accoudoir	58
Tableau 23 : Analyse de 1 ^{er} mudas erreurs / défaut de projet Casquette	58
Tableau 24 : Analyse de 2 ^{eme} mudas erreurs / défaut de projet Casquette	59
Tableau 25 : Analyse de 3 ^{eme} mudas erreurs / défaut de projet Casquette	59
Tableau 26 : Les Défauts trouvés sur les pièces contrôlées venue des postes goulots Casquette	59
Tableau 27 : Différents temps de réparation des défauts dans les postes goulots	60
Tableau 28 : Les causes des défauts chronométré au tableau précédent	60
Tableau 29 : Support d'encollage de cuir Casquette	61
Tableau 30 : Analyse de 5 ^{eme} mudas erreurs / défaut de projet Casquette	61
Tableau 31 : Analyse de 1 ^{er} mudas surprocessing de projet Casquette	61
Tableau 32 : Analyse de 2 ^{eme} mudas surprocessing de projet Casquette	61
Tableau 33 : Analyse de 3 ^{eme} mudas surprocessing de projet Casquette	61
Tableau 34 : Analyse de 1 ^{er} mudas déplacement de projet Casquette	62
Tableau 35 : Analyse de 2 ^{eme} mudas déplacement de projet Casquette	62
Tableau 36 : Analyse de 3 ^{eme} mudas déplacement de projet Casquette	62
Tableau 37 : Analyse de 4 ^{eme} mudas déplacement de projet Casquette	62
Tableau 38 : Analyse de 1 ^{er} mudas temps d'attente de projet Casquette	62
Tableau 39 : Analyse de 2 ^{eme} mudas temps d'attente de projet Casquette	62
Tableau 40 : Analyse de 1 ^{er} mudas erreurs / défaut de projet Casquette	63
Tableau 41 : Analyse de 2 ^{eme} mudas erreurs / défaut de projet Casquette	63
Tableau 42 : Analyse de 3 ^{eme} mudas erreurs / défaut de projet Casquette	63
Tableau 43 : Les Défauts trouvés sur les pièces contrôlées venue des postes goulots Accoudoir	63
Tableau 44 : Différents temps de réparation des défauts dans les postes goulots Casquette	64

Tableau 45 : Support d'encollage de Tep/Cuir d'Accoudoir	64
Tableau 46 : Analyse de 1 ^{er} mudas surprocessing de projet Casquette.....	64
Tableau 47 : Analyse de 2 ^{eme} mudas surprocessing de projet Casquette	64
Tableau 48 : Analyse de 1 ^{er} mudas déplacement de projet Casquette.....	65
Tableau 49 : Analyse de 2 ^{eme} mudas déplacement de projet Casquette	65
Tableau 50 : Analyse de 1 ^{er} mudas temps d'attente de projet Casquette.....	65
Tableau 51 : Analyse de 2 ^{eme} mudas temps d'attente de projet Casquette	65
Tableau 52 : Analyse de 3 ^{eme} mudas temps d'attente de projet Casquette	65
Tableau 53 : Analyse de 4 ^{eme} mudas temps d'attente de projet Casquette	65
Tableau 54 : Décision de la chrono-analyse poste encollage de Casquette	66
Tableau 55 : Décision de la chrono-analyse poste posage et rembordement Casquette	67
Tableau 56 : Décision de la chrono-analyse postes posage et rembordement Accoudoir.....	67
Tableau 57 : Décision de la chrono-analyse poste encollage de Casquette	73
Tableau 58 : Les relevées de température effectué sur 3 séchoirs en marche.....	74
Tableau 60 : Décision de la chrono-analyse poste posage et rembordement Casquette	75
Tableau 61 : Décision de la chrono-analyse postes posage et rembordement Accoudoir.....	75
Tableau 62 : Système à la carte.....	76
Tableau 63 : Quantification du trafic.....	83
Tableau 64 : Antériorité des postes.	84
Tableau 65 : Temps Future des déplacements par pièces de projet Casquette	86
Tableau 66: Temps Future des déplacements par pièces de projet Accoudoir	87
Tableau 67 : Comparaison des indicateurs de performance projet Casquette	87
Tableau 68: Comparaison des indicateurs de performance projet Accoudoir	87
Tableau 69 : Fonction principale et les contraintes de diagramme Pieuvre	89
Tableau 70 : Technique d'analyse fonctionnelle et systématique	90
Tableau 71 : Caractéristique du Vérin.....	92
Tableau 72 : Liste des dépenses du projet	93
Tableau 77 : Temps gagné après les améliorations proposées projet Casquette.....	96
Tableau 78 : Temps gagné après les améliorations proposées projet Accoudoir.....	97
Tableau 79 : Gain de la machine de Posage	98
Tableau 80: les temps planifié2013, temps trouvé par chronométrage et le temps futur	99
Tableau 81: les temps planifié2013, temps trouvé par chronométrage et le temps futur	100
Tableau 82 : Gain de la machine de Rembordement.....	100

Introduction

La concurrence actuelle engagée entre les principales firmes résulte en premier lieu des investissements que chacune d'entre elle peut engager pour l'établissement d'un réseau commercial mondial.

Etant inscrit dans ce même environnement. Polydesign le composant de groupe EXCO technologies Limites le leader mondial dans l'équipementier automobile, elle s'est focalisée sur la réduction de temps de production vue le temps de la concurrence, et l'amélioration de la qualité des produits.

Ce rapport présente le travail que nous avons réalisé durant la période du stage au sein de la société Polydesign. Ce qui m'a permis de mettre en pratique une nouvelle étude d'amélioration continue en appliquant la démarche Lean Manufacturing à long terme avec des résultats immédiats et concrets.

Au cœur du Lean Manufacturing se trouve l'amélioration continue, qui est basée sur l'utilisation du démarche DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler) ou du PDCA (Plan, Do, Check, Act).

Ce rapport s'articule autour de sept chapitres :

- le premier chapitre s'articule sur **la présentation globale de la zone d'étude**, le terrain gainage B8, projet accoudoir et casquette, dans lequel notre projet est réalisé ;
- le deuxième chapitre, nous présentons **le cadre conceptuel, méthodologie et outil du projet** en déterminant le contexte pédagogique et intérêt du projet et la démarche Lean Manufacturing ;
- le troisième chapitre commence à introduire la première phase de la démarche **DMAIC** à savoir **définir** ;
- le quatrième chapitre, nous avons présenté la **mesure** de l'état actuel du projet par la collecte des données et des solutions Quick Wins ;
- le cinquième chapitre, s'articule autour de l'**analyse** de chaque Mudas trouvé ;
- concernant le sixième chapitre, c'est la phase de notre contribution d'**innovation** du projet ;
- le dernier chapitre, présente **le contrôle** du gain de temps ainsi que le gain financier ;

Une conclusion générale achèvera notre rapport.

Chapitre 1:

Présentation de la société

Chapitre 1 : Présentation de la société

I. Présentation du groupe EXCO technologies limited

Introduction

Le groupe EXCO Technologies Limited a été créé il y'a 50ans, c'est un fournisseur mondial de technologies innovantes dans le domaine de moulage, d'extrusion et d'industrie automobile.

A travers 11 emplacements stratégiques (figure 1) dans le monde et le savoir-faire de 2200 employées EXCO Technologies Limited a pu développer une clientèle diversifiée, large et une grande notoriété.

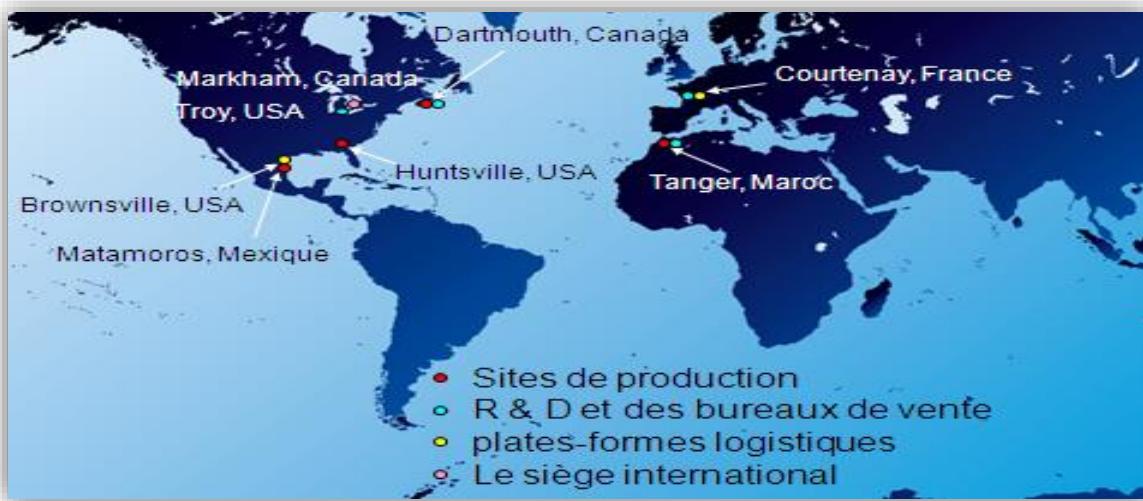


Figure 1 : groupe EXCO Technologies Limited dans le monde

Le groupe « EXCO TECHNOLOGIES LIMITED », le leader mondial dans l'équipementier automobile est composé de trois divisions (voir figure 2), ces derniers sont : Automotive solution, Extrusion tooling solutions, Die cast solutions. Nous avons décrire la division d'Automotive Solution où se trouve la filiale de Polydesign.



Figure 2: divisions de « EXCO TECHNOLOGIES LIMITED»

La division « EXCO AUTOMOTIVE SOLUTIONS » comporte à son tour 3 filiales (voir figure 3), qui sont : Polytech, Polydesign Systems, NeoCon.

- **Polydesign Systems:** développe et fabrique des produits en injection plastique, tissage, couture et assemblage.
- **NeoCon:** spécialisée dans le développement et la fabrication des produits plastiques en thermoformage pour l'aménagement des coffres de voitures.
- **Polytech:** fabrique aussi des produits d'injection plastique et de tissage.

Les produits de Polydesign Systems sont destinés à couvrir le besoin des clients européens tandis que ceux de NeoCon et Polytech alimente le marché américain.

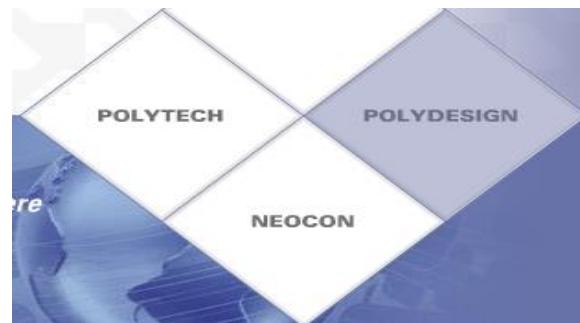


Figure 3: les filiales de «EXCO AUTOMOTIVE SOLUTIONS »

La société **Polydesign Systems** fait partie de la division "automotive solutions" (voir figure 4), cette filiale, où je me suis engagé, se trouve à Tanger, Maroc.

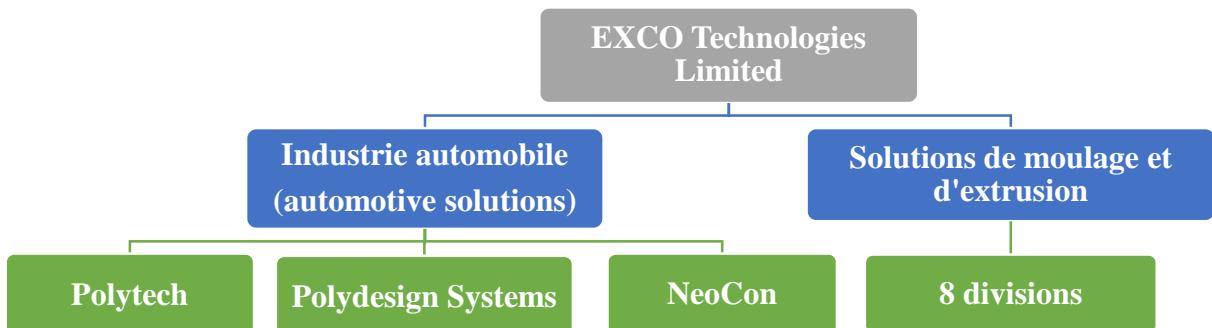


Figure 4 : place de Polydesign dans le groupe EXCO Technologies Limited

II. Présentation de Polydesign Systems

II.1. Introduction

La société Polydesign Systems a démarré son activité en septembre 2001, elle a été créée par la société américaine Polytech afin de répondre aux besoins du marché européen et asiatique et permettre donc à la société Poytech de concentrer ses efforts sur le marché américain.

En 2006, la société Polytech et donc Polydesign Systems a été rachetée par le groupe canadien EXCO Technologies Limited. Elle a connu une évolution régulière jusqu'à ce jour, en développant surtout son système de production.

Dans le cadre des certifications, elle est certifiée ISO TS 16949 depuis novembre 2002. Ainsi, elle est la quatrième société au Maroc à avoir obtenu ce certificat qui est réservé au secteur automobile.

Elle s'est alignée également sur les normes internationales du management de l'environnement en se faisant certifier ISO 14001:2004 en janvier 2004.

Dans un contexte caractérisé par une concurrence féroce, Polydesign Systems s'est peu à peu imposé au point de revendiquer aujourd'hui une place largement méritée au sein de l'élite mondiale des fournisseurs de garnitures automobiles. Sa grande rigueur et la qualité de ses produits lui ont permis d'acquérir la confiance et le respect d'une clientèle privilégiée. Elle fut le premier fournisseur sur le continent africain à avoir obtenu le certificat Q1 de Ford Motors Company.

II.2. Fiche signalétique

La figure 5 présente des informations générales sur la société Polydesign Systems.

- **directeur général** : Julianne Marie FURMAN
- **date de création** : Septembre 2001
- **statut de la société** : S.A.R.L
- **capital social** : 21.000.000 \$
- **adresse** : Polydesign Systems lot 18 b Zone Franche Boukhalef, Tanger.
- **tel/ Fax** : 0539 39 94 00/ 0539 39 35 24
- **superficie** : 16000m²s
- **effectif** : 700 Personnes

Figure 5 : fiche signalétique de Polydesign Systems

II.3. Clients de Polydesign Systems

Les principaux clients de Polydesign Systems sont :

- BMW
- TOYOTA
- NISSAN
- MITSUBISHI
- Mercedes – Benz
- Renault
- PEUGEOT
- CITROËN
- OPEL
- FIAT
- LAND ROVER
- AUDI
- MAZDA
- KIA MOTORS
- SUZUKI
- VOLVO
- VOKSWAGEN
- SUBARLI
- PORCHE
- Ford
- HYUNDAI

II.4. Organigramme de l'accueil :

! Vous trouverez l'organigramme d'accueil à l'annexe 1

II.5. Activités de l'usine

L'entreprise a démarré son activité par la production de filets pour les voitures. Ensuite, elle s'est spécialisée dans la fabrication des garnitures automobile à base de textile et de plastique. Actuellement le site de production est réparti suivant 4 fonctions :

■ **Coupe :**

Cette zone repose sur des machines automatiques qui coupent des pièces dans un matelas suivant un tracé. Ce tracé définit l'ensemble des pièces entreposées de façon à recouvrir entièrement le tissu à couper. Après la coupe, ses pièces sont ramassées par des opérateurs en vue d'alimenter la zone du "Work-Cells" pour la suite du processus de production.

■ **Work-Cells:**

Egalement appelées « ***cellules de fabrication*** », Work-Cells sont un ensemble de cellules dans lesquelles est fait l'assemblage des produits semi-finis. Chacune de ces unités de fabrications se compose d'un nombre limité d'opérateurs, qui disposent d'outil (*Exemple : machine à coudre, presse, machine de coupe, etc....*) pour l'exécution d'une tâche bien précise. Il est à noter que chaque cellule de travail peut faire l'assemblage de plusieurs produits.

■ **Machinery:**

Dans la zone Machinery les articles suivants sont produits : la maille (étoffe constituée par l'entrelacement des boucles de fils appelées maille), la bande tissée (étoffe constituée par l'entrecroisement perpendiculaire des ensembles de fils), le bungee (fil élastique), le fil guipé (fil constitué de 2 fils et un élastique, les deux fils sont enroulés autour de l'élastique, pour constituer une sorte de fil élastique). La production étant automatique, le conducteur de la machine la supervise en s'occupant des réglages de l'enfilage machine et du contrôle de la conformité des produits.

■ **Injection plastique**

Equipé de cinq presses d'injection fabriquant une multitude de pièces en plastique (figure 7). L'atelier fabrique deux grandes familles de produits :

- Les produits semi finis destinés aux autres zones de productions de l'entreprise telles que le "work-cell".
- Les produits finis destinés à la satisfaction des besoins des clients dans le secteur automobile. Ainsi, une fois fabriqués à l'atelier ces produits sont acheminés vers les clients.

1.1. produits de Polydesign Systems :

Polydesign Systems fabrique une multitude de produits destinés au secteur automobile. Elle a réussi grâce à une large diversification des gammes de produits (figure 8) à attirer des clients importants et à occuper une place de leader mondiale.

- 1- les appuis têtes
- 2- les mailles de sécurité
- 3- les coiffes
- 4- les volants et les accoudoirs



Figure 8 : les différents emplacements des produits fabriqués au Polydesign Systems

Nous exposerons quelques produits :

- ✚ **les mailles de sécurité** : Ce sont les filets de retenus de bagage.



Figure 9 : les différentes mailles de sécurité produites au Polydesign Systems

- ✚ **coiffe de siège et appui tête** :

Fabriqués à base de tissus ou semi-cuir, après découpage au niveau de l'atelier de coupe et un contrôle rigoureux des dimensions de chaque constituant, les parties qui composent les coiffes de siège et l'appui-tête passent au "Work-Cell" pour un assemblage final.



Figure 10 : coiffe de siège et appuis têtes

✚ **les couvrants du levier de vitesse :**

Fabriqués à base de l'assemblage d'un cardé soit en matière plastique simple ou chromé livré par une usine de la Tunisie et d'un couvrant en semi-cuir.



Figure 11 : couvrant du levier de vitesse

✚ **les volants :** l'entreprise intervient seulement au niveau du gainage des volants comme il est indiqué dans la figure 12.



Figure 12 : les produits des volants

✚ **les panneaux de porte :**

Fabriqués à base de matériaux synthétiques, notamment les composés thermoplastiques dans la figure 13.



Figure 13 : les différents panneaux de porte

Dans le tableau 1, nous avons rassemblés les produits essentiels fabriqués par Polydesign Tanger

Articles	Description	Aperçu
Nets	les mailles de sécurité sont les filets de retenus de bagage	
Appui tête / coiffe de siège	à base de tissus ou semi-cuir	
Volants	à base du cuir, on procède au gainage des volants	
Casquette B8	à base du cuir	
Accoudoir B8	à base du cuir	
Accoudoir W2	à base du cuir	
boots	les couvrants du levier de vitesse	
Les panneaux de porte	à base de matériaux synthétiques, notamment les composés thermoplastiques.	
Les pare-soleils	à base du Cuir, Alstone, ou Morzine.	

Tableau 1 : récapitulatif des produits Polydesign

*Chapitre 2 :
Cadre conceptuel, méthodologie et
outils du projet*

Chapitre 2 : Cadre conceptuel, méthodologie et outils du projet

Introduction :

Le cadre conceptuel du projet définit les acteurs du projet ainsi que le besoin exprimé.

La méthodologie de l'étude de diminution de toute forme de gaspillage est une étude qui se déroule périodiquement. Celle-ci vise à déterminer à chaque fois les causes réelles de défaillance, soit sur le produit fini ou soit sur le processus de fabrication, de les remonter au niveau de l'équipe afin de lancer des actions correctives.

I. Contexte pédagogique et intérêt du projet

I.1.1 Cahier de charge

i. Les acteurs du projet

a. Maitre d'ouvrage

Le maitre d'ouvrage est la société POLYDESIGN System Morocco, qui développe et fabrique des produits en injection plastique, tissage, couture et assemblage du groupe **EXCO AUTOMOTIVE SOLUTION**.

b. Maitre d'œuvre

Le maitre d'œuvre est la Faculté des Sciences et Techniques de Fès FSTF, représentée par l'étudiante MAATOUGUI Hanae, 2^{ème} année Master Génie Industriel.

∅ **tuteur pédagogique** : M. ENNADI Abdelali

∅ **tuteur au sein de POLYDESIGN** : M. BENTAGER Chafiq

c. Contexte global du thème

Ce projet est un prérequis d'obtention de notre diplôme de Master en Génie Industriel en liant entre ce que nous avons appris au cours de mes études à la faculté d'une part et ce que nous avons appris au domaine de travail d'autre part. L'acquisition des compétences techniques nous permettent de résoudre des problèmes réels dans le domaine professionnel.

d. Objet du projet

Notre objet du projet s'articule sur l'application de la Lean Manufacturing pour optimiser du temps de processus dans la zone de gainage, en éliminant tout type de gaspillage au sein de processus de production projet B8 pour avoir un temps convenable ainsi qu'une meilleure qualité, moins de dommages et d'obsolescence, et une plus grande flexibilité grâce à une organisation autour de processus du projet B8: Casquette et Accoudoir.

e. Besoin exprimé

Afin d'assurer la qualité au sein de la société, il est nécessaire de savoir tout ce qui concerne la qualité des processus de production: temps de production, qualité du produit, quantité demandée.

Notre mission au sein du processus activité gainage étant l'optimisation du temps de ce processus dans le cadre du projet B8 qui concerne la production des Casquettes et des Accoudoirs.

En effet, le temps planifié de production depuis l'année 2013 était 32 minutes et 22 minutes pour la casquette et l'accoudoir respectivement.

Conscient de la présence des opérations de non-valeur ajoutée dans le projet, les responsables de la société m'ont chargé de préciser l'origine de ces opérations et d'essayer d'optimiser les temps de production.

L'objectif fixé est de 17 minutes pour la production du Casquette et 16 minutes pour celle de l'accoudoir, ces objectifs ont été fixés par la directrice générale de l'ingénierie en ajoutant que les concurrents ont arrivés à atteindre ces objectifs de ces deux produits.

Pour arriver à ces objectifs, l'entreprise a décidé d'adopter une démarche basée sur le concept du Lean Manufacturing de façon à éliminer tout type de gaspillage et activités à non valeurs ajoutées susceptible d'affecter les performances des systèmes de production.

Le maître d'ouvrage m'a demandé de révéler les causes cruciales, d'appliquer la méthode afin de déceler la possibilité d'optimiser le temps de production et proposer un plan d'action à standardiser sur l'ensemble de la zone.

f. Contraintes du projet

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

♦ **contraintes pédagogiques :**

- appliquer les techniques et méthodes de gestion de projet.
- apprendre à être autonome dans la réalisation d'un projet.
- acquérir de nouvelles connaissances techniques et cerner le processus de production au sein de l'entreprise.

♦ **contraintes temporelles :**

- le travail final doit être rendu avant la date de la présentation finale.

♦ **les contraintes de réalisation :**

- disponibilité d'un historique de données non fiables.

I.1.2 Planning de travail

II. Intégration à la société

Pour atteindre les objectifs fixés, notre équipe a suivi les étapes suivantes représentées par le diagramme de Gantt. Ce dernier a joué le rôle de fil conducteur tout au long du projet. Il nous a permis de définir les tâches principales, d'ajuster les dérives et de maîtriser la gestion du temps alloué pour la réalisation du projet. Il était également une base de communication avec les acteurs du projet.

! Vous trouverez le diagramme GANTT à l'annexe 2

I. Définition de Lean Manufacturing :

La Production à Valeur Ajoutée (PVA) ou Lean Manufacturing

Le concept de Lean Manufacturing est né dans les ateliers de Toyota, après la seconde guerre mondiale, sous l'impulsion de Kiichiro Toyoda, président de Toyota Motor Company, qui déclara : « Il faut rattraper l'Amérique en trois ans, sinon l'industrie automobile japonaise ne survivra pas. » Les différences entre les marchés et les constructeurs automobiles américains et japonais étaient telles que Toyota devait obligatoirement innover pour survivre.

Les ingénieurs de Toyota vont alors revisiter de manière critique les ateliers et se rendre compte que les opérations sont à envisager par processus et non plus par type d'activité (tournage, perçage, fraisage, etc.) et que ceux-ci comportent énormément de gaspillage. Au fil de leurs observations, ils en définissent sept types génériques :

1. gaspillages provenant de la surproduction.
2. gaspillages provenant des temps d'attente.
3. gaspillages occasionnés par les transports.
4. gaspillages dus aux stocks inutiles.
5. gaspillages dans les processus de fabrication.
6. gaspillages dus aux mouvements inutiles.
7. gaspillages dus aux pièces défectueuses.

En stipulant que les pertes dues aux gaspillages sont des bénéfices potentiels, il faut s'attacher à les éliminer. De cette volonté et de ces constats sont nées, ou re-nées, la plupart des méthodes dites japonaises.

La mise en œuvre des outils du Lean Manufacturing nécessite la participation et l'implication des personnels opérationnels, car c'est sur le terrain que se détermine en grande partie la performance.

Les acteurs savent le mieux quels sont les problèmes du quotidien et quelles mesures peuvent les résoudre et éviter qu'ils surviennent à nouveau.

En vue d'assurer cette analyse, nous avons opté pour la méthode Lean Manufacturing qui nous permet d'évaluer de façon statistique les performances d'un processus et de décider de régler si nécessaire les caractéristiques des produits stables et conformes aux spécifications retenues.

Une démarche Lean implique aussi d'adapter les outils et de planifier leur utilisation dans le temps en fonction du contexte. Au cœur du Lean Manufacturing se trouve l'amélioration continue, qui est basée sur l'utilisation du D.M.A.I.C ou du P.D.C.A. Il s'agit donc d'une démarche au long terme, recherchant des résultats rapides, concrets et pérennes.

II. Définition de D.M.A.I.C :

Le modèle DMAIC est une approche structurée et 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, Analyse, Improve, Control.

! Vous trouverez la définition de DMAIC à l'annexe 3

III. 5 Pourquoi (5 Whys) :

- Outil de résolution de problèmes, en se demandant pourquoi le problème est survenu.
- Puis, pourquoi cette cause est survenue.
- Répétez le processus 5 fois, jusqu'à découvrir la « cause racine », la cause principale d'origine du problème.
- Permet de séparer les symptômes, des vrais causes racines, ou potentielles d'un problème.

IV. Méthode ABC ou Pareto :

Méthode ABC ou le diagramme Pareto, est un outil graphique d'analyse, de communication et de prise de décision très efficace.

L'intérêt du diagramme de Pareto est de montrer que dans un premier temps il est plus « payant » d'attaquer les trois ou quatre premières causes de défauts, plutôt que de chercher à élucider des causes qui n'apparaissent que rarement.

V. Diagramme Causes/ Effet :

Les premiers diagrammes causes/effet ont été développés par le professeur Kaoru Ishikawa en 1943. Ce type de diagramme est de ce fait également appelé, diagramme d'Ishikawa ou diagramme en arrêtes de poisson (figure 14). Un diagramme causes/effet peut être utilisé pour :

- Structurer une recherche de causes ;

- Comprendre un phénomène, un processus, par exemple les étapes de recherche de panne sur un équipement, en fonction d'un ou plusieurs symptômes ;
- Analyser un défaut en remontant l'arborescence des causes probables pour identifier la cause racine ;
- Identifier l'ensemble des causes d'un problème et sélectionner celles qui feront l'objet d'une analyse poussée, afin de trouver des solutions ;
- Servir de support de communication et de formation.
- Enfin, il peut être vu comme une base de gestion des connaissances.

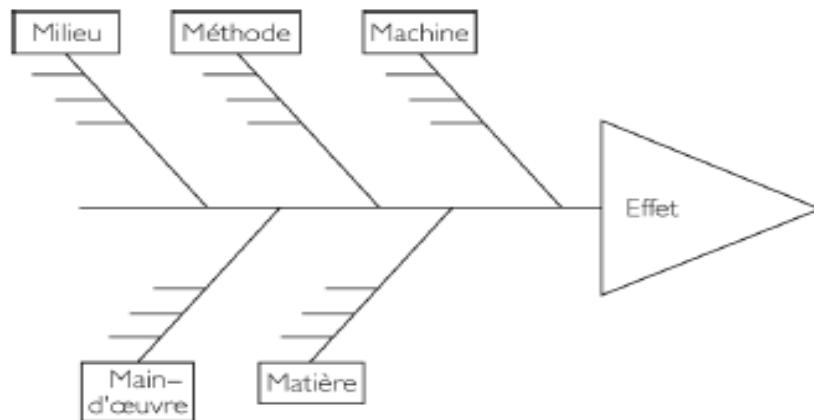


Figure 14 : diagramme de poisson ou ishikawa

Concernant les logiciels utilisés dans ce projet sont cité dans le tableau 2.

Les outils utilisés	But d'utilisation
Catia V5 R20	Dessin des matériels, machine et représentation réel du Lay-Out
Edraw Max	Représentation des méthodes Ishikawa, Pareto et VSM
MS Project	Mise en place du diagramme de GANTT Project
MS Power Point	Présentation de l'état d'avancement et la soutenance
MS Excel	Représentation de Lay-Out
MS Word	Rédaction du rapport

Tableau 2 : ressource logiciels du projet

Conclusion :

Afin de répondre à la problématique énoncée, nous avons évoqué dans ce chapitre les principes de la méthodologie du travail adoptée Lean Manufacturing. Ensuite, nous avons détaillée les étapes à suivre de cette démarche.

Nous avons, par la suite, entamé la démarche pour bien définir le contexte du projet.

*Chapitre 3 :
Phase de Définition de la démarche
DMAIC*

Chapitre 3 : Phase de définition de la démarche DMAIC

Objectif : Ce chapitre permet de définir le périmètre et le jalonnement du projet, les objectifs du projet, les acteurs du projet, le processus du projet et les ressources nécessaire pour commencer notre étude.

Introduction :

Dans cette première étape de la méthodologie DMAIC, nous avons mis en place un algorithme à suivre pour définir le problème :

- ❖ définir le projet: QQOQCP, Charte de projet
- ❖ définir les objectifs du projet : méthode SMART et diagramme de KANO
- ❖ écoute la voix de Client: Voix de Client & CTQ
- ❖ analyse les risques: Analyse des risques projet
- ❖ organigramme de deux projets

I. Définir le projet :

I.1. L'outil QOQCP :

Lancer l'équipe projet: dans le but de décrire d'une manière structurée notre situation problématique, nous avons utilisé les principales questions - réponses de l'outil QOQCP décrit dans le tableau 3.

Données d'entrée :	Temps actuel élevé et gaspillages de temps
Qui ? Qui est concerné par le problème ?	Les départements de POYDESIGN : Ingénierie, Qualité et la Production
Quoi ? C'est quoi le problème ?	Optimisation de temps dans la zone de gainage par Lean Manufacturing
Où ? Où le problème ait lieu ?	Dans la zone de gainage : Projet B8
Quand ? Quand apparaît le problème ?	Lors de calcule de temps de production planifié
Comment ? Comment mesurer le problème et ses solutions ?	<ul style="list-style-type: none"> -Etude les gaspillages dans le flux de production -Etablir des chronométrages sur le flux de production -basé sur démarche Lean sigma suivant les étapes de DMAIC
Pourquoi ? Pourquoi faut-il résoudre ce problème ?	<ul style="list-style-type: none"> -Optimiser le temps -Travail sans erreur -Améliorer la productivité
Données de sortie	Temps réduit et gaspillages éliminé

Tableau 3 : description de la problématique étudié via l'outil QOQCP

Des réponses plus détaillés aux questions QQOQCP sont formulés dans ce qui suit :

Qui ? Qui est concerné par le problème ?

La zone de gainage connaît une augmentation dans le temps de production et n'atteint pas l'objectif fixé par les responsables.

Ce problème importe l'ensemble des départements de la société POLYDESIGN tout particulièrement ceux de Ingénierie, Qualité et la Production.

∅ Quoi ? C'est quoi le problème ?

Dans la zone de gainage B8, le poste de rembordement reste la dernière étape pour le cycle se complète et les produits finaux s'emballent et passent à l'expédition. Cependant, nous avons un temps de fabrication très élevé par rapport au temps planifié dues aux plusieurs causes de gaspillages au cours de production.

∅ Où ? Où apparaît le problème ?

Au niveau des postes de travail et parfois dès l'arrivée des matériels au stock.

∅ Quand ? Quand est-ce qu'apparaît le problème ?

Lors de calcul de temps de production planifié.

∅ Comment ? Comment mesurer le problème et ses solutions ?

Etudier les gaspillages dans le flux de production et établir des chronométrages sur chaque poste de production enfin on trouvera l'écart entre le temps planifié et le temps réel mesuré, toute en basant sur la démarche D.M.A.I.C.

∅ Pourquoi ? Pourquoi il faut résoudre ce problème ?

Optimiser le temps, satisfaire le client et produire de la qualité afin de retrouver une solution sur le poste de travail efficace en évitant le retard de livraison et en améliorant la productivité.

I.2. La Charte du projet :

Dans une approche récapitulative, nous avons matérialisé l'ensemble des éléments de la phase « Définir » sous forme d'une fiche intitulée charte de projet où on trouve :

- la définition du problème ;
- l'identification des caractéristiques critiques pour les clients ;
- la mise en évidence de l'état actuel et de l'état souhaité ;
- la définition du groupe de travail et l'engagement des principaux acteurs.

! Vous trouverez la charte du projet à l'annexe 4

II. Définir les objectifs du projet :

La définition d'objectif est un outil très populaire dans tout processus visant à un changement de comportement. Pour que l'objectif du projet soit efficace, il doit être SMART (Spécifique, Mesurable, Atteignable, Réaliste, Temporel (à temps précis)).

Le tableau 4 peut aussi vous aider à établir la formulation objective S.M.A.R.T :

II.1. Tableau S.M.A.R.T

Spécifique	L'objectif décrit précisément ce qui doit avoir changé chez qui, et en quoi cela doit avoir changé. Le fait d'être spécifique nous aide à concentrer nos efforts et décrire clairement ce que nous allons faire.
Mesurable	Il sera possible de juger objectivement l'atteinte de l'objectif. Pour cela il faut généralement fixer des indicateurs, ici nous avons indicateur du temps à atteindre Si vous ne pouvez pas le mesurer, vous ne pouvez pas le gérer.
Atteignable	Lorsque vous identifiez les objectifs qui sont les plus importants pour vous, vous commencez à penser à des façons de les réaliser.
Réaliste	Un objectif réaliste peut améliorer les habiletés et les connaissances de ceux avec qui l'on travaille mais cela ne devrait pas les démolir
Temporel	Donnez un temps précis pour atteindre vos objectifs Le temps doit être mesurable, atteignable et réaliste.

Tableau 4 : étude de SMART du projet

Notre objectif se résume sur : réduction de temps de fabrication en éliminant tous les gaspillages qui engendrent des opérations à non-valeur ajouté.

II.2. Diagramme de KANO

L'obligation d'innover a été mise en évidence de manière étonnante par Noriako Kano, un professeur japonais. Il définit trois types d'innovation (cité dans la figure 15), dans un produit ou service.

Le premier, appelé « décisif », est excitant, tellement il est innovateur, et incite le client à acheter, ceci en dépit d'un prix élevé. « C'est trop beau ; il faut que j'en aie un ! » Inversement, l'absence de cette caractéristique innovante n'est pas remarquée, parce qu'elle était inconnue au client auparavant. Sa satisfaction ne descend pas en dessous de zéro.



Figure 15 : évolution d'attributs d'innovation

Le deuxième, appelé « exprimé », arrive lorsque les concurrents constatent la réussite et copient l'innovation. L'achat par le client, dépend d'une comparaison entre le degré de réalisation de la caractéristique parmi les produits de tous les fabricants. « Je veux trouver le meilleur rapport qualité/prix.

Le troisième, appelé « implicite », est une dégénération créée par le passage du temps et par une trop grande familiarité : le client prend l'attribut comme donné. Face à cette dégradation inéluctable de l'innovation dans le temps, l'entreprise est obligée d'innover à un rythme régulier. Pour cela, obtenir la Voix du Client est essentiel.

III. Ecoute la voix du client :

III.1. Ecoute la voix du client & CTQ

La définition de la voix du client est une étape cruciale dans une démarche Lean Manufacturing. Elle consiste à lister les attentes des clients et identifier les limites et les contraintes du projet.

Ainsi, un diagramme CTQ a été élaboré (tableau 5). Il a pour objectif de décomposer le besoin du client en exigences (qualité, cout, délais) qui doivent pouvoir être mises en face de caractéristiques que l'on sait évaluer par une mesure.

Client	Besoins	Exigences	CTQ	Spécification
Client externe	produits à l'heure	produits à l'heure et en bonne qualité	-	-
	pièces conformes aux exigences qualité	aspect visuel	inspection visuelle satisfaisante	-
		propreté	-	-
		qualité de la documentation	standards qualité	100%
Client interne	respect des coûts de production	coûts direct	temps passé	temps actuel = 31 min pour casquette et 22,5 min pour accoudoir
			temps objectif	♦ 15,5 à 17 minutes pour Casquette ♦ 15 à 16 minutes pour Accoudoir

Tableau 5 : analyse d'écoute la voix du client

IV. Analyse des risques :

IV.1. Analyse des risques des projets par la méthode AMDEC :

Généralité:

Principe : L'AMDEC est une méthode de réflexion créative qui repose essentiellement sur la décomposition systématique d'équipement en éléments simples jusqu'au niveau des composants les plus élémentaires. Cela consiste à faire une analyse systématique et exhaustive des défauts possibles de chacun de ces éléments, et de les hiérarchiser par le biais de leur criticité à travers :

- la fréquence d'apparition des défaillances appelée aussi probabilité d'occurrence (tableau 6) ;
- la gravité des conséquences ou gravité des effets (tableau 7) ;

$$\text{Criticité C} = \text{Fréquence F} \times \text{Gravité G}$$

L'AMDEC Projet est utilisé pour étudier en détail la phase de conception d'un projet et valider la conception de projet en s'assurant que toutes les fonctions du cahier des charges seront respectées et réalisées de manière conforme.

Indice de fréquence F	
1	pratiquement inexistant
2	rarement apparue
3	occasionnellement apparue
4	fréquemment apparue

Tableau 6 : grille de cotation de fréquence

Indice de gravité	
1	risque mineure de non déroulement du projet
2	influence moyenne
3	influence critique
4	influence très critique
5	catastrophique : risque de blocage du projet

Tableau 7 : grille de cotation de gravité

! Vous trouverez le diagramme AMDEC à l'annexe 5

V. Organigramme de deux projets :

Le diagramme SIPOC (Supplier : Fournisseur, Input : Entrée, Process : Processus, Out put : Sorties, Customer : Clients) est un outil de visualisation détaillé qui permet de décrire la démarche du processus depuis l'intégration d'une entrée jusqu'à la génération d'une sortie vers le client. La réalisation de ce diagramme nécessite la bonne compréhension des différents processus, c'est pourquoi nous l'avons réalisé en présence de plusieurs opérateurs, et il a été validé par le responsable de production.

Les tableaux qui suivent (tableau 8 et 9) présentent le travail réalisé, pour le projet casquette :

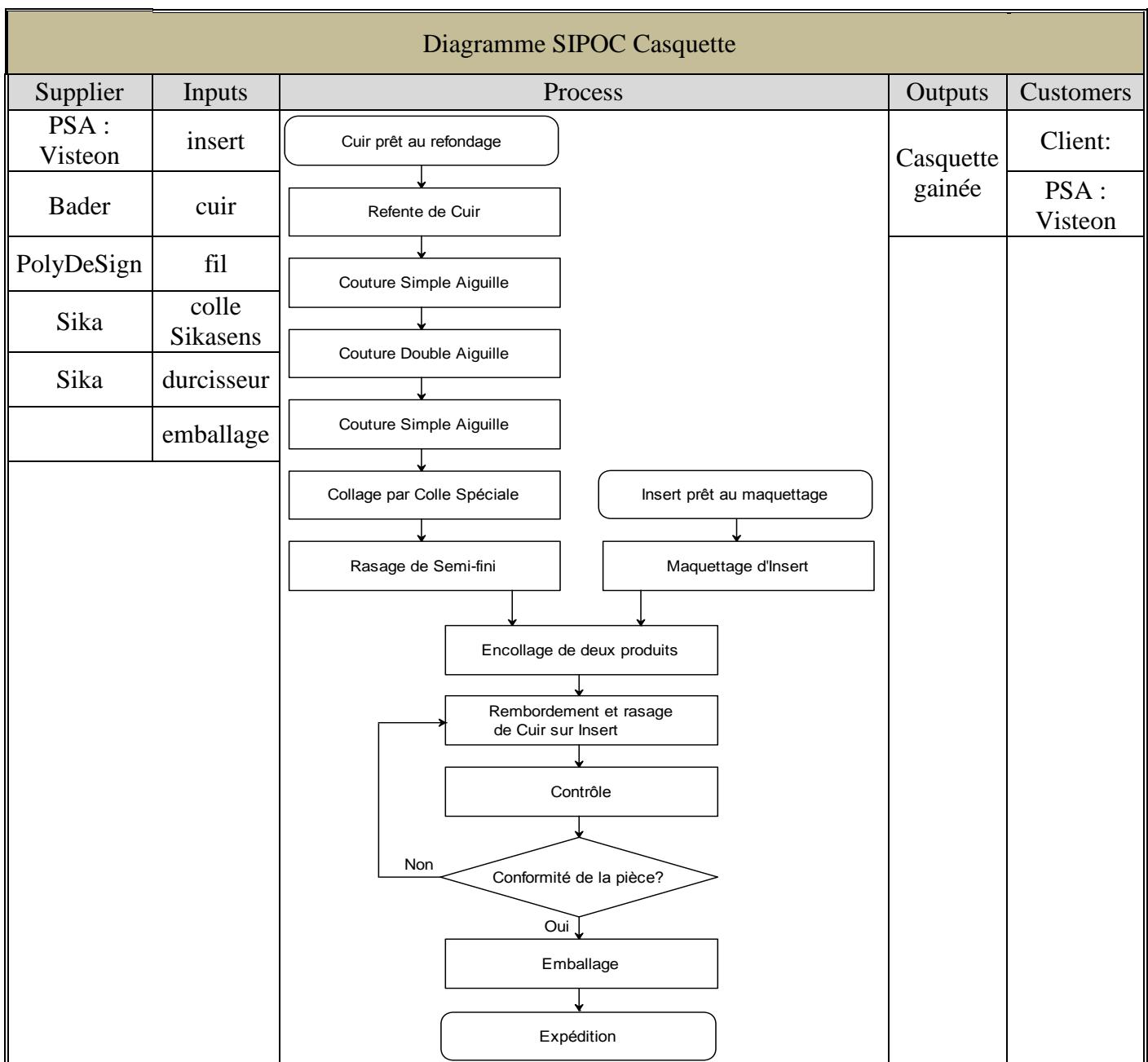


Tableau 8 : diagramme SIPOC projet : Casquette

Concernant le diagramme SIPOC du projet Accoudoir :

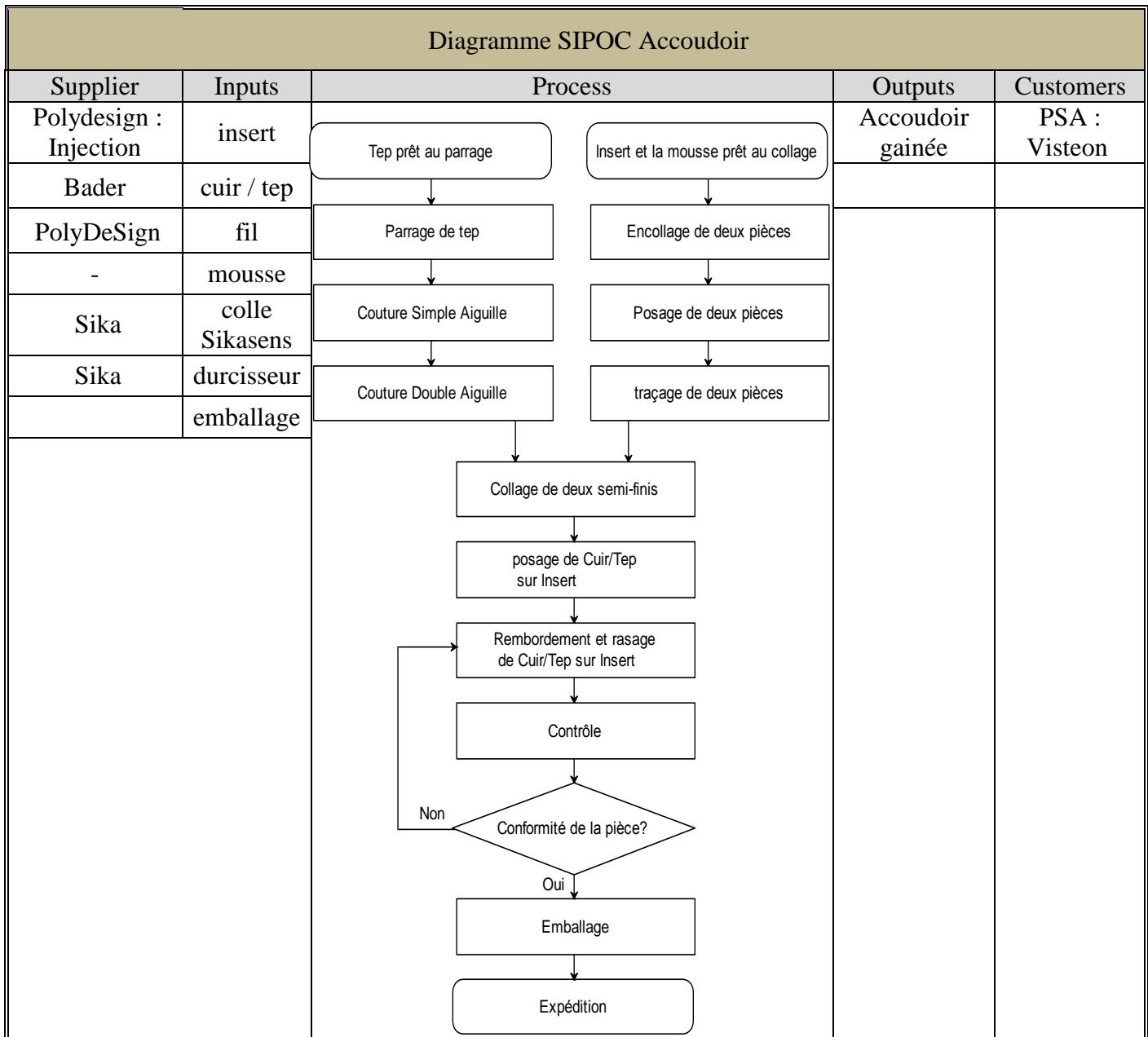


Tableau 9 : diagramme SIPOC projet Accoudoir

Conclusion :

Cette première phase de la démarche DMAIC a été consacrée à définir :

- le contexte de notre projet ;
- la charte, les objectifs et les gains ;
- la planification prévisionnelle et les risques que le projet peut générer ;

Ensuite, nous avons procéder à un diagnostic de la situation actuelle afin d'obtenir une image claire et détaillée de l'existant et d'évaluer la performance du processus. Ce travail constitue la phase 'Mesurer' de la démarche DMAIC.

*Chapitre 3 :
Phase de Mesure de la démarche
DMAIC*

Chapitre 3 : Phase de mesure de la démarche DMAIC

Objectif : Cette phase consiste à collecter les données, mesurer la performance du processus et variabilité. La mesure et la collecte des données doivent se faire de manière critique pour obtenir des résultats fiables.

Introduction :

« Avoir la bonne chose, au bon emplacement, au bon moment, du premier coup en minimisant la perte et en étant ouvert au changement » c'est le principe du Lean Manufacturing, une philosophie qui trouve ses sources au japon et qui est principalement instauré dans l'industrie automobile, mais qui reste adaptable à tous les secteurs économiques.

L'amélioration continue est un levier de progrès pour les entreprises industrielles. Il s'agit de fédérer l'effort individuel et collectif vers la recherche d'aménagements peu couteux dont l'accumulation conduit, à petits pas mais durablement, à des résultats appréciables. Cela suppose un véritable engagement des personnels de fabrication qui doivent s'approprier des activités d'organisation traditionnellement réservées aux spécialistes des services fonctionnels.

Dans cette partie, on survolera les plus importantes approches du Lean Production permettant à une entreprise de devenir plus performante.

Dans cette deuxième étape de la méthodologie D.M.A.I.C, nous avons mis en place un algorithme à suivre pour définir le problème :

- ◆ 7 Mudas
- ◆ Cartographie du processus
- ◆ VSM matériels
- ◆ chronométrages
- ◆ diagramme Spaghetti
- ◆ statistiques

I. Mesurer

I.1. Préparation à la collecte des données

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

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

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

Les types de gaspillages sont :

- surproduction
- surstockage ou stocks inutiles
- transports et déplacements inutiles
- traitements inutiles ou surprocessing
- mouvements inutiles
- erreurs, défauts et rebuts
- temps d'attente

! Vous trouverez la chasse au gaspillage Casquette à l'annexe 6

! Vous trouverez la chasse au gaspillage Accoudoir à l'annexe 7

I.2. Cartographie du processus

- Méthode développée par Toyota au début des années 80.
- Outil du Lean Manufacturing (PVA):
 - ✓ vise la création de valeur.
 - ✓ vise la réduction du gaspillage.
 - ✓ innove dans la relation avec les fournisseurs.
 - ✓ mise sur la relation avec le client.

II. Définitions du VSM

Identifier le flux de valeur dans l'entreprise, c'est identifier les enchaînements des opérations à valeur ajoutée servant à l'élaboration du produit ou service, tel qu'attendu par le client. L'outil -roi pour cette analyse est le VSM (Value Stream Mapping).

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!

! Pour plus d'info. sur VSM, vous trouverez les détails à l'annexe 8

III. Etude de notre cas

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

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

Dans le cas de la société Polydesign est le cas de l'entreprise de taille plus importante donc notre étude se portera sur une famille de produits c'est celle de Projet B8 Casquette et B8 Accoudoir.

III.1. Flux du processus :

Avant d'entamer sur le sujet, il est préférable de savoir comment se fait la production de ces deux produits Casquette et Accoudoir ainsi de définir chaque type de processus (voir figure 16 et 17) de ces deux Projets et cartographier le processus par le temps planifié en 2013 (figure 18 et 19) afin de faciliter la phase de chronométrage qui suivra.

Projet de fin d'étude

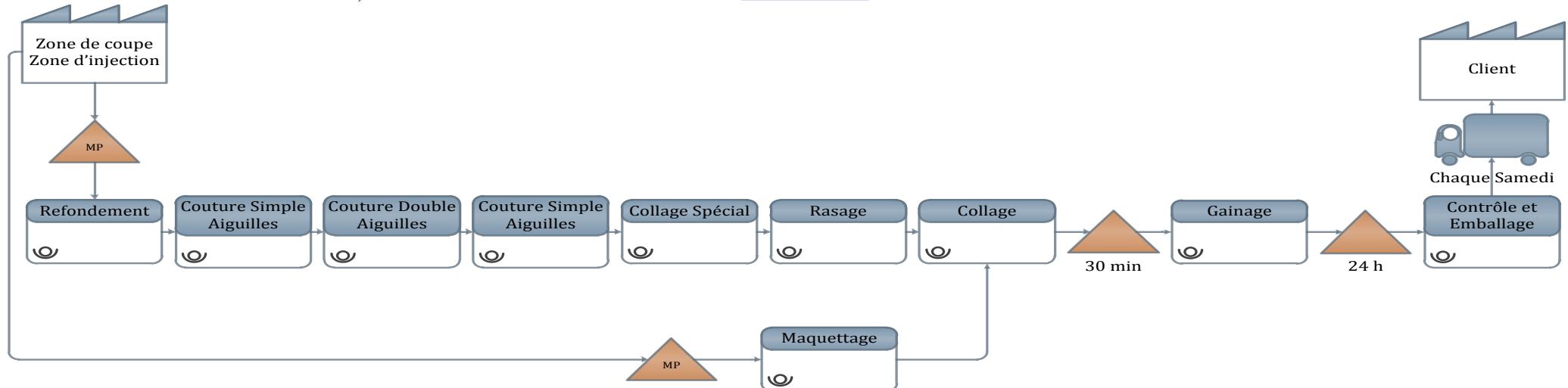


Figure 16 : flux du processus projet Casquette

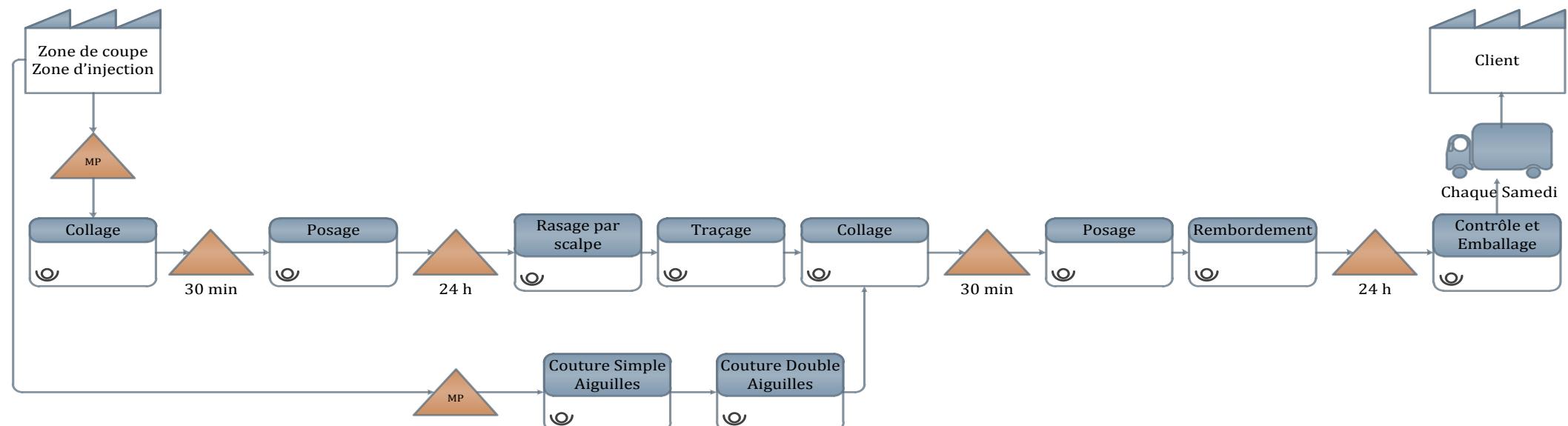


Figure 17 : flux de processus projet Accoudoir

III.2. Cartographie de la chaîne des valeurs matière de produit Casquette

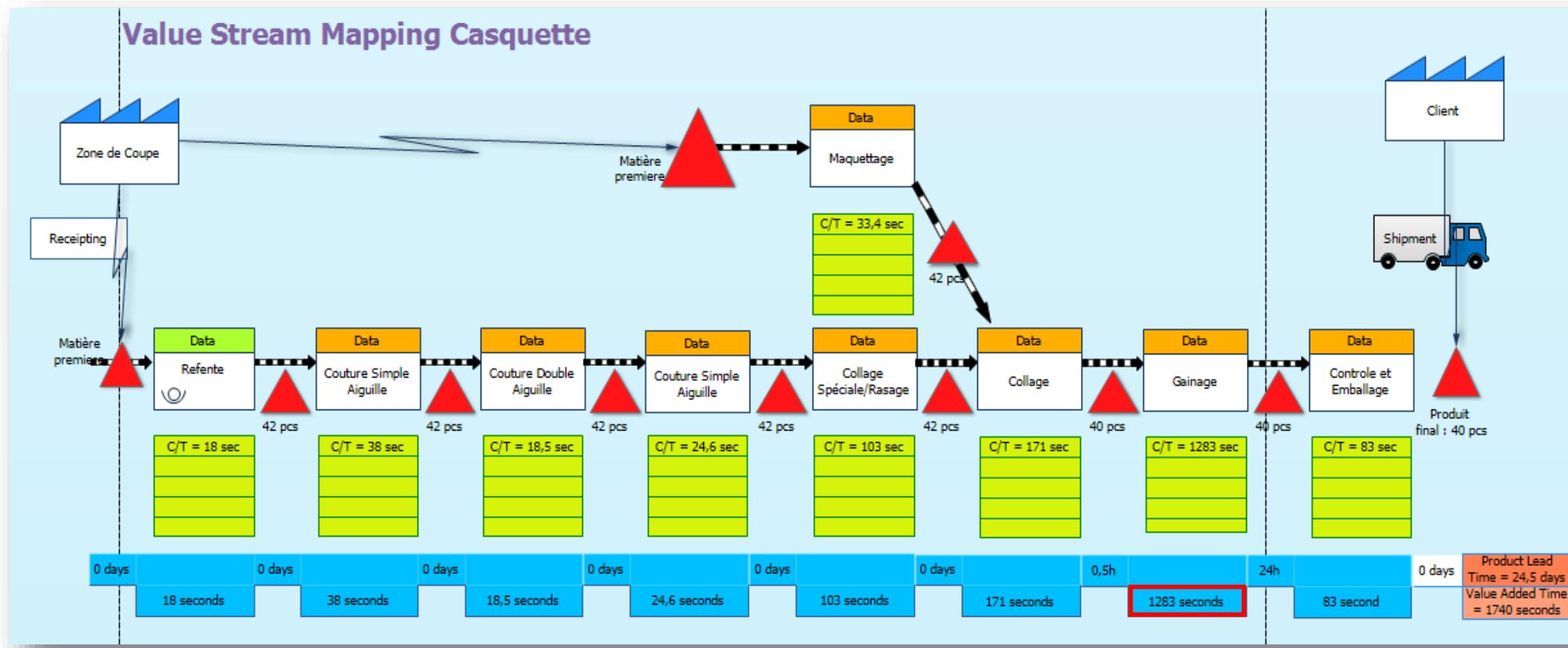


Figure 18 : cartographie de la chaîne de valeur VSM Casquette

III.3. Cartographie de la chaîne des valeurs matière de produit Accoudoir

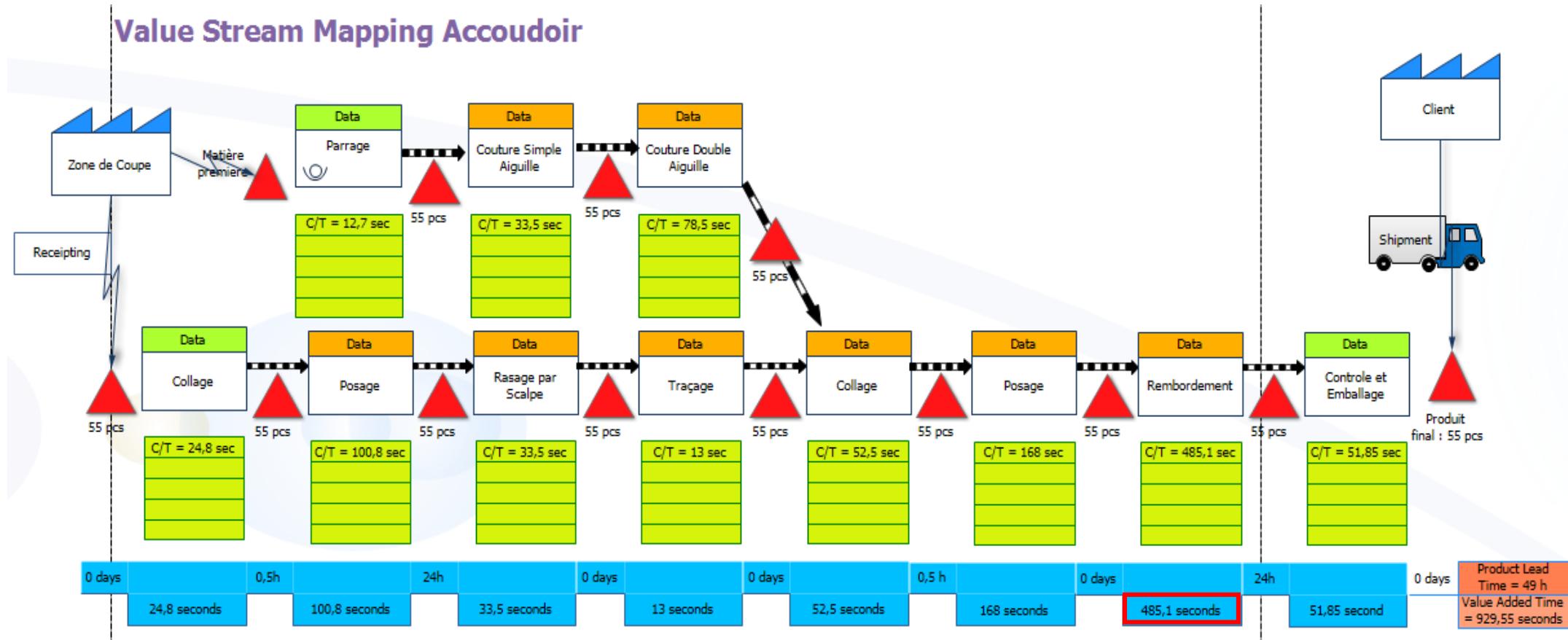


Figure 19 : cartographie de la chaîne de valeur Accoudoir

III.4. Chrono-analyse

III.4.1. Préparation

- Observation du processus

Nous commençons par une description du le processus et le nombre de poste intégré ainsi que la description de chaque poste

- Préparer la prise des temps et préparer la fiche de relevés

Pour prendre les mesures d'une manière efficace, nous avons conçu une fiche de relevés, qui regroupe les tâches élémentaires.

- Informer les opérateurs

Avant de prendre les mesures, on informe les opérateurs, que le but n'est pas d'évaluer leur performance, mais plutôt de trouver des moyens pour améliorer le mode de travail, et rendre les tâches moins fastidieuses.

- Prendre les mesures

On mesure la durée de chaque opération 5 fois, pour en déduire le temps moyen. Voir l'annexe 9

- Analyser les mesures

Pour mener bien l'analyse des mesures, nous nous focalisons sur chaque opération. Les résultats sont présentés dans le tableau 10.

Phase	Opérations		Temps moyen (s)	Temps majoré (s)	Temps majoré (min)
	Num	Description			
refendement sur refenduse	1	refondement de pièce	16,28	17,908	0,300
couture	2	couture simple aiguille	34,66	38,126	0,635
	3	couture double aiguille	16,83	18,513	0,308
	4	couture simple aiguille	22,38	24,618	0,410
encollage et rasage	5	enollage en colle spéciale + rasage	94,01	103,4	1,72
maquettage	6	maquettage	30,40	33,44	0,55
encollage	7	enollage de cuir et insert	155,38	170,918	2,850
rembordement et rasage	8	rembordement et rasage	1166,21	1282,831	21,380
contrôle	9	contrôle et emballage	75,42	82,962	1,383
		total :	1611,57	1772,727	29,548

Tableau 10 : calcul des temps moyens de projet Casquette

Et pour projet accoudoir, le différent chronométrage de ces opérations cité dans le tableau 11.

Phase	Opérations		Temps moyen (s)	Temps majoré (s)	Temps majoré (min)
	Num	Description			
parrage	1	parrage de pièce	11,57	12,727	0,212
couture	2	couture simple aiguille	22,54	24,794	0,413
	3	couture double aiguille	91,63	100,793	1,680
enollage	4	enollage de deux pièces	30,45	33,495	0,558
posage	5	posage de deux pièces	71,37	78,507	1,308
rasage	6	rasage de semi-fini	30,46	33,506	0,558
traçage	7	traçage de semi-fini	11,87	13,057	0,217
encollage	8	encollage de produit semi-fini + Tep	74,71	52,5	0,875
posage	9	Posage	152,81	168,091	2,800
rembordement	10	Rembordement	441	485,1	8,085
contrôle et emballage	11	contrôle et emballage	47,14	51,854	0,864
		total :	958,55	1054,405	17,571

Tableau 11 : calcul des temps moyens de projet Accoudoir

III.5. Temps de cycle

Le temps de cycle de chaque poste dépend des composants et des modules qui font entrée dans le produit final, il y a des petits changements au niveau du temps de cycle lorsque les modules et composant changent, c'est pour cela que nous avons choisi de se baser sur un grand nombre de demandes de client.

Le nombre des postes a aussi été pris en considération pour un poste donné pour calculer la capacité de l'ensemble des postes.

$$\text{Temps de cycle} = \frac{\text{temps standard}}{\text{nombre de postes travaillant en parallèle}}$$

Nous avons trouvés les résultats décrit dans le tableau 12 et 13.

Poste	Temps de cycle (minutes)	Nombre de postes ou personnes	Temps de cycle pour l'ensemble du processus de fabrication (minutes)
refondement de pièce	0,3	1	0,3
couture	1,35	1	1,35
encollage en colle spéciale/ rasage	1,72	1	1,72
maquettage	0,56	1	0,56
encollage de cuir et insert	2,85	1	2,85
rembordement et rasage	21,38	2	10,7
contrôle et emballage	1,38	1	1,38
total	29,54	-	18,86

Tableau 12 : calcul des temps de cycle des postes de la zone de gainage : Casquette

Poste	Temps de cycle (min)	Nombre de postes ou personnes	Temps de cycle pour l'ensemble du processus de fabrication (min)
parrage	0,212	1	0,212
couture	3,09	1	3,09
encollage mousse et insert	0,56	1	0,56
posage mousse+insert	1,31	1	1,31
rasage de semi-fini	0,56	1	0,56
traçage de semi-fini	0,22	1	0,22
encollage produit semi-fini + Tep	0,875	1	0,875
posage gain sur insert	3	1	3
rembordement	8,085	1	8,085
contrôle et emballage	0,86	1	0,86
total	18,772		18,772

Tableau 13 : calcul des temps de cycle des postes de la zone de gainage : Accoudoir

III.6. Tact time

La satisfaction de clients est factorisé par le Tact time, il est défini comme suite :

$$\text{Tact Time} = \frac{\text{temps effectif de travail}}{\text{demande totale durant ce temps}}$$

- le Tact time est calculé à partir de la cadence de la demande client.
- le temps du cycle se définit à partir de la cadence de production, celle-ci se définit un peu plus vite que la cadence de la demande, donc le temps du cycle est un peu plus court que le Tact time.
- plus vite que le Tact time, c'est de la surproduction (gaspillage).
- moins vite que le Tact time, on ne livre pas le client et c'est encore pire.
- il faut donc s'approcher le plus possible du Tact time.
- produire au Tact time synchronise le taux de production au taux de la demande = vente.

Pour le calcul de tact time de projet casquette et accoudoir, il est comme suivant :

a. Casquette :

- Tact Time :

$$\text{Tact time} = \frac{\text{Temps de travail disponible}}{\text{Demande du client}} = \frac{440}{40} = 11 \text{ minutes} = 660 \text{ secondes}$$

- Totale de temps de production : 1772,72s

- Ratio d'équilibrage de ligne :

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Somme de temps de cycle}}{\text{Opération la plus long} \times \text{Nbr. opérateur}} \times 100 = \frac{1772,72}{641,41 \times 3,5} \times 100 = 78,96\%$$

- Efficacité d'organisation de ligne :

$$\text{Line balance Efficiency} = \frac{\text{Somme de temps de cycle}}{\text{Tact time} \times \text{Nbr. opérateur}} \times 100 = \frac{1772,72}{660 \times 3,5} = 76,74\%$$

- Nombre d'opérateur optimal :

$$Nbre\ d'op\ optimale = \frac{Somme\ de\ temps\ de\ cycle\ manuel}{Tact\ time} = \frac{1772,72}{660} = 2,68 = 3\ Actuel$$

- L'efficience :

$$Efficiency = \frac{Temps\ de\ processus \times quantité}{Nbr.\ de\ personne \times 440} = \frac{1772,72 \times 40}{3,5 \times 26400} = 76,74\%$$

b. Accoudoir :

- Tact time :

$$Tact\ time = \frac{440}{55} = 8\ minutes = 480\ secondes$$

- Totale de temps de production : 1054,5 s

- Ratio d'équilibrage de ligne :

$$Ratio = \frac{1054,5}{485,1 \times 3,5} = 62,10\%$$

- Efficacité d'organisation de ligne :

$$Line\ Balance\ Efficiency = \frac{1054,5}{480 \times 3,5} = 62,76\%$$

- Nombre d'opérateur optimal :

$$Nbre\ d'op\ optimale = \frac{1054,5}{480} = 2,2 = 3\ Actuel$$

- L'efficience :

$$Efficiency = \frac{Temps\ de\ processus \times quantité}{Nbr.\ de\ personne \times 440} = \frac{1054,5 \times 55}{3,5 \times 26400} = 62,76\%$$

III.7. Visualiser les premiers potentiels d'amélioration :

Certaines des étapes traversées par le flux physique transforment la matière et contribuent ainsi à créer de la valeur pour le client. D'autre ne sont pas créatrices de valeur. Ainsi une répartition de ces opérations a été faite selon ce critère : **VA, NVA**.

Action à Valeur Ajoutée VA: Une action qui change la nature, la forme ou les caractéristiques d'un produit en lui apportant une **plus-value réelle** que le **client est prêt à payer**

But : augmenter le ratio d'activité à valeur ajoutée

Action à Non-Valeur Ajoutée NVA: Une action **indispensable** pour réaliser le produit au regard des contraintes internes ou externes à l'entreprise. Mais elle n'apporte **aucune valeur au client**.

But : réduire les actions à non-valeur ajoutée.

III.7.1. Chronométrage :

Pour l'étude de ces VA et NVA, nous avons effectué des chronométrages pour chaque phase au le processus Casquette et Accoudoir (figure 20 et 23) qui me permet de définir les deux différents critères décrit au paragraphe précédent, ainsi que nous avons établis des graphes donnant les pourcentages des VA et NVA et leurs types (figure 21, 22, 24 et 25).

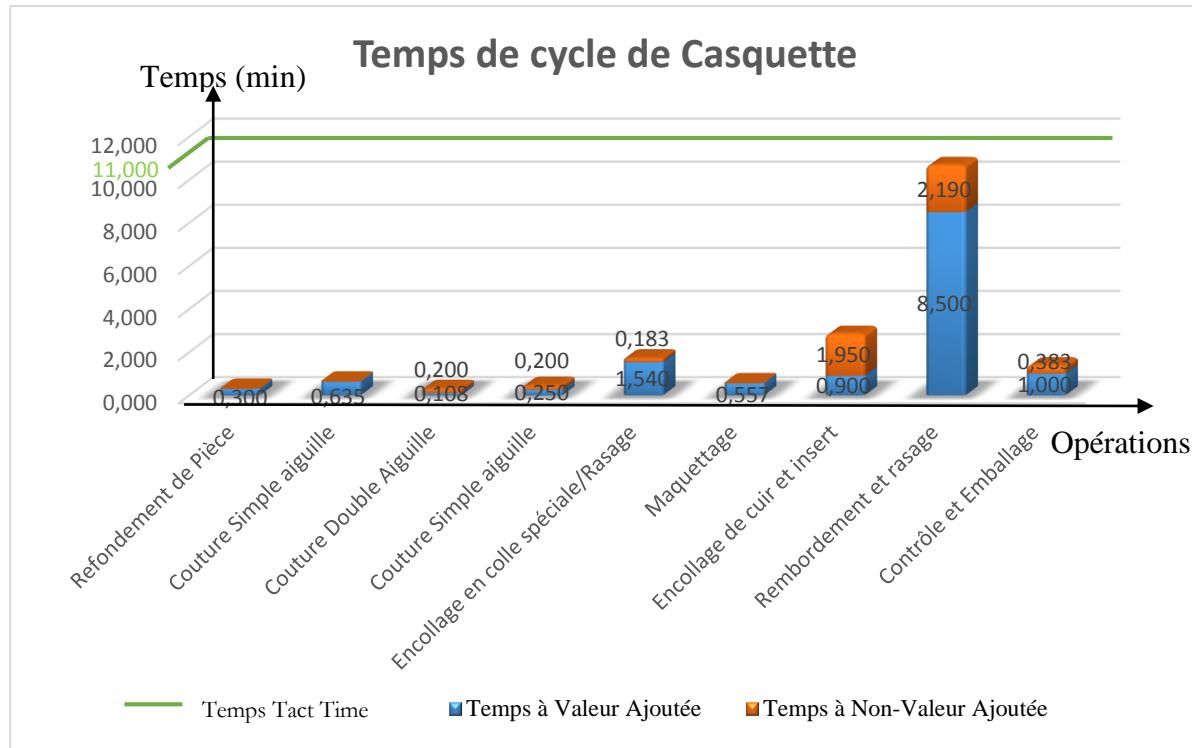


Figure 20 : calcul des temps de cycle des postes Casquette de la zone de Gainage

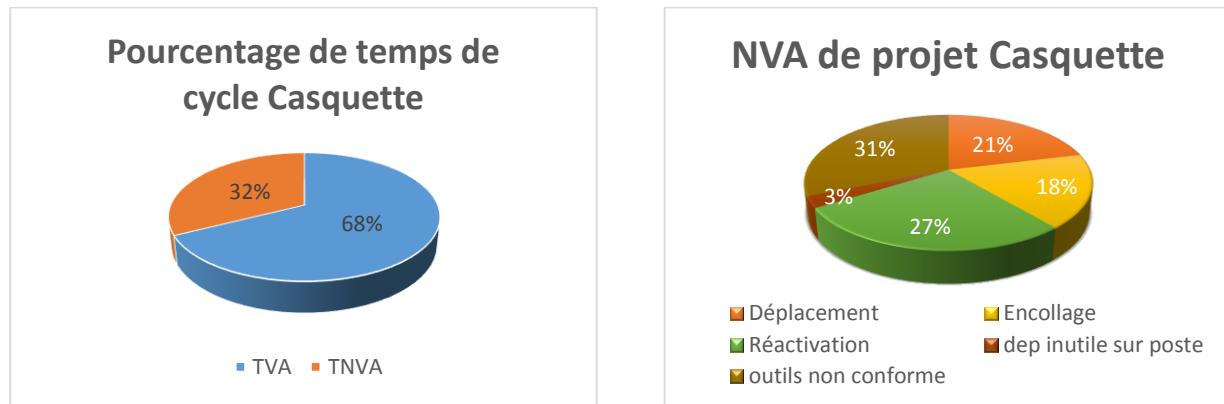


Figure 21 : calcul des temps de cycle VA et NVA en %

Figure 22 : répartition des gaspillages en %

Concernant projet accoudoir :

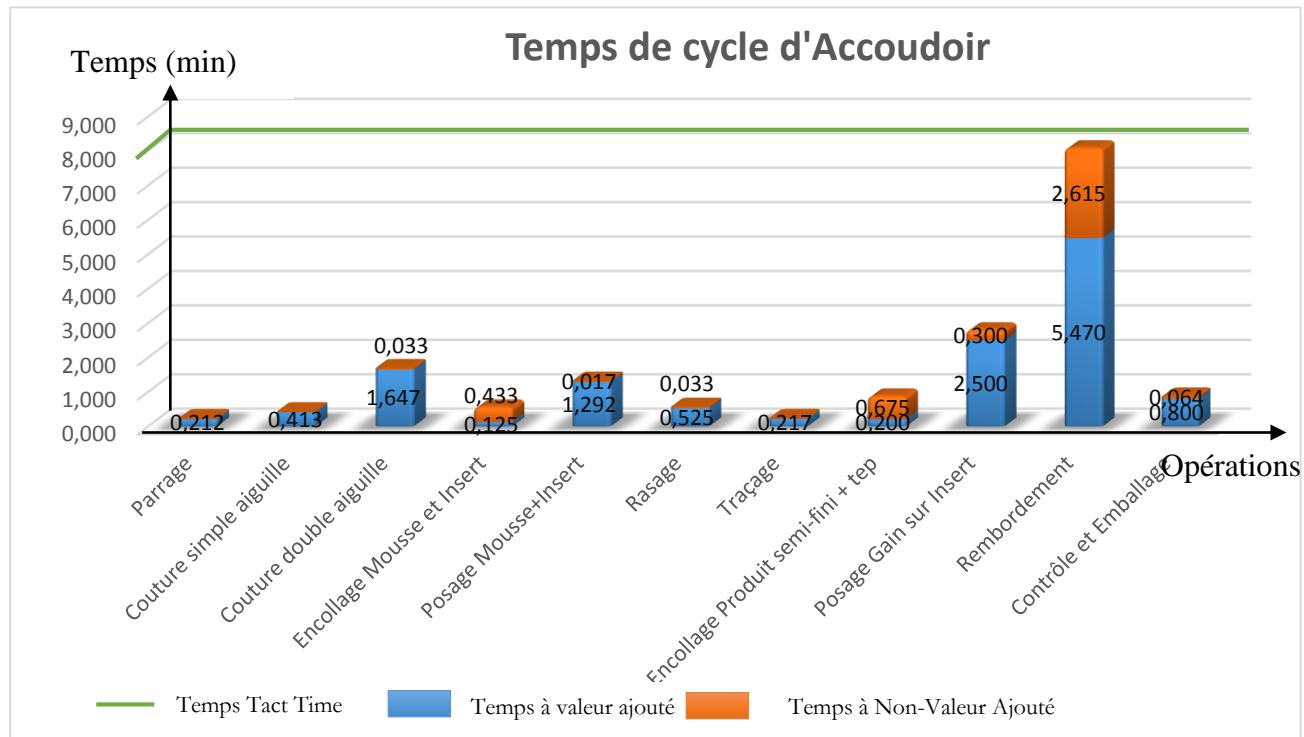


Figure 23 : calcul des temps de cycle des postes de la zone de Gainage

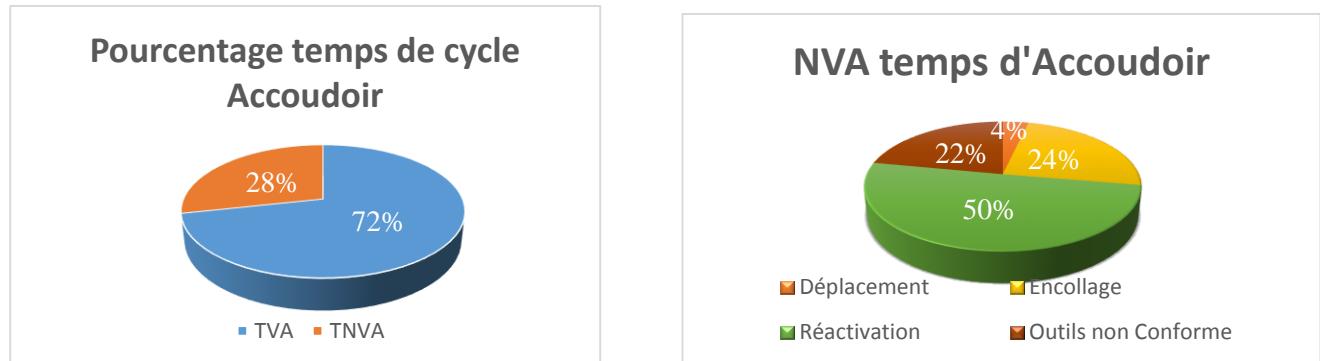


Figure 24 : calcul des temps de cycle VA et NVA en %

Figure 25 : répartition des gaspillages en %

III.7.2. Identification des points à améliorer :

Pour identifier les postes goulots, nous avons établis un Pareto pour les deux projets qui définit les 3 divisions d'ABC (figure 26 et 27).

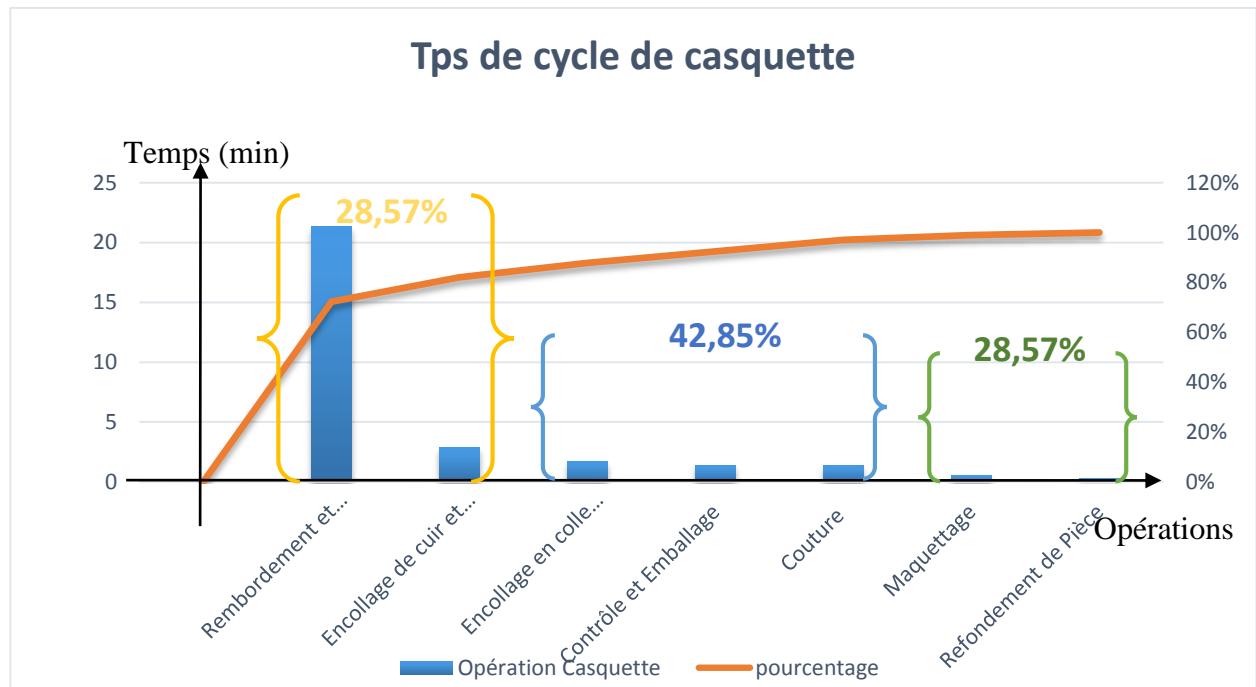


Figure 26 : Pareto de projet Casquette

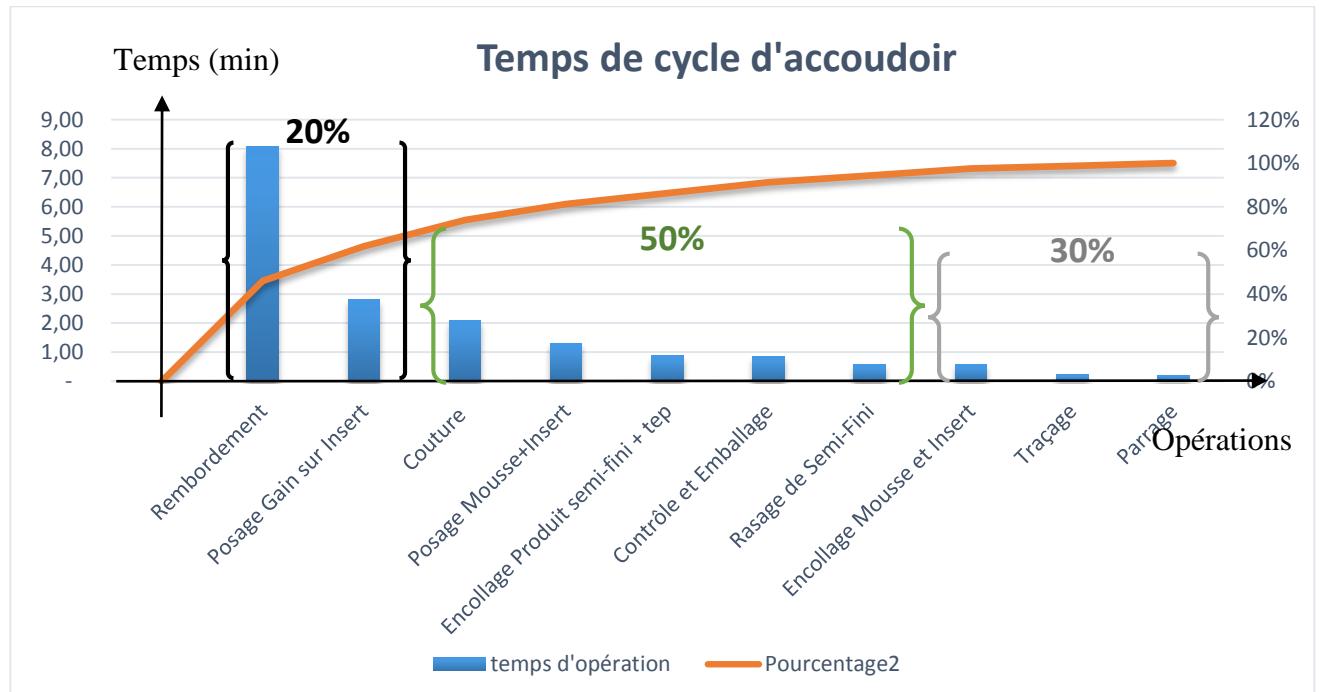


Figure 27 : Pareto de projet Accoudoir

a. Identification des goulots d'étranglements :

- Casquette :

- ➡ Le poste d'encollage de cuir et insert : il n'est proportionnellement élevé que les autres postes.
- ➡ Le poste de rembordement et rasage : Il est le plus élevé que les autres postes.

- Accoudoir :

- ➡ Le poste de posage d'insert et la mousse : il est élevé par rapport au travail observé sur le poste.
- ➡ Le poste de posage de semi-fini et le Tep / Cuir : il est plus élevé que le poste précédent même s'il est inférieur de Tact Time.
- ➡ Le poste de rembordement : nous avons ici dans ce poste un dépassement de Tact Time donc, il faut absolument optimiser le temps de ce poste.

b. Identification des points de problèmes :

- Au niveau de poste de rembordement et rasage, si on zoomé sur ces poste, on trouve qu'il y a un déplacement des opérateurs, donc Gaspillage. Ainsi que le poste d'encollage il y a des déplacements au niveau de mouvement d'opérateurs inutile.
- La disposition des postes n'est pas optimale, il y a des déplacements sans valeur ajouté (Allé / Retour).

III.7.3. Analyse de déroulement:

Passant maintenant à l'analyse de déroulement, qui permet de détailler dans un tableau chaque étape d'un processus en identifiant le type d'opération, et décrit symboliquement et littéralement la succession chronologique des activités intervenant au cours de l'exécution d'un travail : Opération, Attente, Déplacement, Contrôle, Mesure également du temps, des déplacements en mètres, de la fréquence.

L'analyse de déroulement a été menée pour des postes qui sont déjà des goulots dans la cellule (tableau 14, 15 et 16).

Activité : Gainage			Analyse de déroulement					Projet : Casquette									
Poste : B8 Casquette							Unité					Observation					
Num	Opération		Transport		Contrôle		Attente		Stockage		Désignation	Opérateur	pers	Pièce	Sec	fois	cm
	Opération	Transport	Contrôle	Attente	Stockage	Désignation	Opérateur	Quantité	Temps	Fréquence	Distance						
1						Déplacement vers poste maquettage et poste de couture + cuir	1		82,5	6	900	Gaspillage de temps					
2						Encollage de cuir et insert	1		90(1 :30)	40	-	Gaspillage de temps					
3						Déplacement			10,72			Gaspillage de temps					
4						Posage de cuir sur chariot	1		-	40	-	-					
5						Déplacement	1		6,44	40	350	Problème de méthode					
6						Posage d'insert collé sur chariot	1		-	40		-					
7						Déplacement	1		23,1	40	350	Gaspillage de temps					

Tableau 14 : décision de la chrono-analyse poste encollage de Casquette

Activité : Gainage			Analyse de déroulement					Projet : Casquette									
Poste : B8 Casquette							Unité					Observation					
Num	Opération		Transport		Contrôle		Attente		Stockage		Désignation	Opérateur	pers	Pièce	Sec	fois	cm
	Opération	Transport	Contrôle	Attente	Stockage	Désignation	Opérateur	Quantité	Temps	Fréquence	Distance parcourue						
1						Attente de sèchement de colle	-	2	2280	-	-	Problème de climat					
2						Déplacement vers chariot	1	-	26	2	600	Gaspillage de temps					
3						Réactivation de colle	1	2	33,41	1	-	Problème matériel					
4						Posage de cuir sur insert	1	-	234(03 :54)	1	-	-					
5						Rembordement + semi-finition	1	-	657,36(10 :57)	1	-	-					
6						Rasage + finition	1	-	298(05 :58)	1	-	Problème de matériel					
7						Déplacement	1	-	8,2	2	324	Gaspillage de temps					

Tableau 15 : décision de la chrono-analyse poste posage et rembordement de Casquette

Activité : Gainage			Analyse de déroulement					Projet : Accoudoir					
Poste : B8 Accoudoir							Unité				Observation		
Num	Posage & Rembordement						Opérateur	pers	Pièce	sec	fois	cm	
	Opération	Transport	Contrôle	Attente	Stockage	Désignation							
1						Attente de sèchement de colle	1			1800	-	-	Problème de climat
2	●					Réactivation de colle	1	2		50	55	-	Problème matériel
3	●					Posage de Cuir/Tep sur produit semi-fini	1	-		144(02 :24)	55	-	--
----	----	----	----	----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	●					Réactivation de colle	1			22	55	-	Problème matériel
2	●					Rembordement	1			346,26(05 :46)	55	-	---
3	●					Rasage + Finition	1			137,16(02 :28)	55	-	---

Tableau 16 : décision de la chrono-analyse poste posage et rembordement d'Accoudoir

D'après une long observation sur les postes ciblés, on constate que nous avons des non valeurs ajoutées qui retard la production dans des différents postes comme il est déjà chronométré.

III.7.4. Diagramme de Spaghetti Chart:

La représentation des flux sur un plan s'appelle « Graphique de circulation ou Spaghetti Chart ». Sur une implantation théorique, les flux relient deux postes en ligne droite, alors que sur un plan, le tracé des flux représente les vrais déplacements.

En bref, le spaghetti charte vient de détailler la description du processus actuel et facilite l'identification des déplacements inutiles (figure 28).

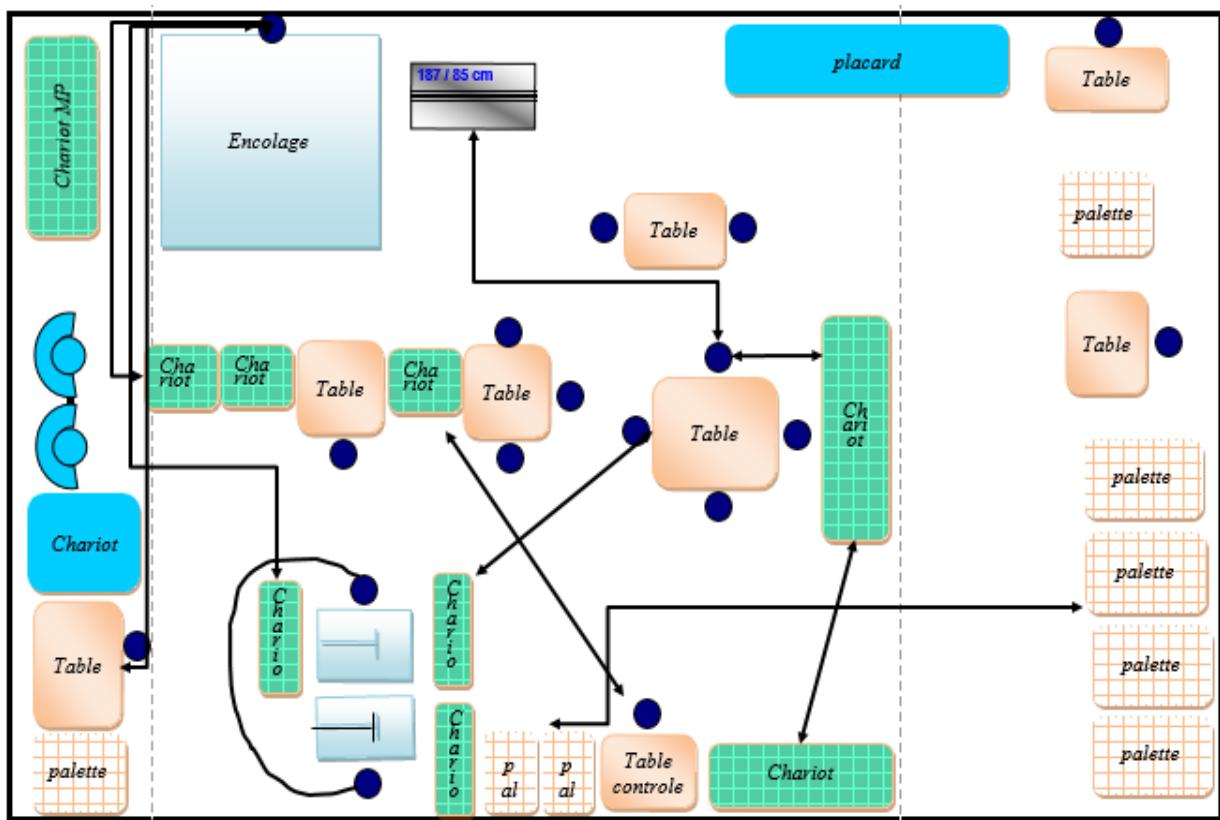


Figure 28 : diagramme spaghetti des déplacements actuel des pièces.

Comme il est déjà défini sur le diagramme, on a des déplacements au niveau du poste Rembordement & Rasage ainsi que le poste d'Encollage qui mit en cause de travailler sur ces deux derniers postes car le temps de déplacement inutile est élevé.

Le chronométrage des déplacements concerne les deux projets ainsi que le temps de déplacement sont décrit dans les tableaux 17 et 18.

Opération Casquette	Dep. actuel en mètre	Tps actuel en sec	Fréquence
refondement de pièce	0	/	
couture simple aiguille	0	/	
couture Double aiguille	3,71	12	1
couture simple aiguille	3,71	12	1
encollage en colle spéciale	4,5	12	1
rasage	0	0	0
maquettage	0	0	0
encollage de cuir et insert	17	37,5	12
posage et rembordement	7	30	17
contrôle et emballage	5,2	14	17
total/pièce	41,12	117,5	

Tableau 17 : temps actuel des déplacements par pièces de projet Casquette

Opération Accoudoir	Dep. Actuel en Mètre	Tps Actuel en Sec	Fréquence
parrage de pièce	0	0	0
collage de deux pièces	0	0	0
posage de deux pièces	3,5	1	1
couture simple aiguille	0	0	0
couture Double aiguille	3,7	2	1
rasage de semi fini	5	2	1
traçage de semi fini	0	0	1
encollage de produit semi fini et tep	6	5	5
posage	0	0	0
rembordement	0	0	0
contrôle et emballage	12	4	4
total/pièce	30,2	14	

Tableau 18 : temps actuel des déplacements par pièces de projet Accoudoir

III.7.5. Les Quick Wins:

Les Quicks Wins sont des améliorations à obtenir facilement sans risques et rapide, qui ne nécessite pas d'investissement et qui permettront d'obtenir des premiers résultats concrets :

Parmi les Quick Wins observées sont :

a. Ajout des rasoirs au niveau de rasage :

1- Origine :

D'après l'observation du processus, lors de l'opération de rasage au niveau des deux projets, on constate que :

- Au niveau du projet Casquette :
 - Au poste de rembordement : les opérateurs utilisent une seule rasoir par **17 pièces** ce qui provoque des difficultés de raser les **10 derniers pièces**.
- Au niveau du projet Accoudoir :

- Au poste de rembordement : les opérateurs utilisent une seule rasoir par **50 pièces** ce qui provoque des difficultés de raser les **30 derniers pièces**.

2- Action

- Au niveau du projet Casquette : dans ce contexte, l'action mise en place est de rajouter un autre rasoir donc : Rasoir / 8 pièces.
- Au niveau du projet Accoudoir : l'action mise en place est de rajouter un autre rasoir, donc : Rasoir / 20 pièces.

3- Gains

- ✓ Au niveau de projet de Casquette : cette opération de rasage se fait **en 5minutes 58sec**: le rasage sera en : **03min41sec**, soit un gain de: **2minutes 3sec par pièce**.
- ✓ Au niveau de projet Accoudoir : cette opération de rasage se fait en **2 minutes 21 sec**: le rasage sera en : **01min20sec**, soit un gain de: **1 minute 2sec par pièce**.

b. Elimination des déplacements inutiles :

1- Origine :

D'après l'observation du processus, lors de l'opération d'encollage au niveau du projet Casquette, on constate que :

- Au poste d'encollage : l'opérateur gaspille du temps au niveau de posage des pièces sur le chariot : il pose le cuir d'une coté et l'insert sur l'autre côté, un va et vient d'opérateur devant le chariot, qui provoque un gaspillage de déplacements des opérateurs du poste : rembordement : ils prennent le cuir d'une coté et ils se déplacent pour prendre l'insert de l'autre coté

2- Action

- Au niveau du projet Casquette : dans ce contexte, l'action mise en place est de modifier la façon de posage sur chariot, mettant le cuir devant l'insert après l'encollage (figure 29).

3- Gains

- ✓ Au niveau de poste d'encollage : cette opération se fait en **2minutes 42sec**: l'encollage sera en : **01minutes 36sec**, soit un gain de: **1minutes 6sec par pièce**.
- ✓ Au niveau de poste rembordement et rasage : le déplacement pour apporter les pièces collés et séchés est de: **26 sec** le déplacement sera en: **14 sec** soit un gain de: **12 sec par pièce**.



Posage avant sur
chariot de séchage



Posage après sur
chariot de séchage

Figure 29 : méthode de positionnement de la pièce plastique et le cuir sur le chariot de séchage

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons tout d'abord collecté les données et mesurer les métriques du flux puis, nous avons cartographié la situation actuelle avec les différents dysfonctionnements du processus, pour pouvoir interpréter les données récoltées dans la phase d'analyse.

La phase de Quick Wins ici a récolté un gain de 3,35 minutes par pièce pour Casquette et pour Accoudoir 1,03 minutes par pièce (tableau 19 et 20).

	Gain de temps / pièce	Gain de temps / Shift	Gain de temps annuel	Gain financier en DH
en minute	3,35	134	38592	486259,2
en heures	0,055	2,223	643,2	8104,32

Tableau 19 : gain de Quick Wins de projet Casquette

	Gain de temps / pièce	Gain de temps / Shift	Gain de temps annuel	Gain financier en DH
en minute	1,03	56,65	16315,2	205571,52
en heures	0,017	0,944	271,92	3426,20

Tableau 20: gain de Quick Wins de projet Accoudoir

Chapitre 5 :
Phase d'Analyse de la démarche
DMAIC

Chapitre 5 : Phase d'analyse de la démarche DMAIC

Objectif : Cette phase consiste à analyser les différents mesures effectuées dans le chapitre précédent, en identifiant et en validant avec l'équipe projet, les causes potentielles et les causes racines d'inefficacité à travers différents outils du Lean Manufacturing : 5 Pourquoi , Ishikawa, analyse de déroulement...etc.

Introduction :

Dans cette troisième étape de la méthodologie DMAIC, nous avons mis en place un algorithme à suivre pour définir le problème :

- ◆ analyse de VSM
- ◆ analyse de 7 mudas
- ◆ analyse de déroulement
- ◆ diagramme des temps de tache (capacité et équilibrage de ligne)
- ◆ analyse d'implantation des postes

I. Analyse de VSM :

D'après l'élaboration de cartographie de temps planifié 2013, et d'après le chronométrage effectué dans la phase de mesure (figure 30,32), on constate que les goulets d'étranglements restent les mêmes, pourtant nous avons opté un gain potentiel entre chronométrage de 2013 et 2014 de phase de mesurer (figure 31,33).

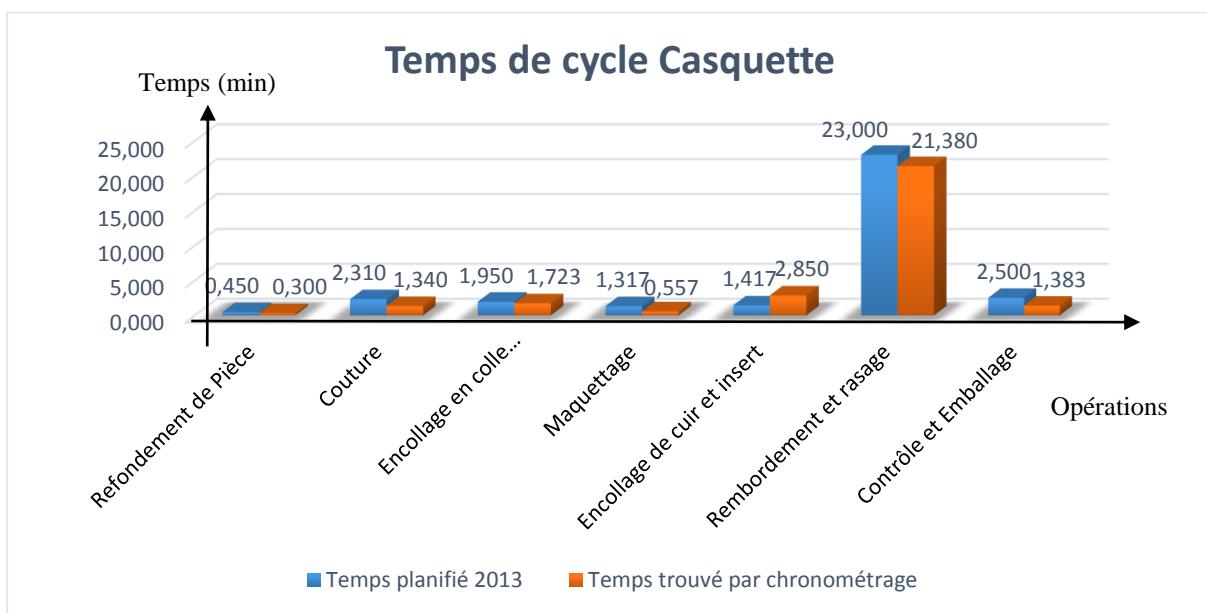


Figure 30 : histogramme de comparaison entre chronométrage de 2013 et 2014 projet Casquette

Gain chronométré au flux Casquette

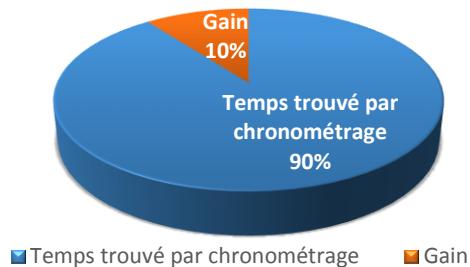


Figure 31 : gain de Casquette en % de 2014

Temps de cycle d'Accoudoir

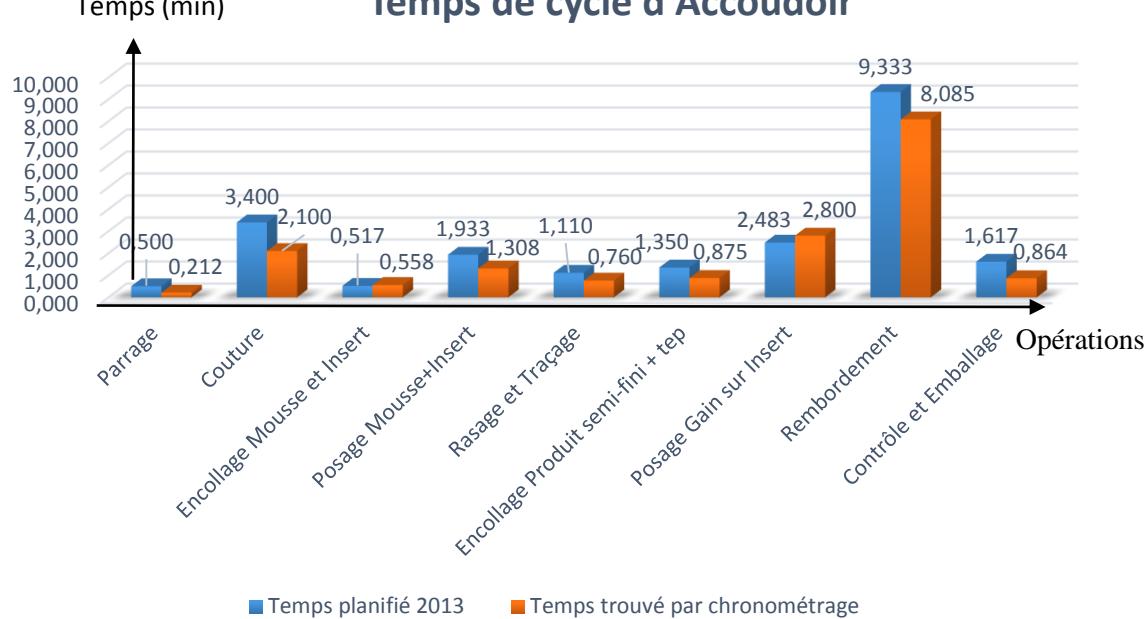


Figure 32 : histogramme de comparaison entre chronométrage de 2013 et 2014 projets Accoudoir

Gain chronométré au flux Accoudoir

Accoudoir

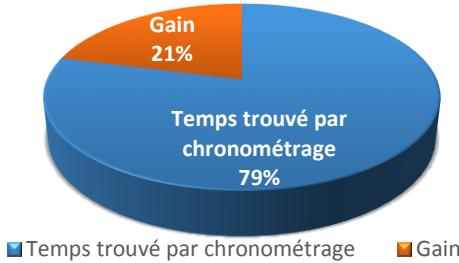


Figure 33 : gain d'Accoudoir en % de 2014

D'après ces graphiques, on constate que le gain potentiel est de 21% par 4,68 minutes pour projet Casquette et 10% par 3,4 minutes pour projet Accoudoir (figures 22, 23, 24, 25).

II. Analyse des gaspillages:

Nous avons commencé par l'analyse de gaspillage observé sur terrain et collecté dans la fiche chasse au Gaspis et nous avons constaté les tableaux 21 et 22.

II.1. Casquette :

Description du gaspillage	Nombre de chasse	Causes/racines
Erreurs/défauts	5	défauts liés aux matériels et à non contrôle au poste préalable
Surprocessing	3	problème au niveau de matière utilisé ainsi que des tâches inutiles trouvées au processus
Déplacement	4	des déplacements inutiles qui peuvent s'éliminer
Temps d'attente	2	retard de séchement de colle
total	14	

Tableau 21 : étude des mudas trouvés par la chasse au gaspis au projet de Casquette

II.2. Accoudoir :

Description du gaspillage	Nombre de chasse	Causes/racines
Erreurs/Défauts	4	défauts liés aux matériels et à non contrôle au poste préalable
Surprocessing	2	des postes manquant ainsi problème au niveau de matière utilisé
Déplacement	2	des déplacements inutiles qui peuvent s'éliminer
Temps d'attente	4	retard lié au matériel et matière du travail
Totale	12	

Tableau 22 : étude des mudas trouvés par la chasse au gaspis au projet d'Accoudoir

III. Les 5 pourquoi :

Etudions les cinq 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 possible de ce chiffre de mudas.

La plupart des problèmes sont entièrement résolus en moins de cinq questions.

III.1. Casquette

Commençant par l'analyse des erreurs / défauts de la chasse au gaspillage trouvé dans la phase de mesure, ces défauts sont en général liés au matériels. Ces matériels sont non conformes et pour d'autres postes, nous avons un manque de matériels (tableaux 23, 24, 25, et 30) et (figure 34).

III.1.1. Erreurs / défauts :

• Pourquoi la détection des défauts de cuir se fait jusqu'au poste de rembordement ?		
pourquoi 1	manque de contrôle aux postes préalable	
pourquoi 2	manque de formation d'opérateur au poste de refonte sur les défauts de cuir	manque de luminosité sur ce poste de refonte
cause racine	manque de contrôle au 1 ^{er} poste de réception: Refonte	

Tableau 23 : analyse de 1^{er} mudas erreurs / défaut de projet Casquette

• Défaut de courbure		
pourquoi 1	existence de la poussière au niveau de l'insert et cuir	
pourquoi 2	manque de nettoyage sur l'insert	manque de nettoyage sur le cuir
causes racines	due au poste de maquettage	due au poste de refonte

Tableau 24: Analyse de 2^{eme} mudas erreurs / défaut de projet Casquette

• Défaut de couture				
Pourquoi 1	Due à la machine de couture double aiguille			Due à la machine de couture simple aiguille
Pourquoi 2	Problème de centrage	Point noué	Points relâchés	Problème de centrage
Causes racines	Due au changement de matière			

Tableau 25 : Analyse de 3^{eme} mudas erreurs / défaut de projet Casquette

Au cours de chronométrage, nous avons remarqué que parfois les opérateurs des postes réparent les pièces de contrôle donc c'est un type de gaspillage pour le poste alors, nous avons collecté les données de mois de Décembre, Janvier, Février et Mars et nous avons constaté ces résultats (tableau 26) :

- Défauts nécessite des retouches

Défauts	Nbre défaut	Cumulé	% Cumulé
Tache Colle	330	330	31%
Finition	202	532	51%
Couture	194	726	69%
Bosse	78	804	76%
Décollement	58	862	82%
Gainage	56	918	87%
passage vis non dégagé	46	964	92%
Pollution	29	993	94%
Fil coupé	21	1014	96%
Défaut de cuir	11	1025	98%
Peau d'orange	10	1035	98%
Blessure	10	1045	99%
Cicatrice	3	1048	100%
cuir brûlé	2	1050	100%
fil sal	1	1051	100%

Tableau 26 : Les Défauts trouvés sur les pièces contrôlées venue des postes goulots Casquette

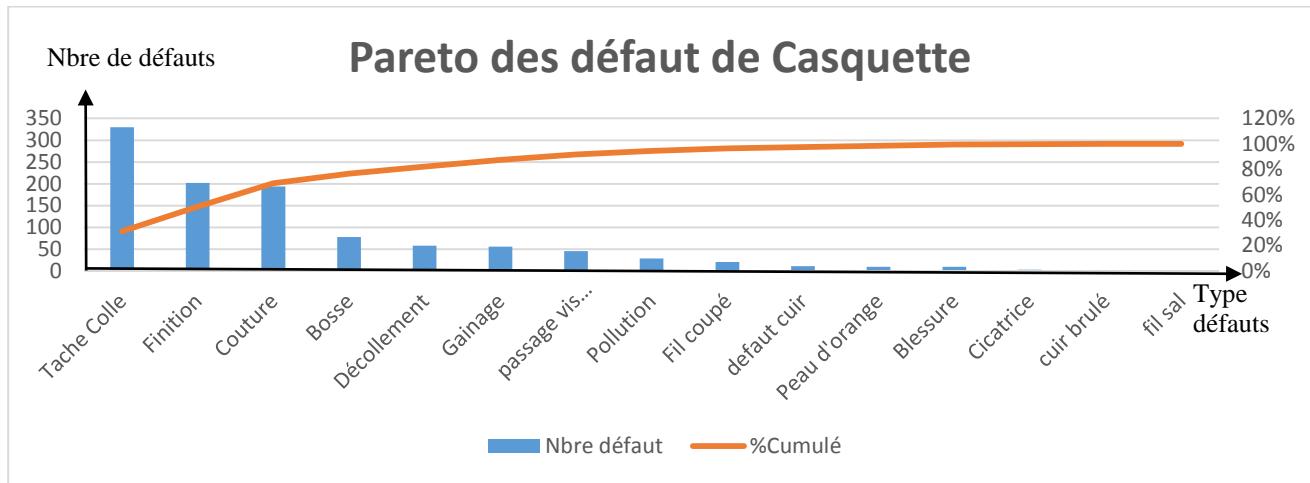


Figure 34 : Pareto des défauts trouvés sur les pièces contrôlés venue des postes goulots Casquette

Nous avons effectués le chronométrage de chaque type défaut effectué sur le terrain (tableau 27).

Défauts	Temps perdue/ défaut (en min)	Tps perdue en 3 mois (en min)	Tps perdue en un mois(en min)	Temps en shift (en min)
Tache Colle	0,5	165	55,00	2,29
Finition	2	404	134,67	5,61
Couture	3,75	727,5	242,50	10,10
Total	6,25	1296,5	432,17	18

Tableau 27 : différents temps de réparation des défauts dans les postes goulots.

Les causes racines des défauts chronométrés se trouvent dans le tableau 28.

Tache Colle	due au support de poste d'encollage
Finition	due à la température de séchoir
Couture	due à la machine de couture
Bosse	due à la poussière

Tableau 28 : les causes des défauts chronométré au tableau précédent

Pour le défaut de tache de colle le plus fréquent, il est dû au support d'encollage qui n'est pas conforme avec le cuir à rembourder (tableau 29).

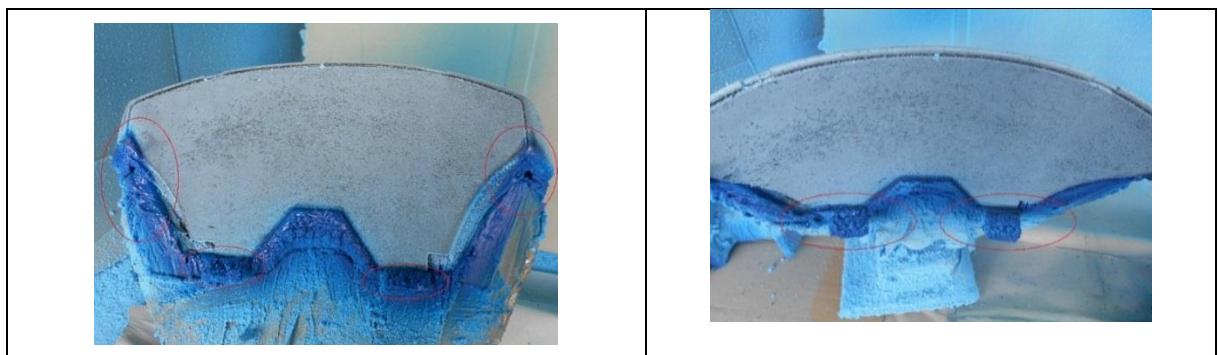




Tableau 29 : support d'encollage de cuir Casquette

Concernant des défauts de peau d'orange, Blessure, Cicatrice, on dégaine la pièce complétement et le temps de dégaine est de 2 minutes 30 sec jusqu'à 3 minutes 55sec.

<ul style="list-style-type: none"> Utilisation des matériels par plusieurs personnes 	
Pourquoi 1	Manque de séchoire au poste de rembordement
Pourquoi 2	Utilisé pour le posage de l'insert avec la mousse de projet accoudoir
Causes Racines	Manque d'emplacement de poste de posage sur terrain

Tableau 30: analyse de 5^{eme} mudas erreurs / défaut de projet Casquette

III.1.2. Surprocessing :

Pour la chasse de surprocessing, nous avons trouvés que les problèmes sont au niveau de matière utilisé ainsi que des taches inutiles trouvées au processus (tableaux 31, 32, 33).

<ul style="list-style-type: none"> Durée de stockage important dans des encours 	
Pourquoi 1	Due au temps de sèchement de colle
Pourquoi 2	Le sèchement est en air
Cause racine	Méthode du séchage

Tableau 31 : analyse de 1^{er} mudas surprocessing de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> Non homogénéité de la colle utilisée sur la surface de l'insert 	
Pourquoi 1	Le séchage de la pièce ne se réalise pas complétement en même temps
Causes Racines	La surface de jet de la colle est réduite (en un point)

Tableau 32 : analyse de 2^{eme} mudas surprocessing de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> Tache réalisé pour rien 		
Pourquoi 1	Posage du cuir sur le toit de poste	Enlèvement de cuir sur l'insert après leur posage
Causes racines	Pas d'emplacement pour le cuir après le déplacement de la phase séchage	Posage préalable inutile et la repose à la fin pour finir la pièce

Tableau 33 : analyse de 3^{eme} mudas surprocessing de projet Casquette

III.1.3. Déplacement :

Le Diagramme de circulation nous a montré que la circulation de la pièce dans cette implantation n'est pas organisée. Donc, il y a des déplacements inutiles qui peuvent s'éliminer (tableaux 34, 35, 36, 37).

<ul style="list-style-type: none"> Déplacement vers chariot d'encollage 	
Pourquoi 1	La distance entre le poste de rembordement et le chariot d'encollage est loin
Pourquoi 2	L'implantation de Lay-Out n'est pas convenable au déplacement des opérateurs
Causes racines	Manque d'organisation des postes sur terrain

Tableau 34 : analyse de 1^{er} mudas déplacement de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> Déplacement devant chariot de sèchement de colle 	
Pourquoi 1	Le cuir collé est posé sur le chariot loin de l'insert collé
Pourquoi 2	Méthode de posage de cuir collé et l'insert collé sur chariot
Causes racines	Une mauvaise méthode de posage sur chariot de séchage

Tableau 35 : analyse de 2^{eme} mudas déplacement de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> Déplacement de pièce maquettage 		
Pourquoi 1	La distance entre poste de maquettage et poste d'encollage est loin	L'apporté des pièces maquetté est à main
Pourquoi 2	L'implantation de Lay-out n'est pas convenable au déplacement des opérateurs	Manque d'un chariot pour déplacements des pièces
Causes racines	L'implantation de terrain non convenable aux déplacements entre poste encollage et maquettage	

Tableau 36 : analyse de 3^{eme} mudas déplacement de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> Mauvais rangement, désordre 	
Pourquoi 1	L'implantation de Lay-Out n'est pas convenable au déplacement des opérateurs
Causes racines	Manque d'organisation des postes sur terrain

Tableau 37 : analyse de 4^{eme} mudas déplacement de projet Casquette

III.1.4. Temps d'attente :

Le Mudas de temps d'attente reste liée toujours au sèchement de colle qui cause un problème pour n'importe quel projet fabriqué par ce type de colle, les Mudas détaillé se trouvent aux tableaux 38 et 39.

<ul style="list-style-type: none"> Attente de pièce au poste encollage 	
Pourquoi 1	Le sèchement de la colle dure plus que 30 minutes (45 minutes par chrono)
Pourquoi 2	Le sèchement est en air ambiant
Causes racines	Méthode de sèchement de colle

Tableau 38 : analyse de 1^{er} mudas temps d'attente de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> Perte de temps due au démarrage 	
Pourquoi 1	Temps de préparation est grand
Pourquoi 2	Le sèchement de la colle dure plus que 30 minutes
Pourquoi 3	Le sèchement est en air ambiant
Causes racines	Méthode de sèchement de colle

Tableau 39 : analyse de 2^{eme} mudas temps d'attente de projet Casquette

La même démarche d'analyse a été effectuée sur le projet Accoudoir.

III.2. Accoudoir:

III.2.1. Erreurs / défauts :

Les causes racines de ce type de Mudas sont des défauts liés aux matériels et à non contrôle au poste préalable (tableaux 40, 41, 42) et (figure 35).

<ul style="list-style-type: none"> Défaut de contre-forme au poste de rasage 	
Pourquoi 1	Est due à la plaque mobile
Pourquoi 2	Il y a un dépassement de mesure sur la plaque mobile
Causes racines	Les extrémités du support est sur mesure de la pièce plastique

Tableau 40: analyse de 1^{er} mudas erreurs / défaut de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> Défaut de contre-forme au poste de traçage 			
Pourquoi 1	Est due à la plaque mobile		
Pourquoi 2	Il y a un dépassement de mesure sur la plaque mobile	Le serrage de la plaque mobile avec le support se dévie	Le sens de la position de la plaque n'aide pas à travailler correctement
Causes racines	Défaut sur les mesures de la plaque	la plaque mobile et le support sont mal serrés	Orientation de support

Tableau 41: analyse de 2^{eme} mudas erreurs / défaut de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> Défaut de couture 			
Pourquoi 1	Due à la machine de couture double aiguille		
Pourquoi 2	Problème de centrage	Point noué	Point relâché
Causes racines	Due au changement de matière		

Tableau 42 : analyse de 3^{eme} mudas erreurs / défaut de projet Casquette

Au cours de chronométrage, nous avons remarqué que parfois les opérateurs des postes réparent les pièces de contrôle donc c'est un type de gaspillage pour le poste alors, nous avons collecté les données de mois de décembre, janvier, février et mars et nous avons constaté les résultats cités dans le tableau 43.

• Défauts nécessite des retouches

Défauts	Nbre défaut	Cumulé	%Cumulé
tache de colle	524	524	60%
décollement	161	685	78%
couture simple	123	808	92%
fil poilu	28	836	96%
rembordement	14	850	97%
fil sal	14	864	99%
points d'arrêt incomplet	7	871	100%
fil endommagé	3	874	100%
cuir endommagé	1	875	100%

Tableau 43 : les défauts trouvés sur les pièces contrôlées venue des postes goulots Accoudoir

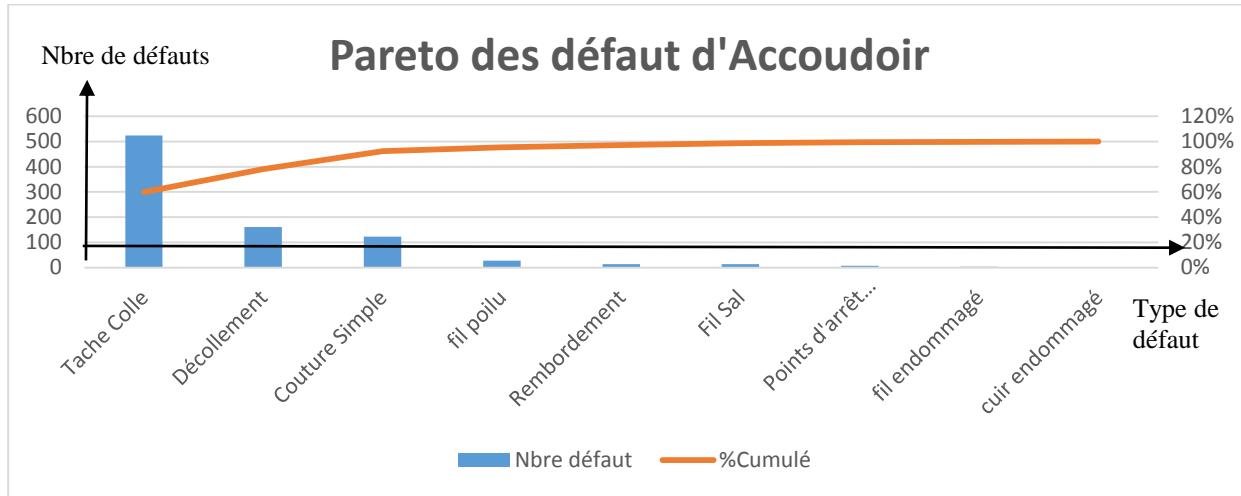


Figure 35 : pareto des défauts sur les pièces contrôlées venue des postes goulots Accoudoir

Pour le défaut de tache de colle le plus fréquent au projet Accoudoir, il est dû au support d'encollage qui n'est pas conforme avec le cuir à rembourder (tableau 44).

Défauts	Temps perdue (en min)	Tps perdue en 4 mois (en min)	Tps perdue en un mois(en min)	Temps en shift (en min)
Tache Colle	0,58	303,92	75,98	3,16
Décollement	1	161	40,25	1,67
Couture	2,33	286,59	71,6475	2,98
Total	3,91	751,51	187,8775	7,82

Tableau 44 : différents temps de réparation des défauts dans les postes goulots Casquette.

Tache de colle :



Tableau 45 : support d'encollage de Tep/ cuir d'Accoudoir

III.2.2. Surprocessing :

Pour le Mudas de surprocessing, nous avons constaté que des postes manquant ainsi problème au niveau de matière utilisé (tableaux 46 et 47).

• Pas de poste de posage	
Causes racines	Il n'existe pas une table de posage ainsi que le séchoir

Tableau 46 : analyse de 1^{er} mudas surprocessing de projet Casquette

• Non homogénéité de la colle utilisée sur la surface de l'insert	
Pourquoi 1	Le séchage de la pièce ne se réalise pas complètement en même temps
Causes racines	La surface de jet de la colle est réduite (en un point)

Tableau 47 : analyse de 2^{eme} mudas surprocessing de projet Casquette

III.2.3. Déplacement :

Comme nous avons déjà expliqué au projet Casquette, des déplacements inutiles qui peuvent s'éliminer (tableau 48, 49).

<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement des pièces posées 	
Pourquoi 1	Il pose l'insert et la mousse parfois au poste de rembordement de casquette parfois au poste de rembordement accoudoir
Causes racines	Pas de poste de posage

Tableau 48 : analyse de 1^{er} mudas déplacement de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement entre poste posage et rasage 	
Pourquoi 1	Déplacement de 7m vers poste de rasage
Causes racines	Pas d'emplacement de poste posage proche de poste rasage

Tableau 49 : analyse de 2^{eme} mudas déplacement de projet Casquette

III.2.4. Temps d'attente :

A cette fois-ci, le retard lié aussi au matériels de travail et matière (la colle) du travail (tableau 50, 51, 52 et 53).

<ul style="list-style-type: none"> • Perte du temps au poste de rasage 	
Pourquoi 1	L'usure du rasoir
Pourquoi 2	Au cours de rasage, la direction de rasage se dirige vers le support
Causes racines	Le support de rasage ne convient pas avec la pièce semi-finie

Tableau 50 : analyse de 1^{er} mudas temps d'attente de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> • Attente de pièce au poste encollage 	
Pourquoi 1	Le sèchement de la colle dure plus que 30 minutes (45 minutes par chrono)
Pourquoi 2	Le sèchement est en air ambiant
Causes Racines	Méthode de sèchement de colle

Tableau 51 : analyse de 2^{eme} mudas temps d'attente de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> • Retard au démarrage 	
Causes Racines	Méthode de sèchement de colle

Tableau 52 : analyse de 3^{eme} mudas temps d'attente de projet Casquette

<ul style="list-style-type: none"> • Retard de réparation des pièces 			
Pourquoi 1	Due à la colle qui sort du Tep/Cuir par les trous de couture	Due au sur épaisseur des côtés de la pièce fini	
Pourquoi 2	Défaut de couture	Le traçage est non convenable au posage	Une surépaisseur au niveau de rasage
Causes racines	Défaut de couture	Défaut de contre-forme au poste de traçage	Le support n'est pas pratique au rasage

Tableau 53 : analyse de 4^{eme} mudas temps d'attente de projet Casquette

I. Analyse des relevés d'analyse de déroulement :

D'après le calcul qui est fait à l'étape de mesure, nous avons décortiqué les opérations des postes qui ont un temps élevé par rapport aux autres, et pour se focaliser sur les postes (tableau 54,55, et 56).

Activité : Gainage			Analyse de déroulement					Projet : Casquette					
Poste : B8 Casquette						Unité							
Encollage						pers	Pièce	Sec	fois	cm			
Num	Opération	Transport	Contrôle	Attente	Stockage	Désignation	Opérateur	Quantité	Temps	Fréquence	Distance	Observation	Décision
1						Déplacement vers poste maquettage et poste de couture + cuir	1		82,5	6	900	Gaspillage de temps	A minimiser
2						Encollage de Cuir et insert	1		90(1 :30)	40	-	Gaspillage de temps	A minimiser
						déplacement			10,72			Gaspillage de temps	A minimiser
4						Posage de cuir sur chariot	1		-	40	-	-	-
5						Déplacement	1		6,44	40	350	Problème de méthode	A améliorer
6						Posage d'insert collé sur chariot	1		-	40		-	-
7						Déplacement	1		23,1	40	350	Gaspillage de temps	A minimiser

Tableau 54 : décision de la chrono-analyse poste encollage de Casquette

Activité : Gainage			Analyse de déroulement					Projet : Casquette					
Poste : B8 Casquette							Unité						
Posage et Rembordement							pers	Pièce	Sec	fois	cm		
Num	Opération	Transport	Contrôle	Attente	Stockage	Désignation	Opérateur	Quantité	Temps	Fréquence	Distance parcourue	Observation	Décision
1						Attente de sèchement de colle	-	2	2280	-	-	Problème de climat	--
1						Déplacement vers chariot	1	-	26	2	600	Gaspillage de temps	A minimiser
2						Réactivation de colle	1	2	33,41	1	-	Problème matériel	A améliorer
3						Posage de cuir sur Insert	1	-	234(03 :54)	1	-	-	-
4						Rembordement + semi-finition	1	-	657,36(10 :57)	1	-	-	-
5						Rasage + finition	1	-	298(05 :58)	1	-	Problème de matériel	A optimiser
6						Déplacement	1	-	8,2	2	324	Gaspillage de temps	A minimiser

Tableau 55 : décision de la chrono-analyse poste posage et rembordement Casquette

Activité : Gainage			Analyse de déroulement					Projet : Accoudoir					
Poste : B8 Accoudoir							Unité						
Posage & Rembordement							pers	Pièce	sec	fois	cm		
Num	Opération	Transport	Contrôle	Attente	Stockage	Désignation	Opérateur	Quantité	Temps	Fréquence	Distance	Observation	Décision
1						Attente de sèchement de colle	1		1800	-	-	Problème de climat	----
						Réactivation de colle	1	2	50	55	-	Problème matériel	A améliorer
2						Posage de Cuir/Tep sur produit semi-fini	1	-	144(02 :24)	55	-	--	---
---	---	---	---	---	---	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1						Réactivation de colle	1		22	55	-	Problème matériel	A améliorer
2						Rembordement	1		346,26(05 :46)	55	-	--	---
3						Rasage + finition	1		137,16(02 :28)	55	-	--	---

Tableau 56 : décision de la chrono-analyse postes posage et rembordement Accoudoir

II. Analyse d'ishikawa :

Dans l'analyse effectuée précédemment, j'aimerai bien d'ajouter des diagrammes ishikawa pour plus visualiser d'autres causes de retard de productions dans ces postes donc commençant par le poste de rembordement Casquette :

V.1. Poste de rembordement de projet Casquette élevé :

! Vous trouverez le diagramme ishikawa de poste de rembordement Casquette à l'annexe 9

V.1.1. Méthode :

- Pas d'affichage sur les défauts fréquemment rencontrés : au cours de rembordement des pièces, l'opérateur ne reconnaît pas les défauts au premier temps.
- Défaut de cuir non contrôlable : puisque le cuir est une matière vivante, il faut la protéger soigneusement, et d'après les causes cruciale de ces défauts, nous avons constaté que le cuir ne se contrôle pas dès la réception de la zone de coupe et la détection du défaut se rencontre au dernier poste de la cellule.
- Contrôle du sèchement de colle non convenable : la colle ne sèche pas complètement à cause de la méthode du sèchement en air, ce qui retard la production des pièces. Donc le contrôle de séchement ne se fait pas à ce stade, et il résèche la colle par le séchoir ce qui crée un retard en production.

V.1.2. Matière :

- Défaut de courbure : les défauts de courbure retour au poste de rembordement pour les corriger, ce qui perturbe l'opérateur au cours de production, et qui le retard, ce défaut est due à la poussière existe sur le cuir et ainsi que l'insert.
- Problème de sèchement de colle : sèchement en air ambiant.

V.1.3. Main d'œuvre :

- Savoir-faire dispersé : les opérateurs ont une formation dispersé entre eux.
- Absence des 5S : les postes sont mal rangé car le déchets de cuir après rasage reste sur table, et les opérateurs range le déchet après il nettoie la table.

V.1.4. Moyen :

- Manque des rasoirs supplémentaire : le superviseur distribue au premier temps les rasoirs au opérateurs, pourtant ces rasoirs sont parfois non conforme ce qui impose au opérateurs à travailler par eux.
- Rasoirs non conforme :
- Manque d'un support de cuir : lors de l'arrivée des pièces, l'opérateur pose le cuir sur le toit de poste
- Séchoir à basse température : le séchoir contient une température entre 350° et 450°.

V.1.5. Milieu :

- Eloignement : éloignement des postes de
- Recherche d'outils : à cause de mal nettoyage des postes donc les opérateurs cherche les outils de travaille et il y a aussi l'attente des outils.

V.2. Poste de rembordement Accoudoir élevé :

! Vous trouverez le diagramme ishikawa de poste de rembordement Accoudoir à l'annexe 10

V.2.1. Méthode :

- Pas d'affichage sur les défauts fréquemment rencontrés : au cours de rembordement des pièces, l'opérateur ne reconnaît pas les défauts au premier temps.
- Contrôle du sèchement de colle non convenable : la colle ne sèche pas complètement à cause de la méthode du sèchement en air, ce qui retard la production des pièces. Donc le contrôle de séchement ne se fait pas à ce stade, et il résèche la colle par le séchoir ce qui crée un retard en production.

V.2.2. Matière :

- Défauts de rasage de semi fini : le rasage ne se fait pas correctement sur le poste de rasage, car le support ne convient pas, il est sur mesure, ce qui influe sur la qualité de la pièce, le posage ne se fait pas correctement ainsi que le rembordement.
- Problème de sèchement de colle : sèchement en air ambiant

V.2.3. Main d'œuvre :

Savoir-faire dispersé : les opérateurs ont une formation dispersé entre eux.

V.2.4. Moyen :

- Manque des rasoirs supplémentaire : le superviseur distribue au premier temps les rasoirs au opérateurs, pourtant ces rasoirs sont parfois non conforme ce qui impose au opérateurs à travailler par eux.
- Séchoir à basse température : la température maximale de séchoir est de 450°C.

V.3. Poste de posage Accoudoir élevé :

! Vous trouverez le diagramme ishikawa de poste de posage 1 Accoudoir à l'annexe 11

V.3.1. Méthode :

- Posage manuel : l'opérateur pose la pièce plastique sur insert.
- Contrôle du sèchement de colle non convenable : la colle ne sèche pas complètement à cause de la méthode du sèchement en air, ce qui retard la production des pièces. Donc le contrôle de séchement ne se fait pas à ce stade, et il résèche la colle par le séchoir ce qui crée un retard en production.

V.3.2. Matière :

- Défaut de traçage semi-fini : le traçage ne se fait pas correctement, car la contre forme de traçage non convenable.
- Problème de sèchement de colle : sèchement en air ambiant

V.3.3. Moyen :

- Manque des rasoirs supplémentaire : les rasoirs sont usées par le support de rasage, car il est sur-mesure de la pièce semi-finie.
- Séchoir à basse température : la température maximale de séchoir est de 450°C.

V.3. Poste de posage2 Accoudoir élevé :

! Vous trouverez le diagramme ishikawa de poste de posage 2 Accoudoir à l'annexe 12

V.3.1. Méthode :

- Pas d'affichage sur les défauts fréquemment rencontrés : au cours de rembordement des pièces, l'opérateur ne reconnaît pas les défauts au premier temps.
- Contrôle du sèchement de colle non convenable : la colle ne sèche pas complètement à cause de la méthode du sèchement en air, ce qui retard la production des pièces. Donc le contrôle de séchement ne se fait pas à ce stade, et il résèche la colle par le séchoir ce qui crée un retard en production.

V.3.2. Matière :

- Défaut de traçage semi-fini : le traçage ne se fait pas correctement, car la contre forme de traçage non convenable.
- Problème de sèchement de colle : sèchement en air ambiant

V.3.3. Moyen :

- Manque des rasoirs supplémentaire : les rasoirs sont usées par le support de rasage, car il est sur-mesure de la pièce semi-finie.
- Rasoirs non conforme :
- Séchoir à basse température : la température maximale de séchoir est de 450°C.

Conclusion :

A ce stade, nous avons terminé la phase d'analyse où nous avons déterminé les origines des principaux problèmes responsables des pertes de temps au niveau des NVA, tout en utilisant des outils d'analyse comme Analyse de Déroulement, Isikhawa, 5 pourquoi.

Les résultats obtenus seront mis à profit dans le chapitre suivant et serviront à la conduite de la phase d'amélioration de la situation.

*Chapitre 6 :
Phase d'Innover (d'Amélioration) de
la démarche DMAIC*

Chapitre 6 : Phase d'Innover (Amélioration) de la démarche

DMAIC

Objectif: Cette étape permet de passer de la théorie à l'application et de mettre en place des solutions aux améliorations détectées dans la phase d'analyse.

Introduction :

Dans cette quatrième étape de la méthodologie DMAIC, nous avons mis en place un algorithme à suivre pour définir le problème :

- ◆ innovation d'Analyse de déroulement
- ◆ proposition d'amélioration pour les 5 pourquoi
- ◆ projets à long terme

I. L'analyse de déroulement :

Activité : Gainage	Analyse de déroulement	Projet : Casquette
Poste : B8 Casquette		Encollage

D'après la méthode expliquée à la phase de Quick Wins, le déplacement inutile a été éliminé,

Donc, concernant la méthode d'encollage, le temps de séchage de cuir est de 10 minutes par contre l'insert est 45 minutes en air ambiante, l'opérateur peut encoller les inserts demandés après il passe à l'encollage des cuirs (tableau 57).

Activité : Gainage		Analyse de déroulement		Projet : Casquette									
		Poste : B8 Casquette		Unité					Observation		Décision		
Num	Opération	Transport	Contrôle	Attente	Stockage	Désignation	Opérateur	Pièce	Sec	fois	cm		
1						Déplacement vers poste maquettage et poste de couture + cuir	1		10	6	900	Gaspillage de temps	Minimisé
2						Encollage d'insert	1		30	40	-	Gaspillage de temps	Minimisé
						déplacement			0			Gaspillage de temps	Éliminé
4						Posage d'insert sur chariot	1		-	40	-	-	-
5						Déplacement	1		0	40	350	Problème de méthode	Éliminé
6						Encollage de cuir			60(1 min)				A établir
7						Posage de cuir sur chariot	1		-	40		-	-
8						Déplacement	1		0	40	350	Gaspillage de temps	Éliminé

Tableau 57 : décision de la chrono-analyse poste encollage de Casquette

Activité : Gainage	Analyse de déroulement	Projet : Casquette
Poste : B8 Casquette		Posage et Rembordement

D'après les Quick Wins, le rasage sera en 2 minutes 41 secondes, et concernant la réactivation de colle, nous avons constaté, d'après des relevés par un thermocouple de département laboratoire (tableau 58), que la température du séchoir est inférieure à 500°C (figure 36) par ce qui est indiqué sur les instructions de travail.

Nbr de Relève	Séchoir1	Séchoir2	Séchoir3
R 1	413	427	430
R 2	418	430	433
R 3	426	437	440
R 4	433	442	445
R 5	436	448	448
R 6	440	450	453
R 7	445	455	468

Tableau 58 : les relevées de température effectué sur 3 séchoirs en marche

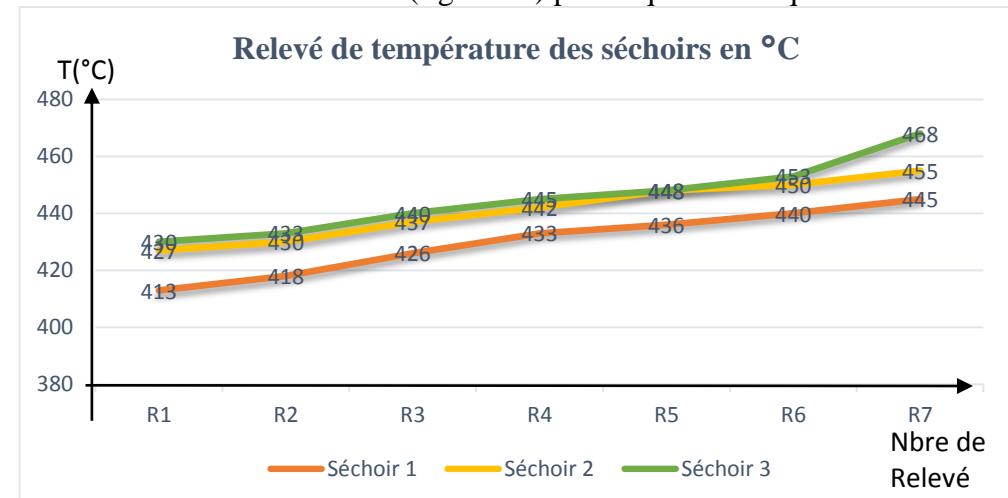


Figure 36 : les relevés de température des séchoirs en °C

La température de séchoir n'atteint pas 500 °C comme il est représenté sur la figure 27, par contre le séchoir aide les opérateurs à finir la pièce dans un temps très réduite car l'utilisation du séchoir est de 85%.

Activité : Gainage			Analyse de déroulement					Projet : Casquette						
Poste : B8 Casquette							Unité							
Num	Posage et Rembordement						Opérateur	pers	Pièce	Sec	fois	cm	Observation	Décision
1	Opération	↓	Transport	↓	Contrôle	↓	Attente	↓	Vélocage					
1	Attente de sèchement de colle						-	2		2280	-	-	Problème de climat	
1	Déplacement vers chariot						1	-		10	2	600	Gaspillage de temps	
2	Réactivation de Colle						1	2		153,61	1	-	Problème matériel	
3	Posage de cuir sur Insert						1	-		234(03:54)	1	-	-	
4	Rembordement + Semi-Finition						1	-		657,36(10:57)	1	-	-	
5	Rasage + Finition						1	-		221(03:41)	1	-	Problème de matériel	
6	Déplacement						1	-		6	2	324	Gaspillage de temps	
													Minimisé par réimplantation	
													A améliorer	
													-	
													Minimisé	
													Minimisé par réimplantation	

Tableau 60 : décision de la chrono-analyse poste posage et rembordement Casquette

Activité : Gainage			Analyse de déroulement					Projet : Accoudoir						
Poste : B8 Accoudoir							Unité							
Num	Posage & Rembordement						Opérateur	pers	Pièce	sec	fois	cm	Observation	Décision
	Opération	↓	Transport	↓	Contrôle	↓	Attente	↓	Vélocage					
1	Attente de sèchement de colle						1			1800	-	-	Problème de climat	---
	Réactivation de colle						1	2		23	55	-	Problème matériel	A améliorer
2	Posage de Cuir/Tep sur produit semi-fini						1	-		144(02:24)	55	-	--	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1	Réactivation de colle						1			25	55	-	Problème matériel	A améliorer
2	Rembordement						1			346,26(05:46)	55	-	---	---
3	Rasage + Finition						1			141(02:21)	55	-	---	---

Tableau 61 : décision de la chrono-analyse postes posage et rembordement Accoudoir

II. Solutions proposées les 5 Pourquois :

II.1. Casquette :

II.1.1 Erreurs / défauts :

• Pourquoi la détection des défauts de cuir se fait jusqu'au poste de rembordement ?	
Cause racine	Manque de contrôle au 1 ^{er} poste de réception: Refonte
Solution Proposée	Formation de poste de refonte sur les différentes défauts de cuir ainsi que de réaliser un système à la carte; des check liste contient les degrés du défaut de cuir Ajout d'éclairage au niveau de ce poste

Ce système à la carte constitue une sensibilisation et un renforcement de contrôle pour les opérateurs sur les points de réclamation (tableau 62).

Ordre de défaut	Point à contrôler
<u>Environnement :</u>	
E1	Ne pas faire tomber le cuir par terre
E2	Ne pas Mélanger de cuir
E3	Démarrer la purge d'air au cours de refondement le cuir
<u>Processus :</u>	
P1	Manque de démarrer la purge d'air
P2	Manque d'auto contrôle
<u>Réclamation :</u>	
R1	Peau d'orange
R2	Cicatrice
R3	Blessure

Tableau 62 : système à la carte

L'opérateur du contrôle au poste de refonte est tenu à reconnaître tous les défauts et les points de contrôle cités sur la check-list par ses supérieurs directs. Afin de faciliter la tâche, la visualisation de certain de ces défauts sera affichée, cette check-list sera actualisée suite au traitement de nouveau défaut reçus de la zone de coupe.

• Défaut de courbure		
Causes racines	Due au poste de maquettage	Due au poste de refonte
Solution Proposée	Réalisation de pistolet contient d'alcool permet de nettoyer facilement l'insert	Réalisation d'une purge d'air, placé dans un angle spécifique, qui permet d'enlever des poussières sur le cuir



<ul style="list-style-type: none"> • Défaut de couture 	
Causes racines	Due au changement de matière
Solution Proposée	Ajout d'une autre machine de couture double aiguille pour éviter les défauts de couture (classé le 3ème défaut en casquette et en accoudoir)

<ul style="list-style-type: none"> • Défauts nécessite des retouches 		
Tache Colle	Due au support de poste d'encollage	Réduire les extrémités de support d'encollage
Finition	due à la température de séchoir	Avoir des séchoirs de 350° à 500°
Couture	due à la machine de couture	Déjà résolue défaut de couture
Bosse	Due à la poussière	<ul style="list-style-type: none"> -Réalisation d'une purge d'air qui permet d'enlever des poussières sur le cuir au poste de refonte. -Réalisation de pistolet contient d'alcool permet de nettoyer facilement l'insert



<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des matériels par plusieurs personnes 	
Causes Racines	Manque d'emplacement de poste de posage sur terrain
Solution Proposée	Ajout d'une table et séchoir pour le poste de posage de mousse sur l'insert

II.1.2. Surprocessing :

<ul style="list-style-type: none"> • Durée de stockage important dans des encours 	
Cause racine	Méthode de séchage de colle

<ul style="list-style-type: none"> • Non homogénéité de la colle utilisée sur la surface de l'insert 	
Pourquoi	La surface de jet de la colle est réduite (en un point)
Solution Proposée	Augmentation de surface de jet de la colle par un nouveau pistolet PFS 55

$5 \text{ m}^2 / 12 \text{ min} \rightarrow 0,21 \text{ m}^2$ nous donne: 0,5 minutes de l'encollage



L'encollage sera dans une épaisseur plus grande qu'un point, il sert à diminuer le temps de l'encollage (il sera rapide) ainsi que l'encollage sera propre que l'encollage actuel.

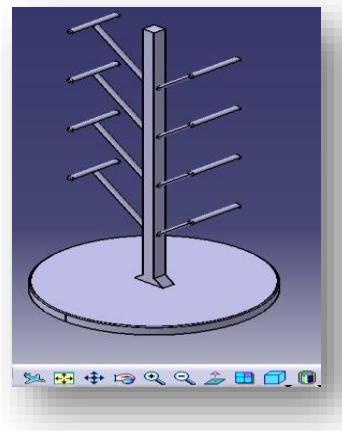
• Tache réalisé pour rien		
Causes racines	Pas d'emplacement pour le cuir après le déplacement de la phase séchage	Posage préalable inutile et la repose à la fin pour finir la pièce
Solution Proposée	Ajouter un chariot devant le poste de rembordement qui va diminuer aussi la fréquence de déplacement au chariot de séchage de colle	Eliminer le posage inutile de cuir après leur posage

II.1.3. Déplacement :

• Déplacement vers chariot d'encollage	
Causes racines	Manque d'organisation des postes sur terrain
Solution Proposée	Réorganisation de Lay-out (Méthode des Antériorités)

• Déplacement devant chariot de séchement de colle	
Causes racines	Une mauvaise méthode de posage sur chariot de séchage
Solution Proposée	Changement de méthode de posage des pièces sur le chariot de séchage (le cuir devant l'insert)

• Déplacement de pièce maquettage	
Causes racines	L'implantation de terrain non convenable aux déplacements entre poste encollage et maquettage
Solution Proposée	Ajout d'un chariot devant poste de maquettage



<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais rangement, désordre 	
Causes racines	Manque d'organisation des postes sur terrain
Solution proposée	Réorganisation de Lay-out (Méthode des Antériorités).

II.1.4. Temps d'attente :

<ul style="list-style-type: none"> • Attente de pièce au poste encollage 	
Causes racines	Méthode de sèchement de colle
Solution proposée	Avoir un stock de pièce encollé au début de démarrage

<ul style="list-style-type: none"> • Perte de temps due au démarrage 	
Causes racines	Méthode de sèchement de colle
Solution proposée	Avoir un stock de pièce encollé au début de démarrage

Au début, l'opérateur encolle les pièces comme suivant :

Temps	Démarrage	Apres une heure et demie	Apres 1h	Apres 1h	Apres 1h	Apres 1h
Nbre de pièces	8	6	6	6	6	8

Donc, la nouvelle méthode d'encollage sera :

Temps	Démarrage	Apres une heure et demie à 2 h	Apres 1h	Apres 1h	Apres 1h
Nbre de pièces	12	6	8	8	6

Gain de 20 minutes pour chaque lancement de chariot donc par journée nous avons 6 fois 20 minutes donc : 2h par shift.

II.2. Accoudoir:

II.2.1. Erreurs / défauts :

<ul style="list-style-type: none"> Défaut de contre-forme au poste de rasage 	
Causes Racines	-Les extrémités du support est sur mesure de la pièce plastique
Solutions Proposées	Diminuer les extrémités de contre forme afin que la contre-forme soit réduite à la pièce semi-finie

<ul style="list-style-type: none"> Défaut de contre-forme au poste de traçage 			
Causes Racines	Défaut sur les mesures de la plaquette	la plaquette mobile et le support sont mal serrés	Orientation de support
Solutions Proposées	Diminuer les extrémités de plaquette mobile	Serrage de la plaquette mobile et le support	Changer l'orientation de support

<ul style="list-style-type: none"> Défaut de couture 	
Cause Racine	Due au changement de matière
Solution Proposée	Ajout d'une autre machine de couture double aiguille pour éviter les défauts de couture (classé le 3ème défaut en casquette et en accoudoir)

<ul style="list-style-type: none"> Défauts nécessite des retouches 		
Tache Colle	Due au support de poste d'encollage	Réduire les extrémités de support d'encollage
Décollement	due à la température de séchoir	Avoir des séchoirs de 350° à 500°
Couture	due à la machine de couture	Déjà résolue défaut de couture

II.2.2. Surprocessing :

<ul style="list-style-type: none"> Pas de poste de posage 	
Cause Racine	Il n'existe pas une table de posage ainsi que le séchoir
Solution Proposée	Ajout d'une table et séchoir pour le poste de posage de mousse sur l'insert

<ul style="list-style-type: none"> Non homogénéité de la colle utilisée sur la surface utilisée 	
Cause Racine	La concentration de jet de la colle sur un point
Solution Proposée	Augmentation de surface de jet de la colle par un nouveau pistolet PFS 55

- $0.056m^2 \rightarrow 0,13$ minutes de l'encollage



II.2.3. Déplacement :

<ul style="list-style-type: none"> Déplacement des pièces posées 	
Cause Racine	Pas de poste de posage
Solution Proposée	Ajout d'une table et séchoir pour le poste de posage de mousse sur l'insert

<ul style="list-style-type: none"> Déplacement entre poste posage et rasage 	
Cause Racine	Pas d'emplacement de poste posage proche de poste rasage
Solution Proposée	Réorganisation de Lay-Out (Méthode des Antériorités)

II.2.4. Temps d'attente :

<ul style="list-style-type: none"> Perte du temps au poste de rasage 	
Cause Racine	Le support de rasage ne convient pas avec la pièce semi-finie
Solution Proposée	Diminuer les extrémités de contre forme afin que la contre-forme soit réduite à la pièce semi-finie

<ul style="list-style-type: none"> Attente de pièce au poste encollage 	
Cause Racine	Méthode de séchement de colle
Solution Proposée	Avoir un stock de pièces encollées

Pour éliminer le problème de temps de séchage, on va ajouter un autre chariot de stockage pour avoir toujours des pièces séchées.

<ul style="list-style-type: none"> Retard au démarrage 	
Cause Racine	Méthode de séchement de colle
Solution Proposée	Avoir un stock de pièces encollées

Pour éliminer le problème de temps de séchage, on va ajouter un autre chariot de stockage pour avoir toujours des pièces séchées.

Temps	Démarrage	Apres une heure	Apres 1h	Apres 1h	Apres 1h	Apres 1h
Nbre de pièces	12	9	9	9	8	8

Donc, la nouvelle méthode d'encollage sera :

Temps	Démarrage	Apres une heure et demie à 2 h	Apres 1h	Apres 1h	Apres 1h
Nbre de pièces	18	9	9	10	9

Gain de 20 minutes pour chaque lancement de chariot donc par journée nous avons 6 fois 20 minutes donc : 2h par shift.

• Retard de réparation des pièces			
Causes Racine	Défaut de couture	Défaut de contre-forme au poste de traçage	Le support n'est pas pratique au rasage
Solutions Proposées	Proposition à la réalisation de posage automatique		

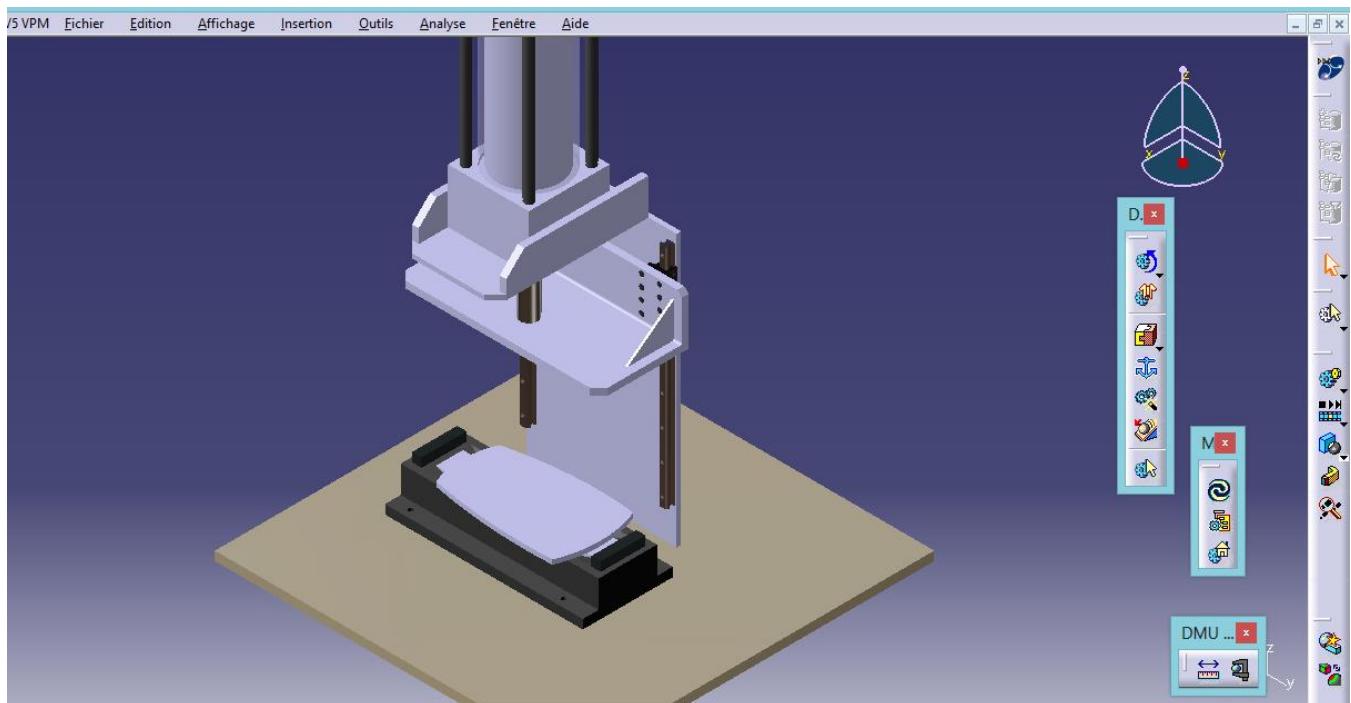
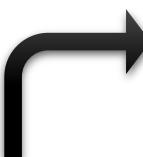


Figure 37 : machine de posage réalisé sur CATIA V5

! Vous trouverez encore plus de détaille dans la partie du projet à long terme

III. Procédure de réimplantation :

La procédure de réimplantation a été réalisée par la méthode d'antériorité, en commençant par tableau de trafic (tableau 63).



	MP	Parage	Refondueuse	Posage de l'insert / mousse	Couture simple aig.	Couture double aig.	Couture 2 simple aig.	Encollage en colle en	Rasage	Rasage de semi-fini	Traçage de semi-fini	Maquettage	Encollage	Posage	Rembordement Acc	Rembordement Cas	Contrôle et emballage
MP	55	40	55	95				40			40	110					
Parage																	
Refondueuse																	
Posage d'insert/mousse										55	55						
Couture simple aig.					95												
Couture double Aig.							40										
Couture2 simple aig.								40									
Encollage en colle spéciale																	
Rasage																	
Rasage de semi-fini																	
Traçage de semi-fini																	
Maquettage												80					
Encollage													55	40			
Posage																	
Rembordement Accoudoir																55	
Rembordement Casquette																	40
Contrôle et emballage																	

Tableau 63 : quantification du trafic



Trafics très importants



Trafics importants



Trafics peu importants

Il est pratique dans cette matrice de colorier les flux en trois couleurs (Rouge = Trafics très importants, Bleu = Trafics importants, Vert = Trafics peu importants) de façon à voir sur les plans ou implantation théoriques, une représentation colorée des flux.

III.1. Méthode des antériorités :

La méthode des antériorités permet de rechercher une mise en ligne en construisant une implantation fondée sur les antériorités de chaque poste. Le tableau 64 représente les antériorités de chaque poste des cellules Accoudoir et Casquette.

Parage	Refondeuse	Posage de insert / mousse	Enco. de deux pcs	Couture simple aig.	Couture dble aig.	Couture2 simple aig.	Encollage en colle spéciale	Rasage	Rasage de semi fini	Traçage de semi fini	Maquettage	Encollage de cuir et insert	Posage	Rembordement cas	Rembordement acc	Contrôle et rmballage
		Enco. de deux pcs		-Parage - Refonduse	Couture - Simp. Aig.	Couture - dble aig.	Couture - simple aig.	Encollage en colle sp.	Posage	Rasage de semi-fin		- Maquettage -Rasage	Encollage cuir et insert	Enco. Cuir et ins.	Posage	-Rembordement cas -Rembordement acc

Tableau 64 : antériorité des postes.

L'application de la méthode donne l'ordre des postes suivant la figure 37.

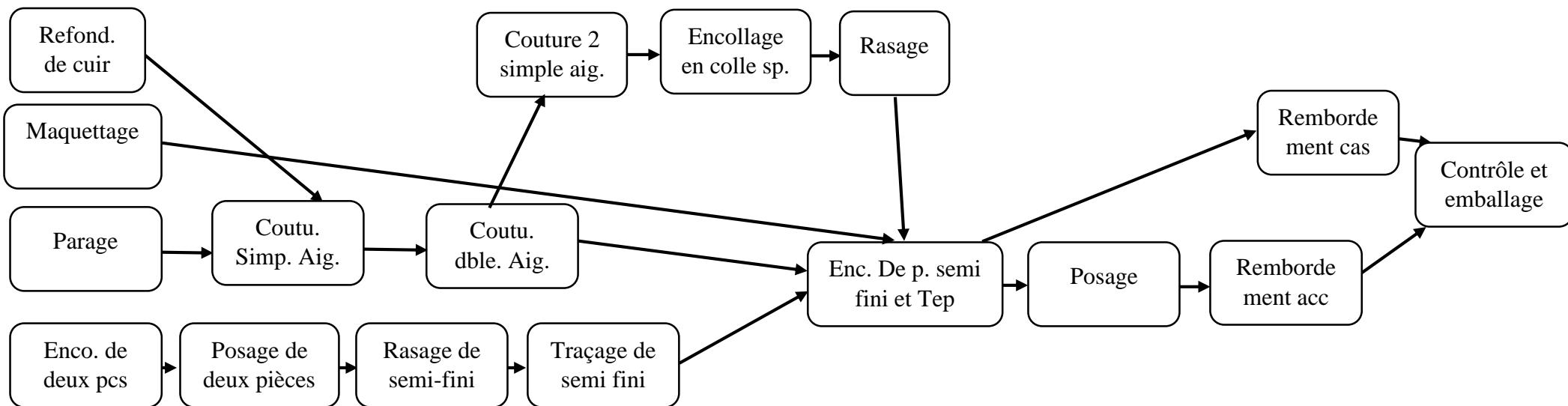


Figure 37 : résultats de la méthode des antériorités.

Une modification de la ligne s'impose car certains trafics sont trop longs, ce qui donne l'ordre représenté sur la figure 38.

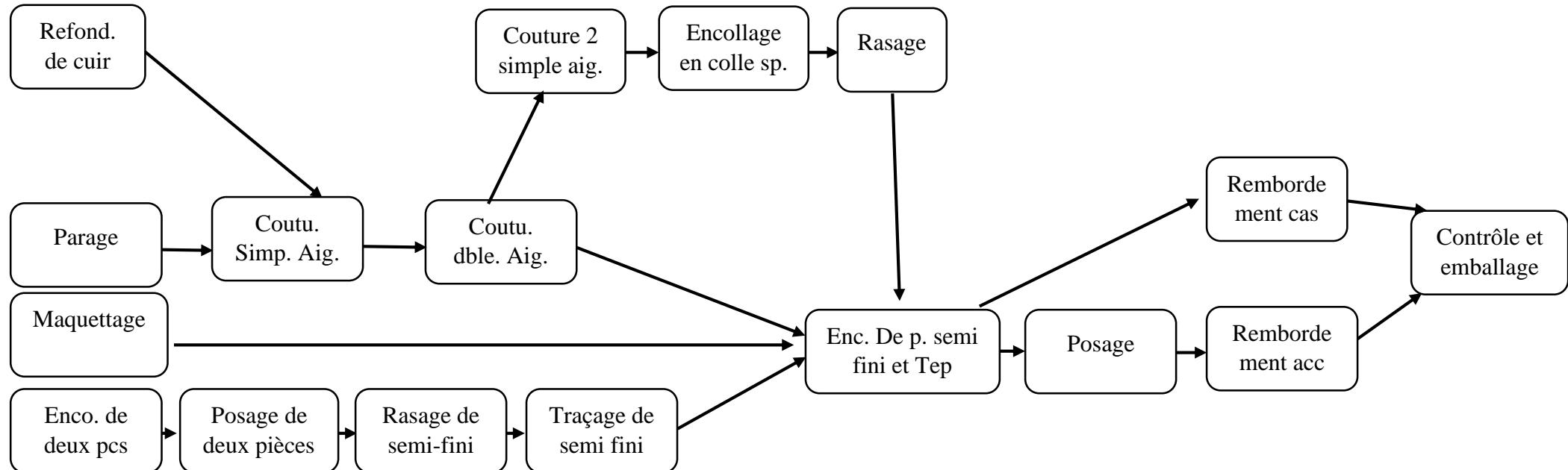


Figure 38 : résultats de la méthode des antériorités améliorée

En effet le choix de la réimplantation n'a pas été fait pour optimiser l'espace du terrain, mais c'est pour réduire le temps de déplacement sur la cellule et de faciliter le travail aux opérateurs.

Donc, le gain d'espace de 21.6 m² a été fait par coïncidence avec notre nouvelle réimplantation par la méthode d'antériorité (figure 39).

Vous trouverez sur la figure 39 la représentation de la nouvelle réimplantation selon l'étude préalable de deux flux de production et le temps future (tableau 65, 66).

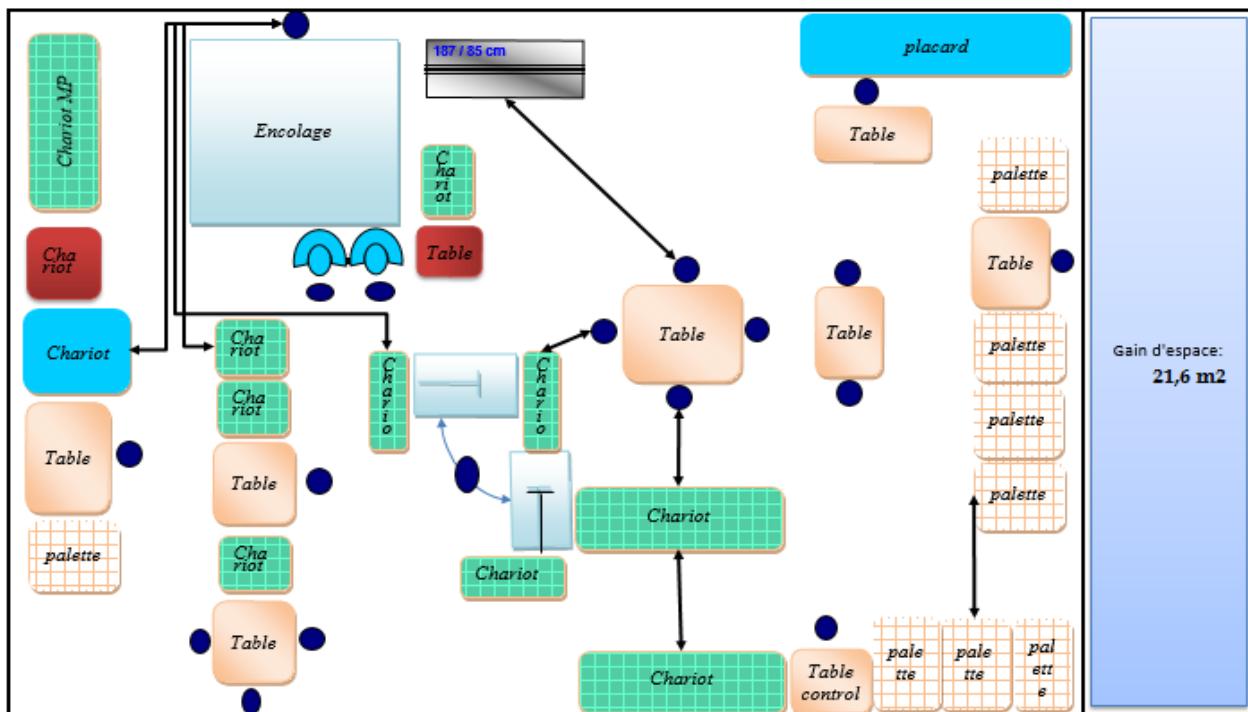


Figure 39: diagramme spaghetti des déplacements futur des pièces.

Opération Casquette	Dep. futur en (m)	Temps futur en (s)	Fréquence
Refondement de pièce	0	/	
Couture simple aiguille	0	/	
Couture Double aiguille	0	0	1
Couture simple aiguille	0	0	1
Encollage en colle spéciale	1,285	1	1
Rasage	0	0	0
Maquettage	0	0	0
Encollage de cuir et insert	5,6	10	12
Posage et Rembordement	5,4	10	17
Contrôle et Emballage	2	3	
Total	14,285	24	

Tableau 65 : temps future des déplacements par pièces de projet Casquette

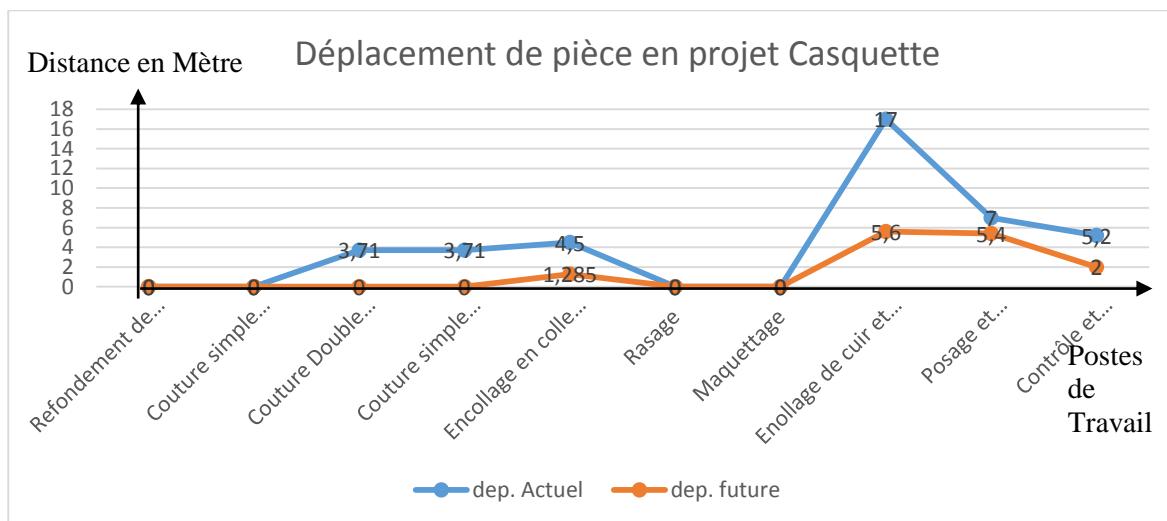


Figure 40 : différents déplacements de pièce accoudoir sur terrain

Opération Accoudoir	Dep. futur en (m)	Temps futur en (s)	Fréquence
Parrage de pièce	0	0	0
Collage de deux pièces	0	0	0
Posage de deux pièces	2,58	0	1
Couture simple aiguille	0	0	0
Couture double aiguille	0	0	0
Rasage de semi fini	4	0	1
Traçage de semi fini	0	0	1
Encollage de produit semi fini et tep	5	4	5
Posage	0	0	0
Rembordement	0	0	0
Contrôle et emballage	2,7	0,1	1
	14,28	4,1	

Tableau 66: temps future des déplacements par pièces de projet Accoudoir

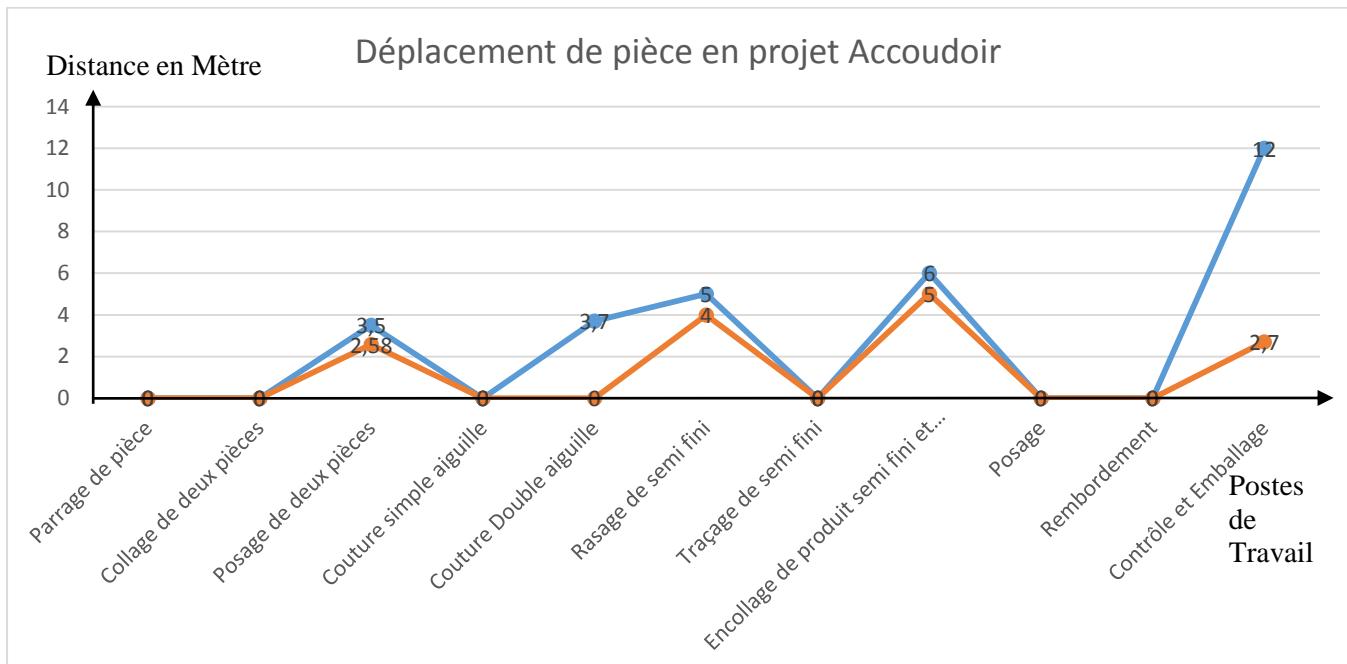


Figure 41 : différents déplacements de pièce Accoudoir sur terrain

D'après ces tableaux de calcule (tableau 67,68), on constate que le gain apporté d'après la nouvelle réimplantation sera : **gain de 13,5 jours pour casquette et 1,43 jours pour accoudoir.**

Projet : Casquette	Distance parcourue (m)	Temps de déplacement (min)
Implantation existante	41,12	1,95
Implantation future	14,28	0,14
Gain apporté	65%	92%

Tableau 67 : comparaison des indicateurs de performance projet Casquette

Projet : Accoudoir	Distance parcourue (m)	Temps de déplacement (min)
Implantation existante	30,2	14
Implantation future	14,28	4,1
Gain apporté	53%	70%

Tableau 68: comparaison des indicateurs de performance projet Accoudoir

Projets à long terme :

I. Partie analyse fonctionnelle :

Un des facteurs déterminants dans une démarche rationnelle de conception de produits est l'établissement d'un cahier des charges fonctionnel.

C'est un outil méthodologique nécessaire pour détecter et formuler fonctionnellement le besoin (ce que veut l'utilisateur).

Un Cahier De Charge Fonctionnel CDCF : document par lequel le demandeur d'un produit exprime son besoin en terme de fonctions de service et de contraintes. Il contribue à l'obtention de la qualité.

- L'établissement d'un CDCF nécessite une enquête permettant de cerner au mieux les besoins des utilisateurs,
- Le but poursuivi est d'obtenir le produit le plus apte pour un coût minimal,
- Un critère d'appréciation qualitatif doit être accompagné d'éléments permettant de situer le niveau.

Donc l'élaboration de cahier des charges se fait dans 2 choses :

- Analyse fonctionnelle externe,
- Analyse fonctionnelle interne.

I.1. Analyse fonctionnelle externe :

I.1.1 Outil « bête à cornes » :

La bête à corne est un outil d'analyse fonctionnelle du besoin. En matière d'innovation, il est tout d'abord nécessaire de formuler le besoin sous forme de fonctions simples que devra remplir le service innovant (figure 35).

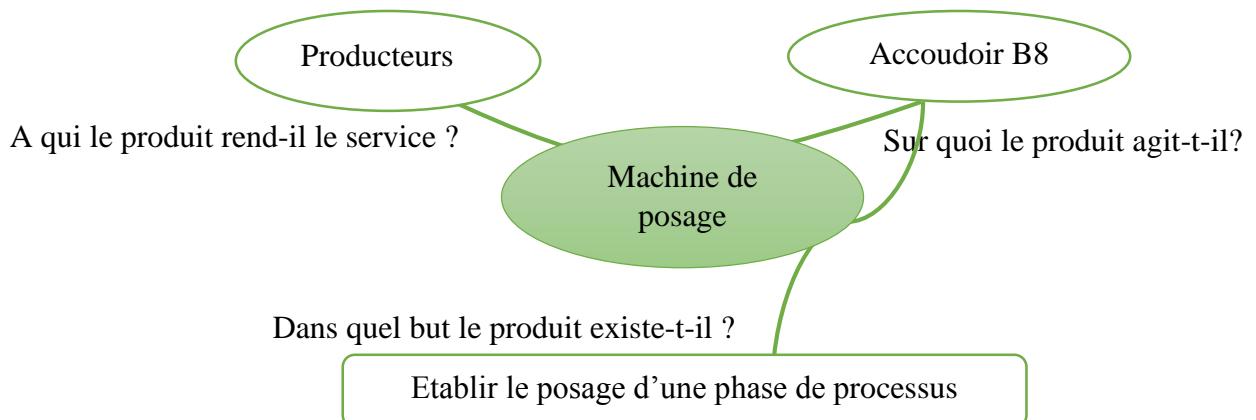


Figure 42 : Diagramme bête à corne

I.1.2 Outil « Pieuvre » :

L'outil diagramme Pieuvre est utilisé pour analyser les besoins et identifier les fonctions de service d'un produit (figure 43), il met en évidence les relations entre les différents éléments du milieu environnant et le produit (tableau 69).

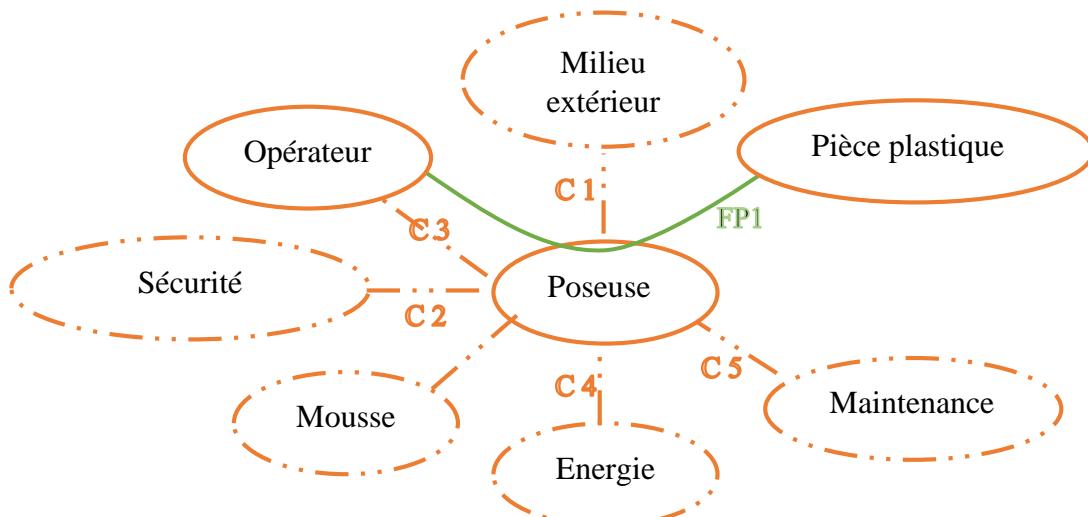


Figure 43 : diagramme Pieuvre

FP1	réalisation d'opération posage d'une pièce plastique avec une mousse
C1	présenter une qualité esthétique de la machine
C2	respecter les critères de sécurité
C3	recevoir les ordres de l'utilisateur
C4	utiliser l'énergie disponible
C5	assurer la maintenance pour la machine

Tableau 69 : fonction principale et les contraintes de diagramme Pieuvre

I.2. Analyse fonctionnelle interne :

I.2.1 Diagramme S.A.D.T (Structured Analysis for Design and Technic) ou Actigramme :

La méthode SADT est une méthode d'analyse par niveaux successifs d'approche descriptive d'un ensemble quel qu'il soit (figure 44).

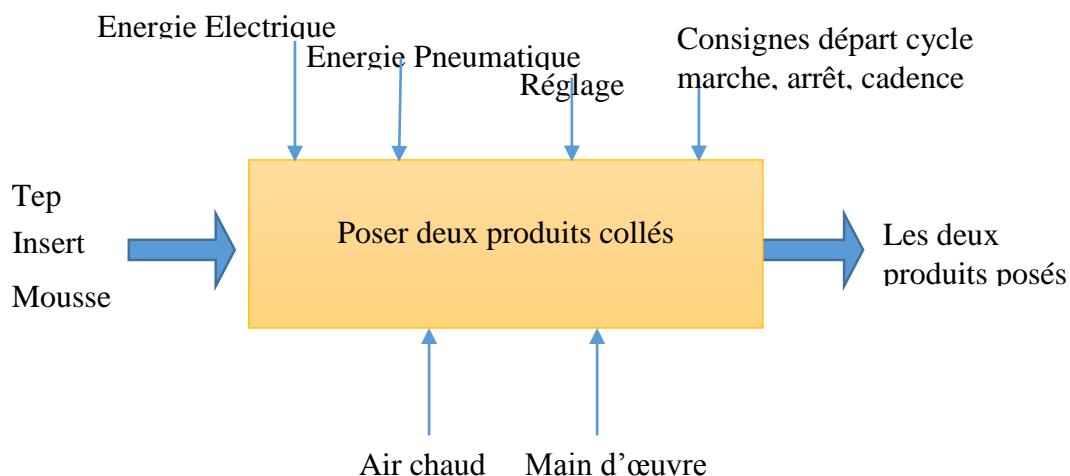


Figure 44 : actigramme de la machine de posage

I.2.2. Diagramme F.A.S.T (Functional Analysis System Technic) :

Un diagramme FAST présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de service en fonction(s) technique(s), puis matériellement en solution(s) constructive(s).

Le diagramme FAST constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir améliorer la solution proposée.

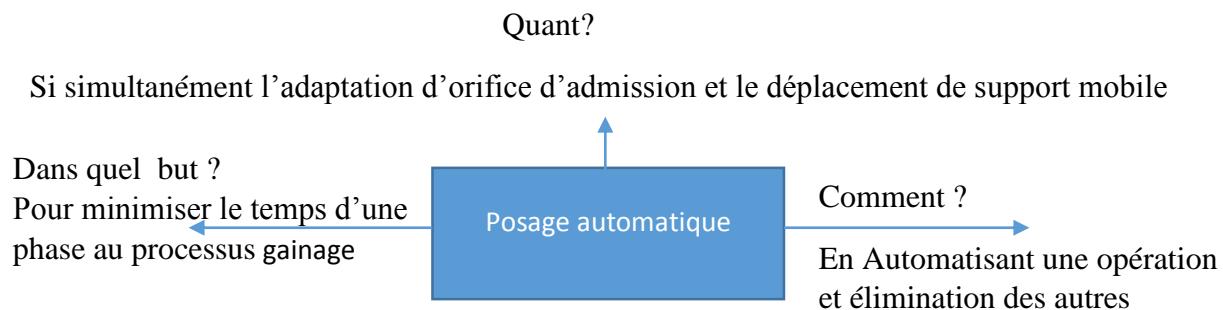


Figure 45 : diagramme F.A.S.T de machine de posage

Diagramme F.A.S.T partiel pour une pince de manipulateur

Extérieur au produit	Intérieur au produit				Extérieur au produit
Fonction de service	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Element au milieu environnant
	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Transformer l'énergie pneumatique en énergie Mécanique</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Poser une pièce sur une autre</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Transmettre l'énergie mécanique</div>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Déplacer un support</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Réaliser une liaison glissière</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Amplifier l'effort transmissible</div>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Etablir une différence de pression</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Maintenir la différence de pression</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Utiliser un système d'encastrement avec support mobile</div>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Réaliser une chambre1 Pression P1</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Adapter l'orifice d'admission</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Réaliser une chambre2 Pression P2</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Adapter l'orifice d'admission</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Adapter le déplacement de support mobile</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Buter en fin de course</div>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Air Pression P1</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Air Pression P2</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Vérin double effet</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">Capteur</div>

Tableau 70 : technique d'analyse fonctionnelle et systématique

II. Partie conception de machine :

Concernant la partie de conception de la machine, il nous intéresse la partie supérieure qui est mobile ainsi que la contre-forme de la partie fixe.

Pour la partie mobile (supérieur), on est besoin de reconnaître la force exercé sur la partie inférieur, ainsi, on détermine le diamètre du vérin.



Téflon a une masse volumique $\rho = 2,16 \text{ g / cm}^3$

donc : le volume de contre forme est : 2376 cm^3 , la masse sera : $m = 5,132 \text{ kg}$

La charge déplacée est alors : $Ft = m \times g = 5,132 \times 10 = 51,32 \text{ N}$, $Ft = 5,132 \text{ daN}$

Pour effort réel : $Fr = 90\% \times Ft$

➤ Calcule de la section théorique :

et puisque $p = 6 \text{ Bars}$ (pression d'alimentation)

$F = P \times S \Rightarrow$ donc :

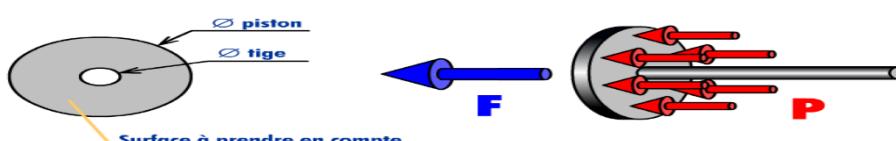
$S = F / P = 5,132 / 6 = 0,855 \text{ cm}^2$.

Puisque la section d'une tige est : $S = \frac{\pi \times D^2}{4}$

$$\text{Donc : } D = 2 \times \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 1,04 \text{ cm}$$

Donc on prendra un vérin de diamètre de vérin $\varnothing 10 \text{ mm}$ et de tige $\varnothing 4 \text{ mm}$.

La question qui s'oppose est ce que la force de rentrée sera possible ?



$$S = \frac{(D^2 - d^2) \times \pi}{4} = 0,72 \text{ cm}^2$$

$$F = P \times S = 6 \times 0.72 = 4,32 \text{ daN.}$$

- Le taux de charge est 0,8 (80%)

Donc :

$$S = F / (0,8 \times P) = 5,132 / (0,8 \times 6) = 1,07 \text{ cm}^2$$

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2 \times \sqrt{\frac{1,07}{\pi}} = 1,16 \text{ cm} \text{ donc } \varnothing 10 \text{ mm}$$

Vérification graphique :

! Vous trouverez le graphique de vérification à l'annexe 13

Le tableau 71 présente les données exigées par notre cahier des charges :

La fonction opérative du vérin	Déplacement du haut vers le bas
La situation du montage	Verticale
La course	30,5 cm
La masse déplacée	5,132 Kg
La charge appliquée	5,132 daN
Le temps d'action requis	3sec

Tableau 71 : caractéristique du Vérin

Nous pouvons choisir un vérin à l'aide du tableau d'effort dynamique théorique,

! Vous trouverez le tableau d'effort dynamique à l'annexe 14

Et pour savoir la course de ce vérin, on l'interprète d'après ce graphique

! Vous trouverez le tableau d'interprétation de la course du vérin à l'annexe 15

III. Partie d'alimentation de support supérieur :

Pour le calcul de force et diamètre de ventouse :

F_H = la force de maintien théorique à la ventouse (N)

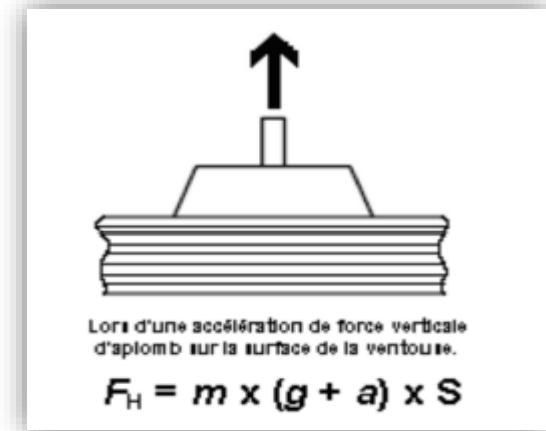
m = la masse de l'objet (kg)

g = accélération de la pesanteur (m/s^2)

a = l'accélération de l'objet

μ = le coefficient de frottement

s = facteur de sécurité, minimum 1,5 pour des matériaux non poreux



Donc, $F_H = m \times (g + a) \times s$

Figure 46 : position des ventouses choisies

Concernant la masse, puisqu'on va utiliser cette machine pour deux fonctions : posage de l'insert sur la mousse et posage de ces deux derniers sur le Tep/Cuir on va prendre la plus grande masse 232,5 g, donc : on majore $M = 0,25$ kg

$g = 10 \text{ m/s}^2$

$s = 1,5$ minimum

Application numérique : $F_H = 0,3 \times (10 + 0,033) \times 1,5 = 4,51N$

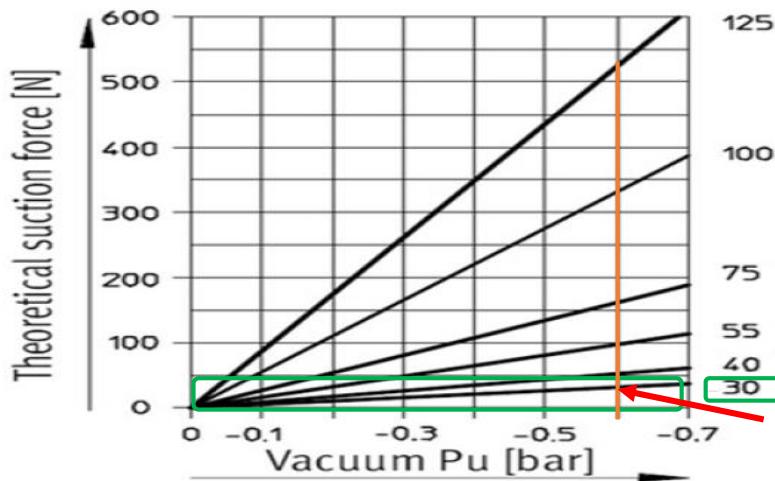


Figure 47 : abaque de choix du diamètre d'une ventouse

Donc, d'après l'abaque, pour le diamètre choisi est de ø30mm de ventouse.

Concernant l'étude technico-économique, nous avons pour les matériels proposés (tableau 72) :

Equipements	Prix en DH
Microprocesseur Arduino	400,00
Vérin SMC	1200,00
Relais de sécurité	341,88
Capteur présence de la gaine	384,42
Bouton poussoir	297,00
Bouton d'arrêt d'urgence	131,45
Ventouse	100,00
Lampe rouge	50,00
Bâtis	1500,00
Contre forme	2500,00
Total TTC	6520,33
Total HT	5433,60

Tableau 72 : liste des dépenses du projet

Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à la proposition des solutions pour chaque phase traité dans le chapitre d'analyse ainsi nous avons proposé des solutions qui se réalise à long terme.

Dans le chapitre suivant, nous allons contrôler le gain des actions à améliorées et le comparer avec l'objectif cité au cahier des charges.

Chapitre 7 :
Phase de Contrôle de la démarche DMAIC

Chapitre 7 : Phase de contrôle de la démarche DMAIC

Introduction :

Mesurer le système d'amélioration effectué à la phase d'innovation et communiquer les résultats des actions menées sont des enjeux majeurs dans la valorisation du travail effectuée.

Dans cette partie, nous allons détailler le temps gagné pour chaque type de non-valeur ajoutée ainsi que le gain financier annuel de chaque gaspillage.

Pour les idées d'améliorations casquette :

		Action
Déplacement	Réimplantation de Lay-Out	

- Temps mesuré avant amélioration : 117,5 secs
- Temps prévue après amélioration : 24 secs
- Gain financier annuel : 3749,76 DH

		Action
Encollage	Changement de pistolet	

- Temps mesuré avant amélioration : 107,5 secs
- Temps prévue après amélioration : 30 secs
- Gain financier annuel : 3144,96 DH

		Action
Réactivation	Changement de séchoir	

- Temps mesuré avant amélioration : 33,41 secs
- Temps prévue après amélioration : 15,61 secs
- Gain financier annuel : 4838,4 DH

		Action
Quick Wins	Ajouts des outils sophistiqués de travail	

- Temps mesuré avant amélioration : 384 secs
- Temps prévue après amélioration : 235 secs
- Gain financier annuel : 5999,61 DH

		Action
Opérations inutiles	Elimination de ces opérations	

- Temps mesuré avant amélioration : 102 secs
- Temps prévue après amélioration : 0 sec
- Gain financier annuel : 4112,64 DH

Pour le gain d'accoudoir :

		Action
Déplacement	Réimplantation de terrain	

- Temps mesuré avant amélioration : 14 secs
- Temps prévue après amélioration : 4,1 secs
- Gain financier annuel : 32931,36 DH

Action	
Encollage	Changement de pistolet

- Temps mesuré avant amélioration : 86 secs
- Temps prévue après amélioration : 19,5 secs
- Gain financier annuel : 3659,04 DH

Action	
Réactivation	Changement de séchoir

- Temps mesuré avant amélioration : 172 secs
- Temps prévue après amélioration : 33 secs
- Gain financier annuel : 7683,98 DH

Action	
Quick Wins	Ajouts des outils sophistiqués de travail

- Temps mesuré avant amélioration : 141 secs
- Temps prévue après amélioration : 80 secs
- Gain financier annuel : 3359,66 DH

En ce qui concerne les gains apportés à la société, il est partagé comme suite :
Pour le projet Casquette, la non-valeur ajoutée gagné de casquette est :

Opération	Temps planifié 2013	Temps trouvé par chronométrage	Temps final après amélioration
refondement de Pièce	0,450	0,300	0,300
couture	2,310	1,340	0,940
encollage en colle spéciale / rasage	1,950	1,723	1,540
maquettage	1,317	0,557	0,557
encollage de cuir et insert	1,417	2,850	0,900
rembordement et rasage	23,000	21,380	17,100
contrôle et emballage	2,500	1,383	1,000
Total :	32,943	29,534	22,337

Tableau 77 : temps gagné après les améliorations proposées projet Casquette

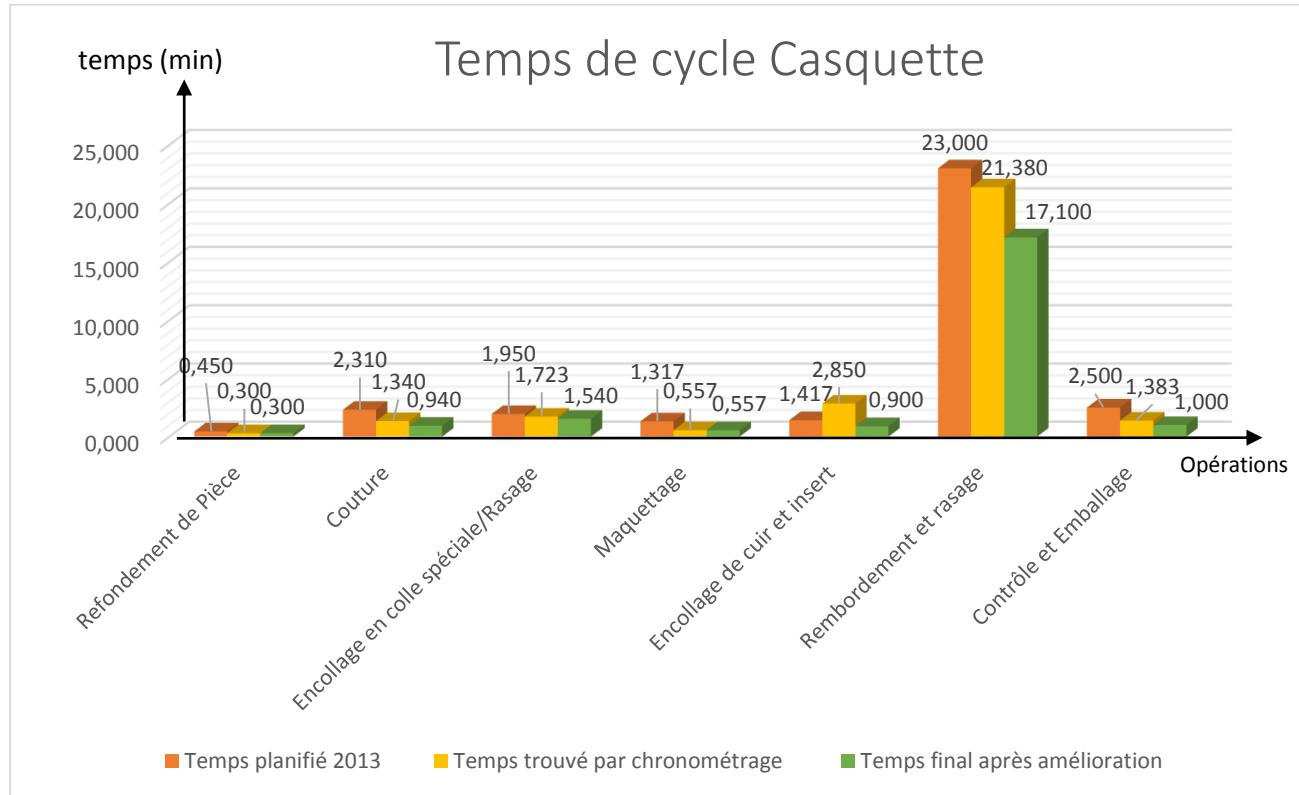


Figure 48 : histogramme de comparaison entre chronométrage 2013 et chronométrage de phase mesure et chronométrage de future de projet Casquette

Le gain de temps par pièce par rapport au chronométrage de 2013 est de **31,6 %**

Donc, le gain annuel est de **76 jours** pour casquette

Le gain de temps chronométré par rapport aux améliorations apportées est :

Non-valeur ajouté gagné d'accoudoir est :

Opération	Temps planifié 2013	Temps trouvé par chronométrage	Temps final après amélioration
parrage	0,500	0,212	0,212
couture	3,400	2,100	2,050
encollage mousse et insert	0,517	0,558	0,125
posage mousse + insert	1,933	1,308	1,292
rasage et traçage	1,110	0,760	0,730
encollage produit semi-fini + tep	1,350	0,875	0,200
posage gain sur insert	2,483	2,800	2,500
rembordement	9,333	8,085	5,470
contrôle et emballage	1,617	0,864	0,800
Total :	22,243	17,563	13,379

Tableau 78 : temps gagné après les améliorations proposées projet Accoudoir

Pour le projet Accoudoir :

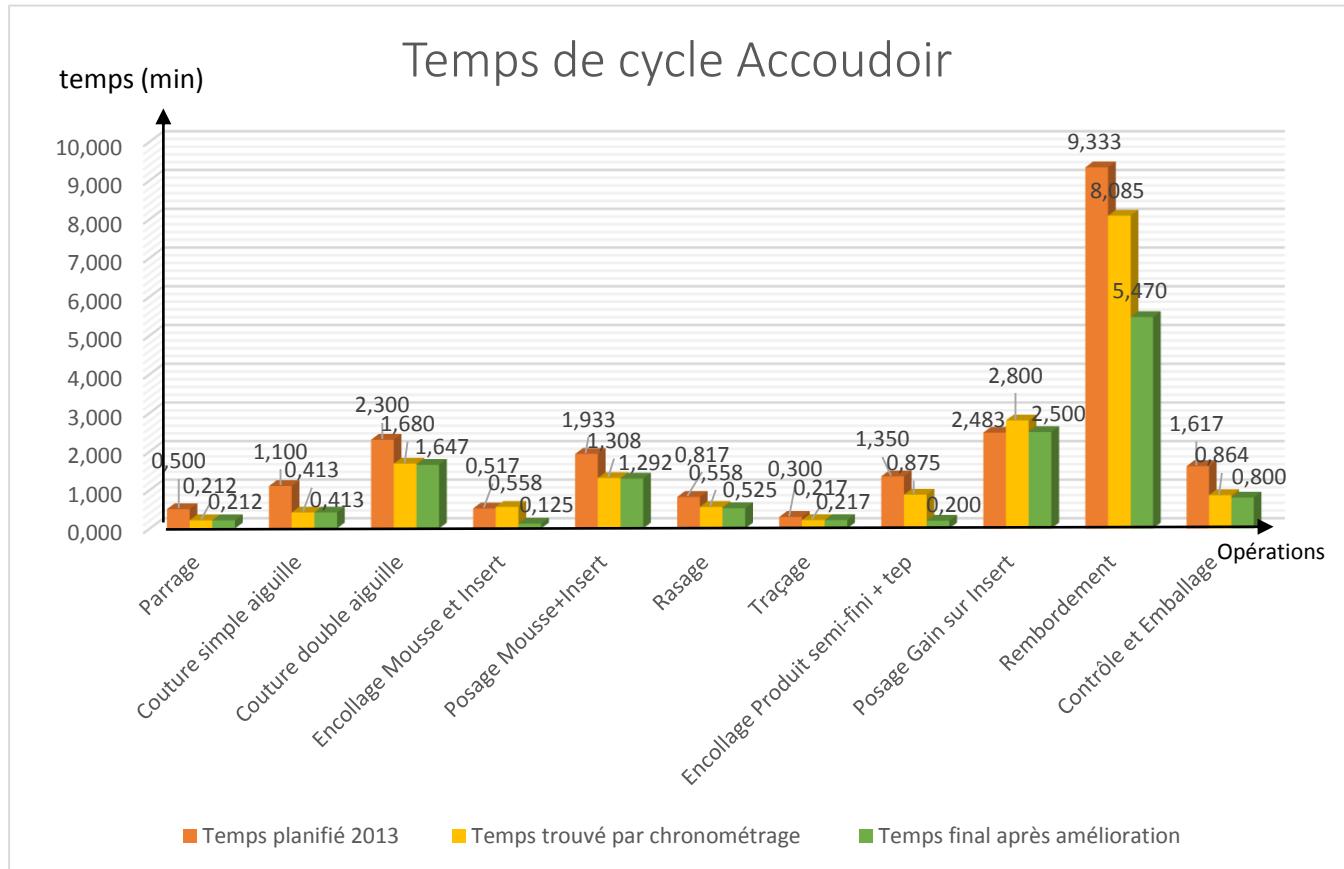


Figure 49 : histogramme de comparaison entre chronométrage 2013 et chronométrage de phase mesure et chronométrage de future de projet Accoudoir

Le gain de temps par pièce par rapport au chronométrage de 2013 est de **39,77%**

Donc, le gain annuel est de **89 jours** pour accoudoir

Pour les projets à Long Terme :

Pour la machine de posage : Nous avons effectué des essais concernant l'élimination de l'opération de rasage, nous avons commencé par traçage de la forme définitive et nous avons mis la colle sur ces mousses et les inserts et puis nous avons attendu 35 minutes pour le séchage de la colle après on avait effectué le posage,

Nous avons remarqué qu'il y avait de la mousse dépassant l'insert mais c'était à cause de méthode de coupe manuel donc il est impérativement d'ajouter une machine très simple de posage comme il est décrit ci-dessus à la phase d'innovation.

Concernant le gain apporté par cette machine est de :

	Gain de temps / pièce	Gain de temps / Shift	Gain de temps annuel	Gain financier
en minute	2	110	31680	-
en heures	0,03333	1,8333	528	6652,8

Tableau 79 : gain de la machine de posage

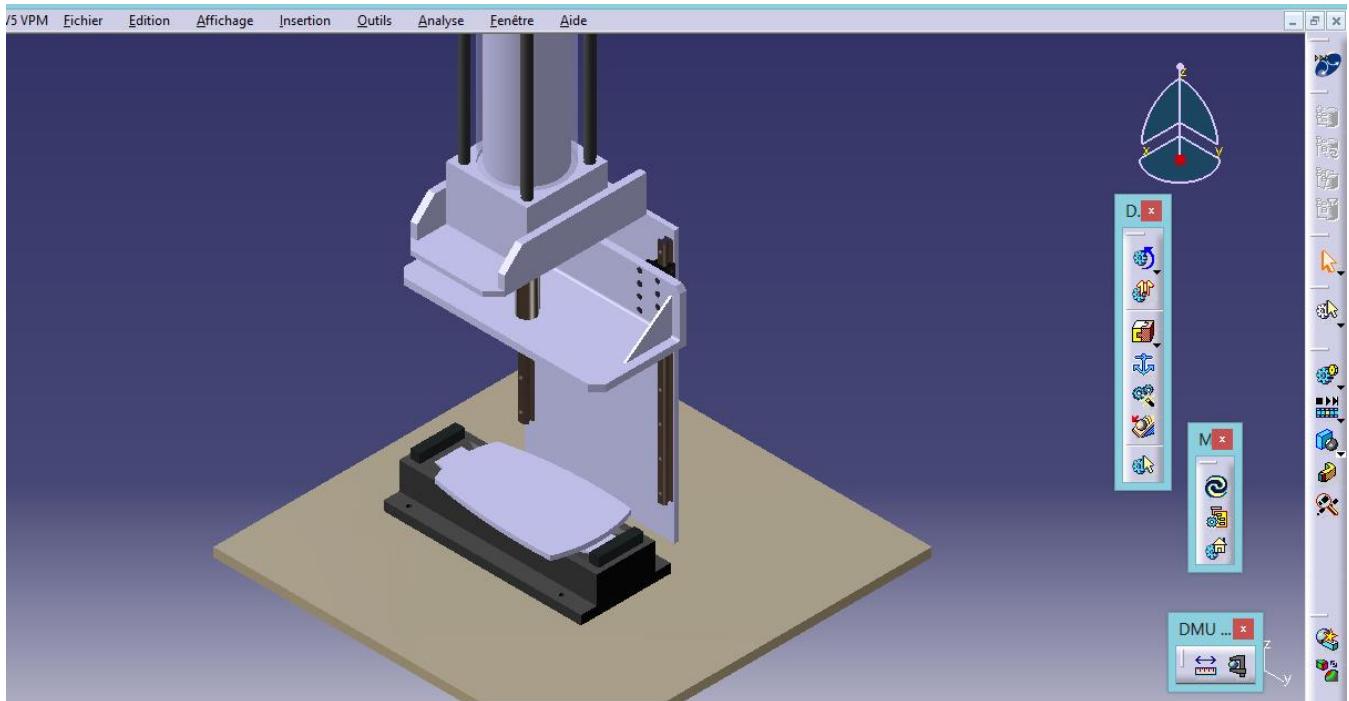


Figure 50 : machine de posage

Opération	Temps planifié 2013	Temps trouvé par chronométrage	Temps future
Parrage	30	12,72	12,72
Couture simple aiguille	66	24,8	24,8
Couture double aiguille	138	100,8	100,8
Encollage mousse et insert	31	33,5	33,5
Posage mousse + insert	116	78,5	5
rasage	49	33,5	0
traçage	18	13	0
Encollage produit semi-fini + tep	81	52,5	52,5
Posage gain sur insert	149	168	168
Rembordement	560	485,1	485,1
Contrôle et emballage	97	51,85	51,85
	1335	1054,27	934,27

Tableau 80: les temps planifié 2013, temps trouvé par chronométrage et le temps futur

Gain de 2 minutes / pièce

Par pièce Par shift Par mois Par année

<i>pcs sec</i>	257	10280	267280	3207360
<i>pcs min</i>	4,2833333	171,3333	4454,6667	53456
<i>pcs en heure</i>	0,0713889	2,855556	74,244444	890,93333

D'après le tableau, on aura 3 h par shift qui sera diminué de temps de processus

Et nous avons un gain de la mousse de 610 dcm² exploité.

Et pour la machine de rembordement :

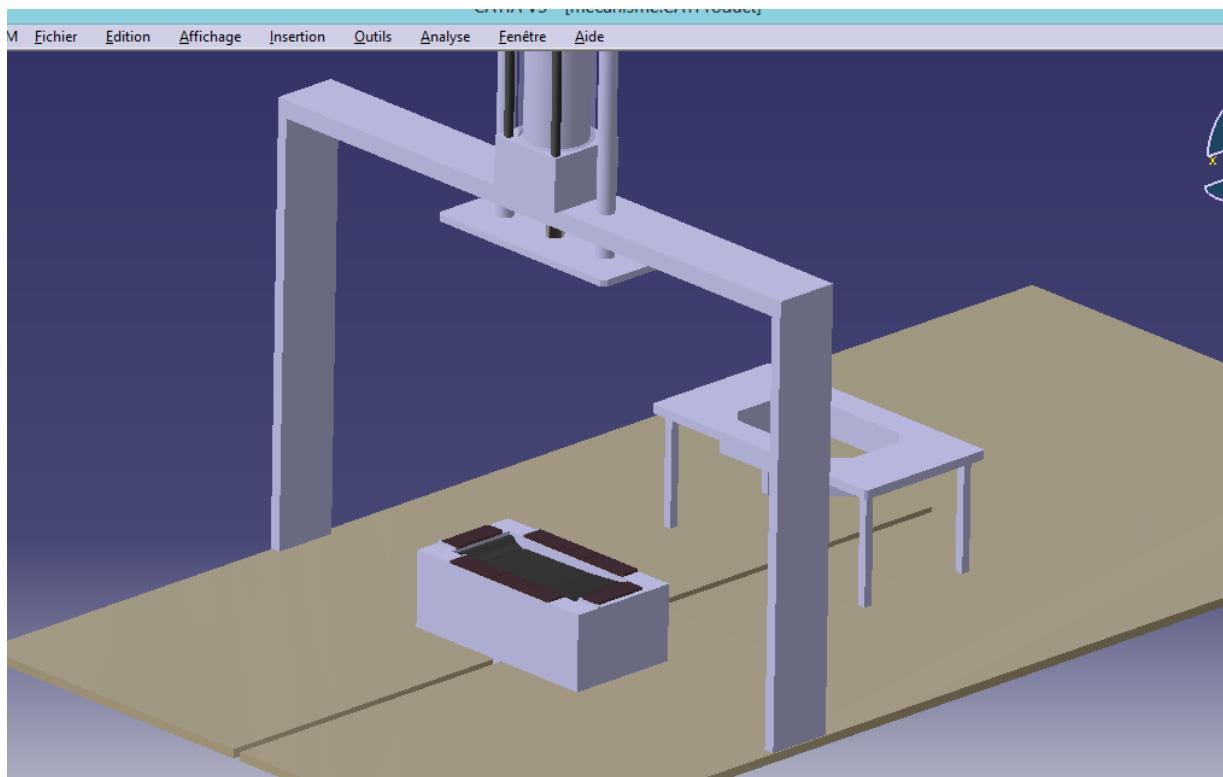


Figure 51 : machine de rembordement

Opération	Temps planifié 2013	Temps trouvé par chronométrage	Temps future
Parrage	30	12,72	12,72
Couture simple aiguille	66	24,8	24,8
Couture double aiguille	138	100,8	100,8
Encollage mousse et insert	31	33,5	33,5
Posage mousse + insert	116	78,5	78,5
rasage	49	33,5	33,5
traçage	18	13	13
Encollage produit semi-fini + tep	81	52,5	52,5
Posage gain sur insert	149	168	6
Rembordement	560	485,1	14
Contrôle et emballage	97	51,85	51,85
	1335	1054,27	421,17

Tableau 81: les temps planifié 2013, temps trouvé par chronométrage et le temps futur

Gain de 10 minutes / pièce

	Gain de temps / pièce	Gain de temps / Shift	Gain de temps annuel	Gain financier
en minute	10,55	580,25	167112	-
en heures	0,175833333	9,670833333	2785,2	35093,52

Tableau 82 : gain de la machine de rembordement

Conclusion:

On constate, dans ce dernier chapitre, que le contrôle nous montre qu'on peut atteindre l'objectif de projet Accoudoir et on peut le dépassé par des projets à long terme et apporter des gains importants à la société. Par contre, on peut que diminuer le temps de Casquette mais pour atteindre l'objectif fixé a été difficile car la matière utilisé est une matière vivante, le cuir, c'est pour cela il faut garder une marge de temps pour le poste de rembordement de la caquette.

Conclusion générale

La mission que nous avons, à travers ces quatre mois de stage au sein de la société Polydesign, est l'optimisation du temps dans la zone de gainage ainsi que d'apporter des nouvelles technologies à cette zone.

L'objectif fixé par l'entreprise était de 17 minutes pour le projet Casquette et 16 minutes pour le projet Accoudoir, ces objectifs ont été fixés par la directrice générale de l'ingénierie en ajoutant que les concurrents ont arrivés à atteindre ces objectifs de ces deux produits.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons effectué une analyse par la méthode de Lean Manufacturing afin de définir tout type de gaspillage et qui mène à augmenter le temps de production et pour enchaîner mon travail, au cœur du Lean Manufacturing, nous avons utilisées la démarche DMAIC.

Dans la suite, nous avons cartographié la VSM : le flux physique et les données utiles pour le diagnostic de l'état actuel (les temps de cycle, les durées de stockage, le Tact Time...)

Une fois la cartographie de l'état actuel est terminée, nous avons entamé le chronométrage afin de bien définir le temps actuel exact, ainsi que de chronométrier les type de Mudas trouvées. En classifiant les problèmes qui entravent le bon fonctionnement de la chaîne de valeur.

Le temps moyen qui a été chronométré est de 30 minutes pour la Casquette et 17 minutes pour l'Accoudoir, ce qui nous donne un gain de 2 minutes par pièce de la casquette et 5 minutes par pièce pour l'accoudoir.

Nous avons pu également déceler les éléments qui ralentissent le flux de production dans la cellule. Suite à cette analyse, plusieurs solutions ont été proposées : les Quicks Wins, la réimplantation et l'ajout des matériels performants, conceptions des machines avec des simples fonctionnements.

D'après le contrôle du gain de chaque amélioration apportée, le temps final sera 22,33 minutes pour la casquette et 13 minutes pour l'accoudoir.

Pour le projet d'accoudoir nous avons amélioré l'indicateur de temps de processus de 22 minutes à 13 minutes donc nous avons pu passer l'objectif fixé de 16 minutes par pièce. Pour la casquette, nous avons diminué le temps de 31 minutes à 22 minutes sans avoir atteindre l'objectif de 17 minutes ceci à cause de la matière utilisée vivante, le cuir, donc il faut faire plus d'effort pour atteindre cet objectif.

Concernant le gain financier il est de 104.825,41 DH annuel pour les améliorations à court terme, et concernant les améliorations à long terme il est de 41.746,32 DH annuel.

En guise de conclusion, mon Projet de Fin d'Etude m'a permis d'appliquer une diversité d'outil de travail que nous avons déjà eu l'occasion de voir au cours de ma formation, ce qui m'a permis d'évaluer mes acquis théoriques sur le terrain.

Il nous a également offert l'opportunité de découvrir l'environnement industriel et les conditions de travail de l'ingénieur. Il a constitué en ce sens une expérience très riche aussi bien au niveau technique qu'au niveau relationnel.

Bibliographie et Webographie

- Chevalier Guide du Dessinateur Industriel, Edition 2004 ;
- MEMOTECH des Sciences de l'Ingénieur, 2ème édition, 2003 ;
- Rapport de PFE : Amélioration de l'efficacité des installations et mise en place d'un Lay-out Modèle, 2013 ;
- Les basiques de la gestion industriel et logistique Bill BELT, Edition 2008 ;
- Les outils de la performance industrielle Jean Marc-Gallaire, Groupe Eyrolles, Edition : 2008
- Cartographie du Flux de Valeur, Paris, Février 2010.
- Formation : Initiation au Lean Manufacturing, Christophe Rousseau.
- Formation, Lean Manufacturing, Polydesign System, 2011.

- <http://leleanmanufacturing.com/definition-du-lean-manufacturing/>
- Six Sigma, Démarche DMAIC : <http://www.piloter.org/six-sigma/methode-six-sigma.htm>
- <http://www.castorama.fr/store/Pistolet-a-peinture-PFS-55-BOSCH-prod12550001.html>
- http://www.sames.com/fr/france/informations/251-pistolets_de_peinture_pneumatiques_gravite_et_aspiration_m22_hti_hpa.html
- <http://www.production-temps-reel.com/lean-manufacturing#titre02>