

La table de matière

La liste des figures :	5
DEDICACE.....	7
REMERCIEMENT :	8
RESUME.....	9
Introduction générale.....	10
Chapitre 1 : Présentation de la société d'accueil	11
I. PREMIERE PARTIE : HISTORIQUE DE LA SOCIETE - LE SENS DU PROJET	12
1. Présentation de l'entreprise	12
1.1 Présentation de l'entreprise:	12
1.2 La localisation géographique des autres sites de HIRSCHMANN dans le monde :	12
1.3 Historique général :	14
1.4 Organigramme :	15
1.5 Profil de la société :	16
1.6 Les objectifs de HIRSCHMANN :	18
1.6.1 Valeurs & principes de HIRSCHMANN	18
1.6.2 Principes de notre éthique des affaires	19
1.6.3 Communication et le respect	19
1.6.4 Qualité et Innovation	19
1.6.5 Environnement	19
1.6.6 La technologie et l'efficacité.....	19
2 Vision global des différents processus de l'entreprise	20
2.1 Présentation du câblage automobile :	20
2.1.1 Zone de production.....	20
2.1.2 Fil électrique :	21
2.1.3 Les terminaux :	22
2.1.4 Les connecteurs :	22
2.1.5 Accessoires :	23
2.1.6 Clips ou agrafes	23
2.2 Les processus de fabrication :	23
2.2.1 La coupe et le sertissage :	23
2.2.2 Préparation des circuits et des sous-ensembles :	24
2.2.3 La zone contrôle :	25
Chapitre 2: CONTEXTE ET STRATEGIE DE CONDUITE DU PROJET	27
.....	27

1. Les acteurs du projet.....	28
2. Contexte pédagogique :	28
3. Problématique.....	28
3.1 Objectifs du Projet :	28
3.2 Les limites de l'étude :	28
3.3 L'équipe de travail :	29
4 Planification Dynamique Stratégique du projet :	29
4.1 Définition :	29
4.2 Déroulement du projet.....	29
Chapitre 3 : Optimisation et élaboration des solutions.....	31
I. La définition de la démarche de travail	32
1. La démarche DMAICS :	32
2 Phase 1 : Définir	33
3 Élaboration de la charte du projet :	34
4 Analyse SWOT.....	36
5 Gestion des risques:.....	37
II. Diagramme SIPOC (supplier input process output customer)	39
Phase2 : Mesurer	41
1. Analyse de déroulement	41
2. Choix de la famille de produits :	42
3. VSM de l'état actuel du segment.....	44
4. Présentation générale sur la réimplantation Job shop :.....	45
3.1. Objectifs	45
3.2. Conditions nécessaires :	45
3.2.1. La réduction de la taille du lot de transfert :.....	45
3.2.2. Choix d'une taille de lot :	45
3.2.3. Réduction des temps de préparation ou de changement de série.....	46
3.3. Processus en 2 étapes :	46
3.3.1. Regrouper les postes de travail en îlots :	46
3.3.2. Optimiser l'implantation des îlots :	46
3.3.3. La méthode des chainons :	46
3.3.4. Les étapes de de la méthode :	46
3.3.5. Données de travail :	46
3.4. L'état avant l'amélioration:	47
3.4.1. Gamme de production	47
3.4.2. Implantation actuelle et trace des flux.....	48

3.5.	Recherche des ilots de production	50
3.5.1.	Application de la méthode de King	50
3.6.	Optimisation avec La méthode des chainons :	53
3.6.1.	La gamme de production:	53
3.6.2.	La matrice des flux	54
3.7	Le taux de rendement synthétique :	54
3.7.1	L'exploitation des indicateurs	55
3.7.1	Calcul de taux de rendement synthétique de l'état actuel.....	56
Phase 3 : Analyser		58
3.1.	Définition des mudas	58
3.1.1.	Les sources de gaspillages.....	58
3.1.2.	Définition des mudas	58
3.1.3	Les 7 Gaspillages :.....	58
3.2.	Analyse du VSM	61
3.2.1.	Diagramme Ishikawa.....	61
3.2.2.	Chronométrage des postes (optimal et sertissage BT).....	63
Phase 4 : innover & améliorer		66
4.1	Proposition de Lay out pour les différentes cellules :	66
4.1.1	Proposition de Lay out pour les différentes cellules (méthode de King):	66
4.1.2	L'implantation théorique par la méthode des chainons	68
4.1.3	lay-out final	69
4.2	Amélioration des processus (poste optimal).....	69
4.3	Conception d'une table d'insertion	70
3.2.3.	Analyse fonctionnelle	71
Phase 5 : Contrôler		74
5.1	Mesure du gain de ces cellules 1 et 2:	74
5.4	Flux d'information	76
5.5	Gain d'espace	76
5.6	Gain d'efficacité	77
5.6.1	Efficacité actuel	77
5.7	Conclusion.....	78
Chapitre 4 : Implantation de la chaîne d'assemblage		79
1	Introduction générale.....	80
1.1	Problématique.....	80
1.2	Description du projet :	80
1.3	Présentation de la chaîne d'assemblage	81

1.3.1	Système d'entraînement :	81
1.4	Méthodologie de travail :	82
1.4.1	Equilibrage au takt time :	82
1.4.2	Matrice d'équilibrage :	82
1.5	Amélioration : phase après l'équilibrage.....	84
	Conclusion.....	85
	Annexe :	86
	Annexe 1 : l'application de la méthode de King pour la cellule 2,3 et 4.....	86
	Annexe 2 : la gamme de production de chaque cellule :	89
	Annexe 3 : plan de l'usine.....	91
	FICHES METHODES	92
	Diagramme d'Ishikawa :	92
	– But :	92
	– Principe :	92
	LE QQOQCP :	93
	– Synonyme :	93
	– But:	93
	– Principe:	93
	– Exemple :	94
	Notions sur la VSM.....	94
	Historique	94
	Les informations nécessaires à la VSM.....	94
	Les types de temps	95
	Le Temps de Cycle (TC) :	95
	Le Délai d'Exécution (DE).....	95
	Temps de changement de série (TS) :	95
	Le Temps de Valeur Ajoutée :	96
	Construction d'une carte VSM.....	96
	Le tableau Pareto sur les références des produits.	97

La liste des figures :

Figure 1:entrée HIRSCHMANN AUTOMOTIVE KENITRA.....	12
Figure 2: les sites de HIRSCHMANN dans le monde	13
Figure 3:Organigramme de la société.....	15
Figure 4: Organigramme du département engineering.....	15
Figure 5: Fiche technique de HK.....	16
Figure 6 : les fils électriques.....	22
Figure 7: les types des terminaux	22
Figure 8: le connecteur	23
Figure 9: les accessoires	23
Figure 10 : schéma synoptique sur les processus général de l'entreprise.....	26
Figure 11: planning Gantt du projet.....	30
Figure 12:Diagramme SIPOC	40
Figure 13: le produit de référence 905-431-00x.....	41
Figure 14:: diagramme Pareto	43
Figure 15 : VSM synoptique de la ligne new Witte	44
Figure 16 : <i>layout actuel</i>	47
Figure 17: gamme de fabrication cellule1	48
Figure 18: flux de matière de l'état actuel.....	49
Figure 19: Gamme de fabrication détaillée	54
Figure 20: la matrice des flux.....	54
Figure 21:diagramme d'Ishikawa.....	62
Figure 22 : nouvelle implantation de la cellule 1	66
Figure 23: nouvelle implantation de la cellule2	66
Figure 24 : Assemblage de la cellule 1 et la cellule2	67
Figure 25 : Nouvelle implantation des cellules 3 et 4	67
Figure 26 : implantation par la méthode des chainons	68
Figure 27: implantation pratique de la cellule 1	68
Figure 28: implantation final du segment 3.....	69
Figure 29 : dispositif pour indiquer le nettoyage.....	69
Figure 30: Etat avant et après du poste optimal.....	70
Figure 31 : diagramme de pieuvre	71
Figure 32:Conception d'une nouvelle table d'insertion.	73
Figure 33: état avant	74
Figure 34 état aprèsCellule 3 et 4 :.....	74
Figure 35: optimisation c3 et c4.....	75
Figure 36 : Gain d'espace cellule 3 et 4	75
Figure 37: l'implantation actuelle	76
Figure 38: implantation futur.....	77
Figure 39: Méthodologie de l'équilibrage.....	82
Figure 40: équilibrage de la référence 905-525-001	83
Figure 41: schéma synoptique de la société Hirschmann automotive	91
Figure 42: Le temps de cycle.....	95

Figure 43: Le délai d'exécution (DE)	95
Figure 44: Le temps de changement de série	96
Figure 45: Le temps de valeur ajouté	96
Figure 46: Méthodologie de VSM.....	97

La liste des tableaux

Tableau 1: profil de la société	16
Tableau 2 : les différents départements de l'entreprise	18
Tableau 3:le tableau Gantt.....	30
Tableau 4: démarche de travail.....	32
Tableau 5: la méthode QQQCCP	34
Tableau 6: la charte de projet	36
Tableau 7: AMDEC Projet	39
Tableau 8: Historique de taux de qualité.....	56
Tableau 9: Historique des arrêts d'Arburg.....	56
Tableau 10: Historique de la productivité du segment 03	57
Tableau 11: les processus de fabrication de New witte.....	63
Tableau 12: chronométrage du poste optimal	64
Tableau 13: standardisation du temps de nettoyage	64
Tableau 14: chronométrage du temps de séparation des fils twists.....	65
Tableau 15: classification des fonctions selon KANO.....	72
Tableau 16: Gain pour le déplacement des boxes	75
Tableau 17: situation actuel.....	78
Tableau 18: situation future est calcul de prix.....	78
Tableau 19: matrice d'équilibrage (variante2)	83
Tableau 20: Etape de la méthode de King pour la cellule 2	87
Tableau 21: Etape de la méthode de King pour la cellule 3 et 4	88
Tableau 22:la méthode 3Q+OCP	93
Tableau 23: tableau de Pareto.....	99

DEDICACE

A mes très chers parents

Dont leurs mérites, leurs sacrifices, leurs qualités humaines m'ont permis de vivre ce jour
Les mots me manquent pour exprimer toute la reconnaissance, la fierté et le profond amour que je vous porte, pour les sacrifices que vous avez consenti pour ma réussite. Vous trouvez ici le témoignage de mon attachement, ma gratitude et mon respect. Que dieu vous préserve bonne santé et longue vie. Tous mes sentiments de reconnaissance pour vous.

A ma sœur et mon frère

J'espère avoir atteint le seuil de vos espérances. Que ce travail soit l'expression de ma profonde affection. Je vous remercie pour le soutien et l'encouragement que vous m'avez accordés. Je vous souhaite tout le bonheur et le plus brillant des avenir.

A mes professeurs

Qui se dévouent pour notre bonne formation et dont la vocation mérite largement mes respects ;

Enfin A tous ceux qui nous aiment et ceux que nous aimons !

REMERCIEMENT :

Au terme de mon stage de fin d'étude, je tiens à exprimer mes remerciements et mes reconnaissances à Mr le Doyen de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, ainsi qu'à l'ensemble du corps professoral, particulièrement celui du département génie mécanique qui nous ont tracé le bon chemin d'apprentissage.

Je tiens plus particulièrement à exprimer ma reconnaissance envers Mr ELHARD ABDELAZIZ Directeur général de la société ainsi que Mr ELMEHDAOUI Mouhssine, Manager du département production pour m'avoir accordé la chance de passer ce projet de fin d'études au sein de cette société.

Mes sincères remerciements à mon encadrant professionnel Mr BENAABIA Zakaria qui m'a supporté toute au long de cette période de stage pour réussir ce projet, Mr DAIFI Mahmoud mon encadrant du 2^{ème} projet, Mr ELHARD Abdellah ingénieur processus, Mr BENAQI Noureddine et Mlle ALMANSOUR Imane, Mme ELBOUKHARY Samira les shifts leader.

Je présente également mes vifs remerciements à tous les responsables et à tous les agents de cette honorable société pour l'aide et le soutien qu'ils n'ont cessé de m'apporter durant toute la période de stage.

Je souhaite aussi remercier mon encadrant Mr ELHAKIMI Abdelhadi, pour sa patience, sa compréhension et pour l'ensemble des connaissances qu'il m'a apporté au cours de cette période, ainsi que tous les membres de jury pour leur présence.

Grâce à l'ensemble de ces personnes, ce stage m'a permis d'améliorer mes compétences en matière d'intégration dans le milieu professionnel, de prendre conscience des paramètres qui régissent la bonne exécution des travaux.

RESUME

Le rapport vise à résoudre un problème d'optimisation de flux ainsi que la gestion d'espace au sein du segment 3 de la société Hirschmann automotive kenitra. Une mauvaise implantation affecte directement la performance des produits et par conséquent sa qualité, L'équipe de travail a donc eu pour résoudre ce problème par l'utilisation de quelque méthode telle que la méthode de King et la méthode des chainons, dans un 1^{er} temps une étude de l'état actuel a été faite pour illustrer les différentes flux interne physique, la méthode de King est basé sur la gamme de production de chaque référence qui ont été collecter et analyser sur le tableau de King.

La 1^{ère} solution de King permet de regrouper les ilots de productions sous forme de bloc entre eux, mais ce résultat n'est pas suffisant à ce moment. Une 2^{ème} solution était effectuer par la méthode des chainons qui permet de regrouper les machines qui ont un flux important entre eux, à la fin de cette méthode nous avons trouvé une correspondance entre les deux solutions. Le 2^{ème} volet de ce rapport traite l'équilibrage des postes de travail pour l'implantation du projet de la chaîne d'assemblage, nous avons pu effectuer l'équilibrage des deux variantes

Mots clé : Optimisation, flux, espace, King, Chainon, DMAIC, équilibrage, chaîne d'assemblage.

Introduction générale

Étant en quête continuelle et interminable de la performance, chaque entreprise définit un ensemble de stratégies et de politiques lui assurant l'augmentation de la qualité de ses services ou de ses produits. De ce fait, les organismes sont devenus conscients de l'importance d'utiliser des systèmes efficaces et fiables, qui permettent la maîtrise des processus. Cela consiste en d'autres termes à optimiser la production : produire plus au moindre coût.

Une mauvaise optimisation de flux et d'espace influe considérablement la production. Une entreprise est alors performante lorsque sa qualité est très connue dans le marché est qui dit qualité dit système de production performant.

Des études ont permis de cerner rapidement les carences de production. Des interventions simples et pratiques permettent de développer un système de gestion de la production qui soit fiable, flexible, ordonné et, surtout, adapté aux réalités financières et humaines de l'entreprise.

C'est dans cette conjoncture que s'inscrit mon projet de fin d'études, qui vise à l'optimisation de flux de matière ainsi que la gestion d'espace au sein de la société Hirschmann automotive Kenitra, l'idée est de rapprocher les ilots de production entre eux afin de réduire toute sorte de gaspillage est adopter une politique de Lean manufacturing.

L'étude qui a menée à la concrétisation de notre projet est constituée de quatre chapitres :

Le 1^{er} chapitre présentera brièvement l'organisme d'accueil et ses différents départements ainsi que les différents processus de fabrication des faisceaux électrique, le 2^{ème} chapitre vise à expliquer le contexte stratégique de la conduite du projet, dans le 3^{ème} chapitre nous évoquerons la problématique qui nous a été confiée, il sera structurer selon la méthode DMAIC. Ce chapitre abordera l'optimisation de flux et d'espace du segment ainsi nous devrons analyser les modes de gaspillages afin de comparer l'état actuel et futur et s'assurer que les nouvelles actions présenteront un gain pour la société. Le 4^{ème} chapitre sera dédié pour l'équilibrage des postes de travail pour le nouveau projet de la chaîne d'assemblage.

Enfin, la conclusion générale présente un récapitulatif des résultats et des perspectives du projet.



Optimisation de flux et d'espace pour la réimplantation du segment 3 et l'équilibrage des postes pour l'implantation du projet de la chaîne d'assemblage.



Chapitre 1 : Présentation de la société d'accueil

Dans cette partie, nous présentons l'entreprise d'accueil HIRSCHMANN et en particulier [HIRSCHMANN AUTOMOTIVEMOROCCO-KENITRA](#) : l'activité, les produits, les filiales dans le monde, l'historique, les clients ainsi que les processus de fabrication des faisceaux électriques.

I. PREMIERE PARTIE : HISTORIQUE DE LA SOCIETE - LE SENS DU PROJET

1. Présentation de l'entreprise

1.1 Présentation de l'entreprise:

HIRSCHMANN est une multinationale spécialisée dans le développement et la fabrication de produits mécatroniques innovants dans les domaines suivants :

- Ensemble des câbles automobiles.
- Les connecteurs et les contacts.
- Les capteurs et les actionneurs.

Son siège se situe en Autriche et elle emploie plus que 2200 employés



Figure 1:entrée HIRSCHMANN AUTOMOTIVE KENITRA

L'entreprise est située à 20 Km au nord-est de Kenitra, sur la route qui la relie à la ville de Sidi Yahya EL Gharb. Elle se localise juste à proximité de la commune de Ameer Saflia, dans la zone franche qui prend le nom de "Atlantic Free Zone" (AFZ), c'est la plus grande zone franche d'exportation du continent africain, elle s'étale sur une superficie de 354 Ha.

1.2 La localisation géographique des autres sites de HIRSCHMANN dans le monde :

HIRSCHMANN est représentée dans 9 pays dans le monde, 5 usines de production, des centres de service client et des centres de recherche et développement :

- Siège et usine de production en Autriche
- Usine de production en République Tchèque
- Usine de production en Roumanie
- Usine de production au Maroc

- Bureau technique en Allemagne, Braunschweig
- Bureau technique en Italie, Orbassano
- Bureau de vente aux États-Unis
- usine de production en chine, Nantong.
- usine de production en Mexique, San-Miguel.

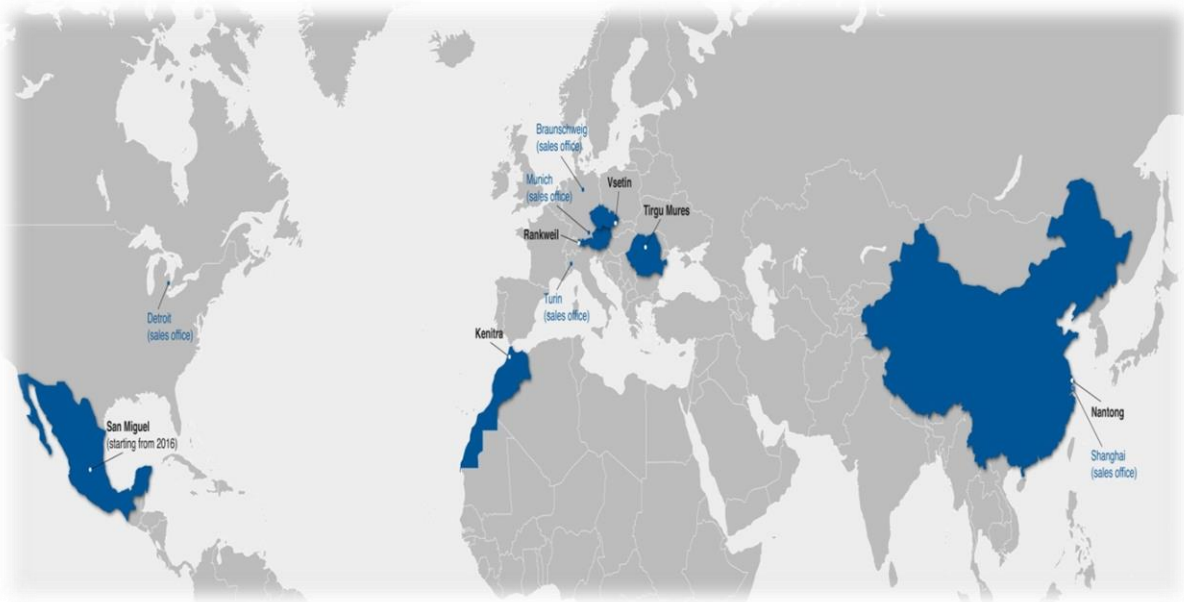


Figure 2: les sites de HIRSCHMANN dans le monde

La société compte plusieurs clients de renommée mondiale tels que Daimler (Mercedes), BMW, Volkswagen, ...



Mercedes-Benz



Volkswagen



1.3 Historique général :

La société HIRSCHMANN a connu un demi-siècle de progrès :

1959 : Création de Richard Hirschmann Electronic, Rankweil: le développement et la production de dispositifs de télécommunication (émetteurs, récepteurs, antennes)

1980 : Entrée dans la technologie de connecteur et harnais pour les systèmes de haut-parleurs pour l'industrie automobile.

1985/86 : Le développement des systèmes de contact annulaires 1mm en soudure pour le segment haut de gamme automobile.

1988 : Harnais pour les moteur (régulation du ralentissement).

1991 : Extension de la capacité de production à Rankweil par le nouveau bâtiment.

1993 : Premières harnais d'aide au stationnement.

1994 : Fournisseur de développement de harnais dans le châssis pour le segment haut de gamme.

Première unité d'allumage électrique pour pyrotechnique tendeur de ceinture de sécurité.

1995 : Bureau de ventes à Turin / Italie.

1997 : Acquisition du groupe Hirschmann par Rheinmetall AG.

Fournisseur de développement pour le contact moteur pour un constructeur automobile répété.

1998 : Fournisseur de développement de capteurs pour la garniture de la vêtue du frein pour un constructeur automobile célèbre.

2001 : Entrée dans la technologie de feuille de métal et dans le domaine des capteurs.

2002 : Acquisition de Trend-V et l'établissement de Hirschmann au tchèque

2003 : Ouverture de la nouvelle usine de Vsetín / République CHEQUE, la production des unités de micro-gonflage.

2006 : Développement de connecteurs électriques sans élément de contact (KTL).

2007 : Etablissement d'Hirschmann Roumanie S.R.L.

2008 : Début de la production dans la nouvelle usine de Tirgu Mures / RO.

2009 : Bureau de vente à Braunschweig / Allemagne.

2010 : Etablissement de la division d'énergie renouvelable.

2011 : Extension de Hirschmann de la Roumanie S.R.L

2012 : Etablissement de Hirschmann Kenitra au Maroc.

2013 : Fondation de Hirschmann (Nantong) Automotive, Ltd en Chine.

2016: Fondation de Hirschmann (San-miguel) Automotive, Ltd en Mexique.

1.4 Organigramme :

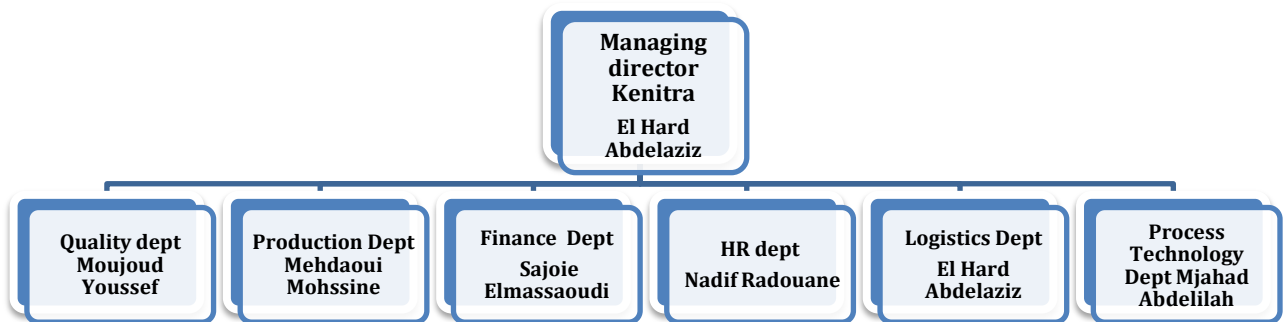


Figure 3: Organigramme de la société

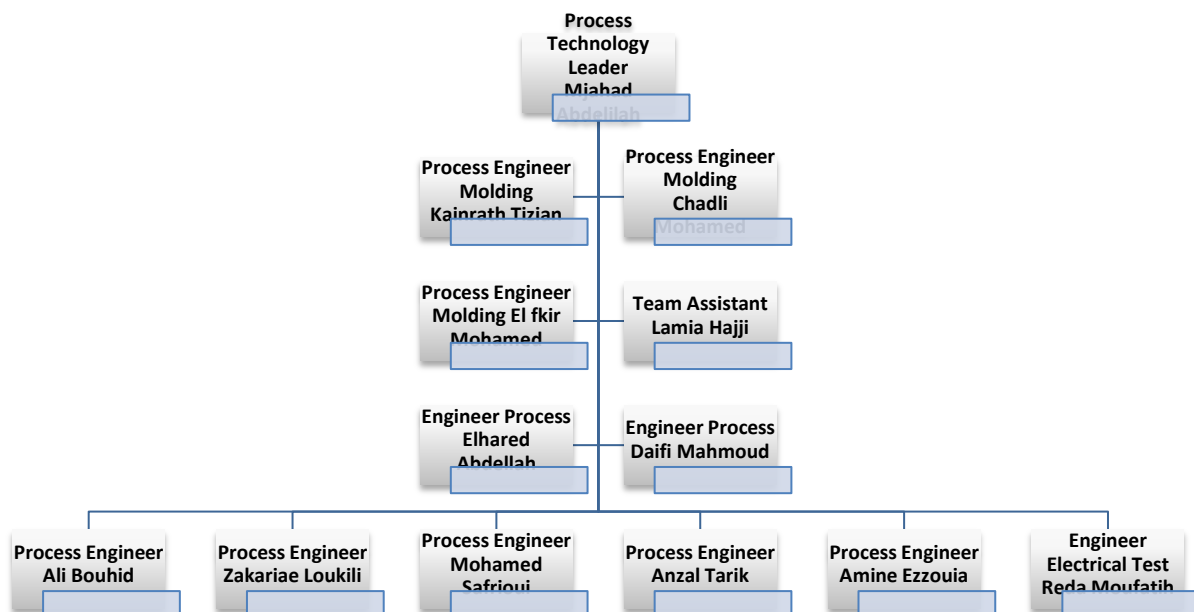


Figure 4: Organigramme du département engineering

1.5 Profil de la société :

Dénomination	HIRSCHMANN- automotive
Secteur d'activité	Câblage automobile
Forme juridique	S.A.R.L
Date de création	2012
Directeur général	Mr. ELHARD Abdelaaziz
Capital	20 millions d'euro
Adresse	Zone Franche d'Exportation Kenitra, rue N°13
Nombre d'employé	980
Superficie total	20000 m ²
Certification	ISO9001/ ISO14001/ ISO/TS16949
Identifiant fiscal	40434435
Adresse internet	http://www.hirschmann-automotive.com

Tableau 1: profil de la société

Fiche technique de HK

Raison sociale : HIRSCHMANN AUTOMOTIVE KENITRA HKE

Nationalité : Autrichienne

Forme juridique : SARL AU

Identifiant fiscal : 40434435

Siège social : Zone Franche d'Exportation Kenitra Rue no.13

Superficie : 20000 m²

Secteur d'activité : Industrie Automobile.

Objet social : Fabrication et commercialisation de différentes familles des câbles, et des connecteurs

Effectif actuel : 980 personnes

Certifications : ISO 9001 / ISO 14000 / ISO TS 16949

Directeur général : El Hard Abdelaziz

Début de la production : 2012

Site web: www.hirschmann-automotive.com

Téléphone : +212 537 399 999

Figure 5: Fiche technique de HK

département	Missions
ressources humaines	disposer à temps des effectifs suffisants et en permanence, assurer une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation. Il joue aussi le rôle de Facilitateur et accompagnateur, en social afin d'atteindre des objectifs escomptés par le groupe en matière de ressources humaines.
Finance	assurer les fonctions financières et comptables de l'entreprise, développer et implanter les pratiques, les procédures financières et le contrôle de gestion qui affectent la santé financière de la compagnie tout en veillant à la préservation du patrimoine financier de l'entreprise.
logistique	Le département logistique : son rôle est d'optimiser la mise en place et le lancement des programmes de fabrication tout en assurant une gestion optimale du stock et une expédition à temps aux clients.

Qualité	c'est le garant de la politique et du système qualité de l'entreprise à travers l'implantation d'un système qualité fiable qui répond aux exigences des clients afin d'atteindre le niveau de qualité escompté sur le plan du processus et des produits.
Engineering	Qui a pour mission d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par les Directions Engineering et Qualité du groupe
Production	qui a pour principale mission la réalisation des programmes de production tout en assurant une

	bonne qualité du produit en respectant les détails fixés a préalable et en optimisant les performances.
maintenance	il assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale.

Tableau 2 : les différents départements de l'entreprise

1.6 Les objectifs de HIRSCHMANN :

Les objectifs principaux de HIRSCHMANN sont :

- Satisfaire ses clients et ses employés.
- Avoir des produits de bonne qualité, à juste temps et à moindre cout en se basant sur la créativité et l'esprit d'équipe.
- Améliorer les conditions de travail en appliquant la discipline de 5S.
- Améliorer la communication et la motivation.
- Cerner et résoudre les problèmes à l'origine.
- Mettre en place une organisation apprenante, et créer un esprit de compétition.
- Adopter l'approche PDCA (Plan, do/Apply, Check and act/Take Action).
Encourager les décisions créatives axées sur l'amélioration continue.
- Garantir un respect de l'homme, en responsabilisant mutuellement l'ensemble du personnel.

1.6.1 Valeurs & principes de HIRSCHMANN

Le fondement de nos processus et nos décisions quotidiennes sont des exigences spécifiques des clients et des arrangements en interne. Toutefois, l'action entrepreneuriale exige la tolérance. Un système de valeurs commun soutient les employés afin de correspondre à l'éthique et aux exigences légales au travail quotidien et agir avec responsabilité. En raison de l'expansion des sites de production, il est nécessaire de définir les valeurs affectent l'action commune et cross-site à l'avenir. A cet effet, les valeurs et les principes ont été adaptés. Le résultat reflète les besoins spécifiques d'une éthique et d'orientation des entreprises ainsi que les principes de l'industrie automobile. Avec ces valeurs adaptées que nous voulons soutenir l'intégrité et la culture d'entreprise se référant à la complexité croissante du cadre juridique et social. C'est la base pour une gestion d'entreprise transparente et efficace. Ces principes constituent un élément essentiel du nouveau système de gestion de HIRSCHMANN AUTOMOTIVE

1.6.2 Principes de notre éthique des affaires

Nos valeurs communes - le respect, la préparation de réaction, les résultats sont les principes que nous intégrons dans notre travail et sur lequel nous nous concentrons sur notre comportement. Ils définissent notre responsabilité envers l'ensemble de l'environnement de l'entreprise (clients, propriétaires, collègues, fournisseurs ...) et sont pertinents pour l'ensemble de l'organisation. Nous vivons ces valeurs - jour après jour.

1.6.3 Communication et le respect

Nous traitons les gens avec dignité et respect. Nous partageons ouvertement l'information entre autre, améliorer les informations et s'écouter les uns les autres. Notre environnement nous embarque dans un processus d'apprentissage continu. Cela permet à tous les employés indépendamment de leur origine culturelle, le sexe ou sociale classement - à se déployer leur plein potentiel. Tout le monde contribue à son individualité à notre variété.

1.6.4 Qualité et Innovation

Nous visons pour l'innovation et la qualité dans tous nos processus. Nous nous engageons à une philosophie zéro Défaut.

1.6.5 Environnement

En utilisant des technologies modernes, nous considérons l'utilisation attentive des ressources naturelles. Les méthodes définies de production et de contrôle prévues nous aident à demeurer et améliorons sans cesse nos ambitions environnementales.

1.6.6 La technologie et l'efficacité

Nous considérons que notre technologie n'est pas une fin en soi mais comme un instrument de production efficace et atteindre une proposition de vente unique. Ainsi, nous visons une standardisation maximale (technologie, procédés, logiciels ...). Nous voulons optimiser en permanence notre création de valeur avec la participation interdisciplinaire et proactive dans les processus d'amélioration continue (CIP).

2 Vision global des différents processus de l'entreprise :

2.1 Présentation du câblage automobile :

2.1.1 Zone de production

Hirschmann Automotive Kenitra produit des connecteurs et faisceaux de câble spéciaux. Les matières premières (fils, connecteurs, seal...) arrivent par des semi-remorques. Elles sont réceptionnées, contrôlées et stockées dans le magasin de matière Première avant de passer à la phase de production.

La zone de production est divisée en 5 segments et un segment pour les prototypes, Chaque segment comprend un ensemble précis de processus. Le nombre des postes par processus est déterminé par l'Ingénierie Industrielle, il dépend du câble ; plus le câble est chargé plus le nombre de postes est grand.

a. Le segment 5 : la zone de la coupe

Le segment 5 est réservé pour la coupe qui représente la tête de la chaîne de fabrication.

Cette opération est faite par la machine **KOMAX**. Elle comporte les étapes suivantes :

- La coupe des fils ont des longueurs prédéfinies, chaque référence associée à une longueur précise.
- Le sertissage : cette opération consiste à fixer la connexion au bout du fil.
- Fixation des joints (seal).

b. Segment 4 : l'assemblage des connecteurs :

Dans ce segment Hirschmann Automotive fait l'assemblage des connecteurs.

Les processus principaux de segment 4 sont :

- Montage de couvercle
- Montage de Joint (Seal).
- Assemblage des connecteurs

c. Segment 2-3 :

Ces deux segments font la fabrication des produits semi finis qui ne sont pas destinés au client final, ils font la fabrication des petits câbles ou branches qui seront destinés par la suite à une autre société de câblage. Les produits de ces deux segments sont souvent courts.

d. Segment 1 :

C'est le segment le plus grand dans l'entreprise. Il fabrique des câbles électriques destinés au client final. Ce segment comprend 2 parties :

➤ La partie Pré-assemblage de segment 1 :

Cette partie comprend des postes d'insertion, machines d'injection, postes pour le montage de joint (seal) et de couvercle, postes de bandage (automatique+ manuel) et des postes de lovage.

➤ **La partie Assemblage de segment 1 :**

Le segment 1 comprend 3 types de lignes : H line (10 lignes, H1...H10), I line (2 lignes, I1, I2) & K line (5 lignes, K1...K5).

Chaque ligne comprend un ensemble précis de processus :

- H Line = Assemblage+ Etamage (Tinning) + Bandage final + Test électrique.
- I line = Assemblage + Etamage +Bandage final +Insertion des clips +Test électrique.
- K line= Pré-assemblage + Assemblage final + Etamage + Bandage +Insertion des clips +Test électrique.

La partie assemblage de segment 1 comprend aussi des tables fixes qui font tous les processus sauf le bandage final et le test électrique.

e. Sample Part : zone de prototype

C'est un autre segment dans lequel Hirschmann Automotive fait l'essai des nouveaux projets (Prototypes) pour vérifier leurs faisabilités avant de les distribuer sur les autres segments. Un câblage est un ensemble de conducteurs électriques, terminaux, connecteurs et matériels de protection. Il sert à lier les différents points d'une voiture par le biais de la conductivité électrique.

2.1.2 Fil électrique :

Un fil électrique est constitué d'un élément conducteur et d'un élément isolant. L'élément conducteur, à l'intérieur du fil électrique, est « l'âme » du fil. Monobrin ou multibrin, cet élément peut être en divers métaux, que l'on choisit pour leurs propriétés particulières. La plupart des fils électriques que l'on emploie quotidiennement sont en cuivre, mais dans certains domaines, l'aluminium, l'or, l'acier, l'argent et certains alliages sont également utilisés pour conduire l'électricité. Le choix du métal se fait en fonction de ses propriétés (conductivité, poids, malléabilité, etc.).

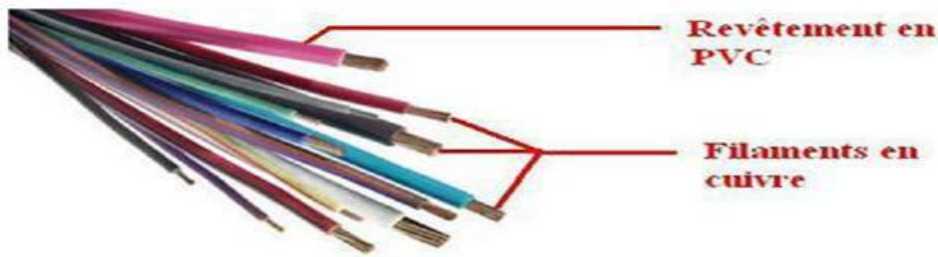


Figure 6 : les fils électriques

L'isolant est souvent une matière plastique qui enrobe le conducteur, comme le polyéthylène(PE), le polychlorure de vinyle (PVC), mais il peut être aussi en caoutchouc silicone. Certains fils électriques sont munis d'un blindage électromagnétique, afin de garder un signal fort et d'empêcher les interférences avec un autre signal (parasites). Il consiste en un tressage de fils ou d'une feuille d'aluminium autour de l'âme.

2.1.3 Les terminaux :

Les terminaux sont les pièces responsables d'assurer une bonne connexion entre les câbles et la source d'énergie. Ils sont sertis sur les fils multibrins, les terminaux sont conçus d'assurer une connexion maximale, tout en assurant un montage et un démontage sans problème. Sans terminal ou embout, des brins peuvent sortir de la connexion et provoquer des court-circuit avec les autres bornes.

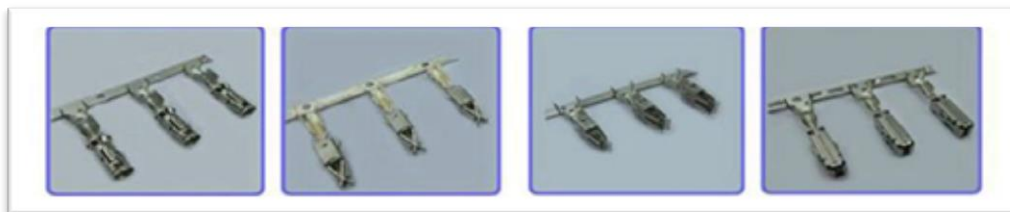


Figure 7: les types des terminaux

2.1.4 Les connecteurs :

Les connecteurs sont des pièces où les terminaux seront insérés. Ils permettent :

- d'établir un circuit électrique débranchable ;
- d'établir un accouplement mécanique séparable ;
- d'isoler électriquement les parties conductrices



Figure 8: le connecteur

2.1.5 Accessoires :

Ce sont des composants pour faire la protection et l'isolation des câbles.

- Les rubans d'isolement
- Les tubes.



Figure 9: les accessoires

2.1.6 Clips ou agrafes :

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

2.2 Les processus de fabrication :

2.2.1 La coupe et le sertissage :

La première étape de la fabrication d'un câble automobile est la préparation des circuits. Un circuit est un fil coupé à la longueur requise avec des terminaux fixés sur l'une ou les deux extrémités, en d'autres termes la matière première se transforme à un composant utile destiné à la fabrication d'un harnais. Les paramètres qui définissent un circuit sont la couleur, le matériau de l'isolant, les brins et les terminaux.

L'équipement qui assure cette étape, c'est une machine de coupe automatique de haute technologie, contrôlée par un ordinateur. L'opérateur introduit les paramètres dans sa mémoire et met en place l'outillage et les matériels nécessaires.

Dans un premier temps, le fil est tiré de la bobine par un système d'alimentation automatique, ensuite le fil est coupé à la longueur requise. Une courte longueur de l'isolant est arrachée des deux extrémités du circuit. Un bras mécanique retient l'extrémité du circuit. Et l'amène à la station du mini-applicateur (sertissage, étamage ou insertion des joints), passant à travers un capteur qui vérifie si l'extrémité du circuit a été correctement dénudée.

Une fois l'extrémité du circuit arrive à la station du mini-applicateur, la machine active une presse pour sertir le terminal. Celui-là s'alimente depuis un rouleau chargé sur une bande de support et il se fait avancer par le doigt du mini-applicateur.

Enfin le circuit se livre dans un conteneur. Le cycle de ce traitement de circuit ne prend que quelques secondes et se répète jusqu'à la fin de production de la quantité désirée. Presque tous les paramètres de la machine de coupe sont faciles à ajuster en fonction des caractéristiques du circuit à l'exception de l'applicateur des terminaux. La matrice est un outil personnalisé pour chaque type de terminal et elle est ajustée notamment en fonction de la taille du fil et de la combinaison du terminal.

Durant cette phase, le sertissage est l'opération la plus critique parce que le fil doit assurer une continuité électrique entre les deux bornes. Il y a deux paramètres considérés en relation directe avec la conductivité. Ces paramètres doivent être respectés pour avoir une bonne qualité de sertissage. D'abord la force de traction nécessaire pour arracher la borne sertie et le second décrit la forme et les dimensions de la zone de sertissage. Chaque type de terminal nécessite de différents paramètres de hauteur et de largeur.

Une fois le processus de coupe et de sertissage sont terminés, quelques circuits seraient traités directement à la ligne d'assemblage et d'autres à la ligne de préparation des circuits et des sous-ensembles.

2.2.2 Préparation des circuits et des sous-ensembles :

– Moulage :

Le procédé de moulage à plusieurs utilités dans la fabrication des câbles électriques, il est utilisé au niveau des connecteurs, son rôle est d'assurer une bonne étanchéité en empêchant l'intrusion de l'eau, ainsi pour renforcer la liaison entre les fils et les connecteurs.

Le moulage se fait par injection d'un matériau thermoplastique ramolli, ensuite le matériau se refroidit pour donner la forme du moule. Cette phase est assurée grâce à un système de refroidissement, celui-là fait circuler l'eau froide au niveau des parois du moule. Le temps du cycle de moulage est en fonction de la taille et la conception de la partie à mouler de la pièce. Les grandes formes avec des parois épaisses nécessitent plus de temps de cuisson pour stabiliser les dimensions.

– L'assemblage :

La phase d'assemblage est l'étape majeure dans le processus de fabrication des câbles automobiles. Contrairement aux autres opérations, cette étape ne se fait pas automatiquement, elle se fait manuellement par un opérateur en se basant sur des références. Celles-ci sont gra-

vées sur des tables qui sont destinée pour ce faire. Ces tables sont équipées de plusieurs composants qui servent à maintenir les faisceaux du câble au cours de son assemblage, ils fournissent les bonnes dimensions, orientations et offrent une facilité lors de l'utilisation des rubans adhésifs, des clips, de l'étain ou des connecteurs.

– **Processus d'enrubannage :**

Le processus d'enrubannage consiste à couvrir le faisceau électrique soit avec des rubans adhésifs ou avec des tuyaux, afin de le protéger de la haute température, des éraflures, et pour assurer des cotes adéquates aux spécifications du client.

– **Processus d'encliquetage**

L'encliquetage est un processus très simple qui consiste à encliqueter un terminal dans la voie correspondante d'un connecteur.

Le connecteur est un composant qui assure l'interconnexion entre plusieurs fils avec sa contre pièce.

– **Test électrique :**

Après l'assemblage et le bandage, tous les câbles doivent passer par un test électrique, dans le but de vérifier la continuité électrique des circuits, ainsi que le fonctionnement des connecteurs.

Une fois le test effectué est positif, la table de test fournit à l'opérateur un signal de succès et libère le mécanisme de verrouillage au niveau des connecteurs montés.

2.2.3 La zone contrôle :

- **Contrôle qualité :**

C'est un test fait visuellement par les inspecteurs qualité pour vérifier si le dimensionnement est juste et si tous les différents composants, les nœuds, les connexions sont à la place correcte. Il a pour but également de découvrir toute anomalie non détectable par les autres tests comme la demi-insertion, fils pincés .

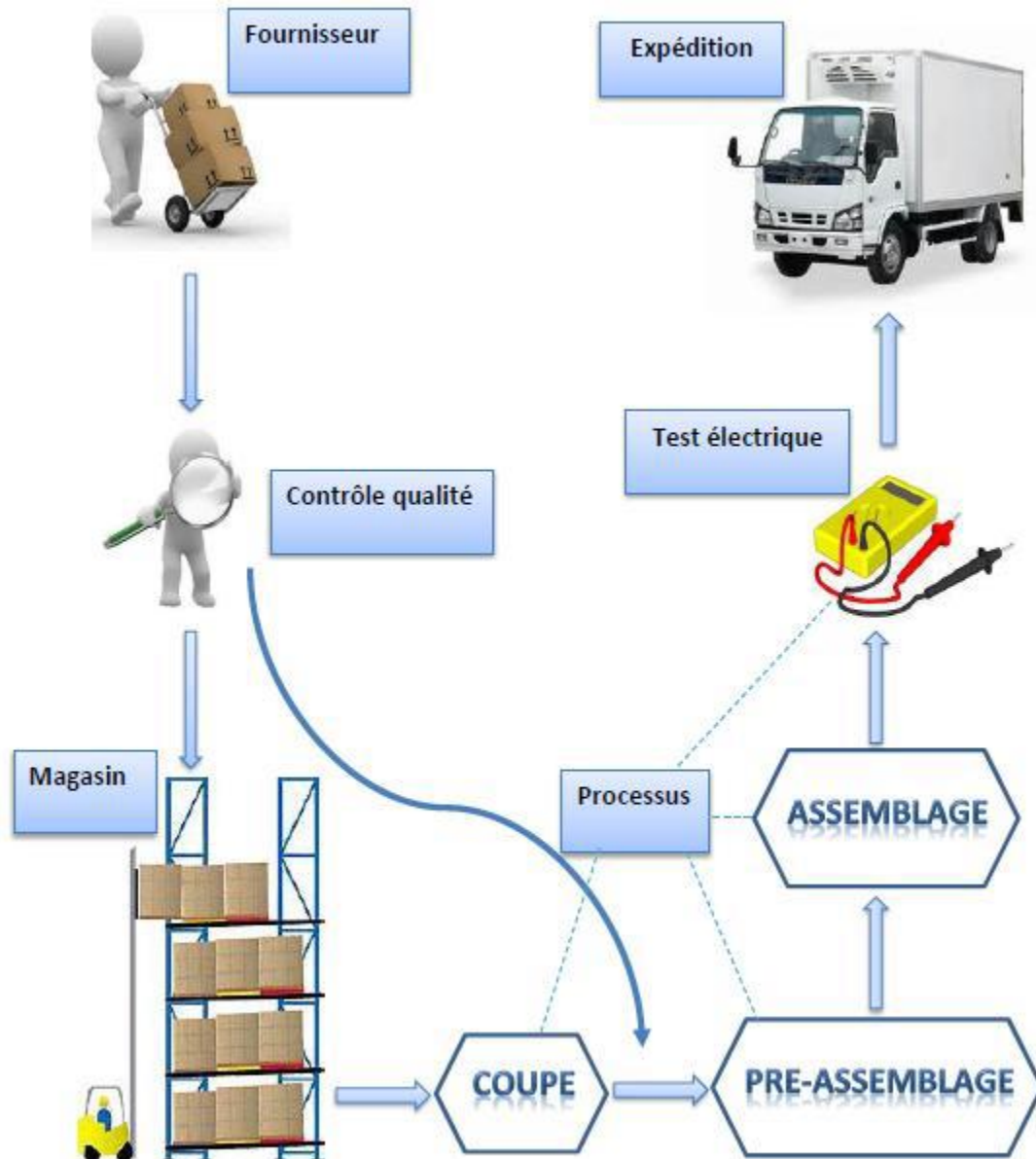


Figure 10 : schéma synoptique sur les processus général de l'entreprise

Chapitre 2: CONTEXTE ET STRATEGIE DE CONDUITE DU PROJET

Cette partie présente le contexte général du projet en définissant le cahier des charges, la démarche du travail et la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs prescrits de ce stage

1. Les acteurs du projet

- ✚ **Maitre d'œuvre** : Faculté des sciences et techniques Fès (FSTF), Département Génie Mécanique, Cycle d'ingénieur d'état, Filière Conception Mécanique et Innovation représenté par l'élève ingénieur d'état SAISSI MOUHCINE avec le suivi et l'encadrement de Mr.A.ELHAKIMI
- ✚ **Le maitre d'ouvrage** : HIRSCHMANN AUTOMOTIVE KENITRA qui est une société de fabrication de faisceaux électriques installée à Kenitra.

2. Contexte pédagogique :

Ce projet s'inscrit dans le cadre du stage de projet de fin d'études qui est indispensable pour la validation de la formation acquise à la Faculté des sciences et techniques Fès et l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état délivré par cette dernière.

3. Problématique

3.1 Objectifs du Projet :

- ✚ **La mise en place d'une organisation pour la gestion d'espace et de flux :**
 - La démarche de résolution des problèmes ;
 - Le plan d'action pour la mise en œuvre d'une organisation pour la gestion de flux et d'espace
 - L'amélioration de la productivité du segment 3
- ✚ **L'élaboration et la mise en œuvre des plans d'action pour optimiser la productivité du segment 3.**
 - Diagnostic et méthodes d'optimisation ;
 - Démarche de travail:
 - Phase 1 : Définir : définir la problématique du projet
 - Phase 2 : Mesurer : collecter les informations pour construire la gamme de production
 - Phase 3 : Analyser : analyser les informations
 - Phase 4 : innover/améliorer : l'espace du segment
 - Phase 5 : Contrôler

3.2 Les limites de l'étude :

- ✚ **Dans le temps:** 4 mois.
- ✚ **Dans l'espace** : Zone de prés-assemblage segment 3.

Investissement :

- i. Les solutions proposées doivent être rentables et efficaces ;
- ii. Les solutions proposées doivent avoir des résultats à court terme et durables ;
- iii. Réduire le prix d'un mètre carré

3.3 L'équipe de travail :

Vu que notre projet avait pour but d'optimiser les processus de production,

L'équipe de travail comporte des personnes de différentes disciplines :

- Département de production :
Mr. BENAABIA ZAKARIA: Segment Leader, et encadrant de stage
Mr. BENAANKI NOUREDDIN: Shift Leader
- Département ingénierie :
Mr. ELHARD ABDELLAH: Process Engineer
Mr. TIZIANE : injection Engineer
- Département qualité :
Mme Manal Bouab : Quality Engineer

4 Planification Dynamique Stratégique du projet :

4.1 Définition :

La planification dynamique stratégique est une méthode ordonnée pour produire des décisions et des actions qui conforment ce qu'une organisation veut atteindre, à partir d'un point de vue qui consiste à anticiper le futur afin de concourir, s'adapter à l'environnement et se préparer aux changements d'un horizon d'incertitudes.

4.2 Déroulement du projet

Ce diagramme présenté ci-dessous, jouait le rôle d'un fil conducteur tout au long du projet. Il nous a permis d'ajuster les dérives et de maîtriser la gestion du temps alloué pour la réalisation de ce projet.

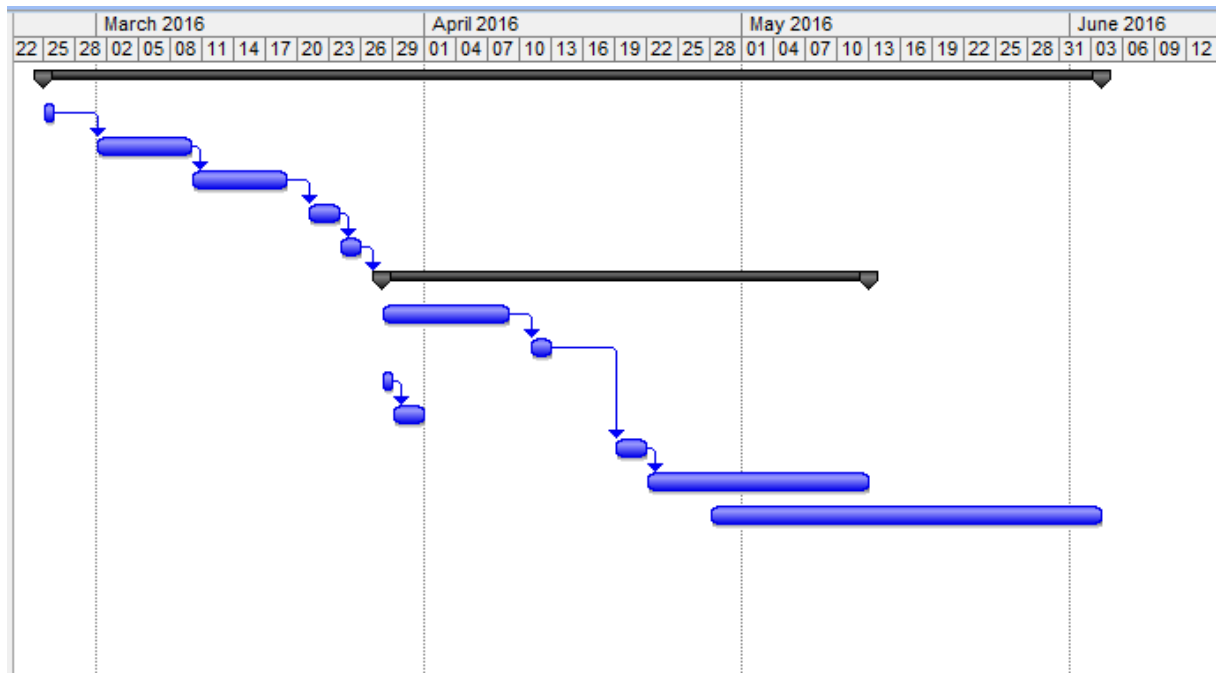


Figure 11: planning Gantt du projet

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	<input type="checkbox"/> stage de fin d'études	72 days?	Thu 25/02/16	Fri 03/06/16	
2	Formation d'entrée	1 day?	Thu 25/02/16	Thu 25/02/16	
3	intégration dans l'entreprise	7 days	Tue 01/03/16	Wed 09/03/16	2
4	familiarisation avec les processus	7 days	Thu 10/03/16	Fri 18/03/16	3
5	réalisation de La VSM	4 days	Mon 21/03/16	Thu 24/03/16	4
6	Analyse de déroulement	2 days	Fri 25/03/16	Mon 28/03/16	5
7	<input type="checkbox"/> Réimplantation du segment 3	33 days	Tue 29/03/16	Thu 12/05/16	6
8	regroupement des familles de produits et leurs process	10 days	Tue 29/03/16	Mon 11/04/16	
9	application de la méthode de King	2 days	Tue 12/04/16	Wed 13/04/16	8
10	définition des ilots	1 day	Tue 29/03/16	Tue 29/03/16	
11	verification avec la méthode des chainons	3 days	Wed 30/03/16	Fri 01/04/16	10
12	calcul de gain	2 days	Wed 20/04/16	Thu 21/04/16	9
13	validation du layout	15 days	Fri 22/04/16	Thu 12/05/16	12
14	projet d'équilibrage des postes de la chaîne d'assemblage	27 days	Thu 28/04/16	Fri 03/06/16	

Tableau 3:le tableau Gantt



Optimisation de flux et d'espace pour la réimplantation du segment 3 et l'équilibrage des postes pour l'implantation du projet de la chaîne d'assemblage.



Chapitre 3 : Optimisation et élaboration des solutions.

Ce chapitre est dédié à l'optimisation de flux et d'espace et l'élaboration des solutions pour éliminer certaines sources de gaspillages dans le segment 3

I. La définition de la démarche de travail

1. La démarche DMAICS :

Le DMAIC est une méthode statistique et d'analyse utilisées pour réduire les défauts en trouvant les causes profondes des défauts, pour les éliminer, et pour maintenir un niveau d'amélioration.

C'est donc une méthode de résolution de problèmes, comme le PDCA ou les 8D, dont l'acronyme forme également la mnémotechnique en décrivant la séquence des cinq étapes fondamentales.

Etapes	Objectifs / Taches	Résultat
D Définir	Définir le projet : les gains attendus pour le client, pour l'entreprise, le périmètre du projet, les responsabilités.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Charte du projet ✓ Cartographie du processus ✓ Planning et affectation des ressources ✓ SIPOC ✓ AMDEC projet
M Mesurer	Rechercher les données mesurables caractérisant le processus concerné et de mesurer le résultat existant.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Layout actuel ✓ VSM ✓ Analyse de déroulement ✓ Flux interne des produits ✓ Définition des ilots par King ✓ Application de la méthode des chaînes
A Analyser	Identifier les causes potentielles de dysfonctionnement du processus et les sources d'améliorations.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Analyse des postes goulots ✓ Ishikawa (analyse de la VSM)
I Innover/Améliorer	Définir les processus cibles et à identifier les plans d'amélioration de la performance, résoudre et prévenir les problèmes.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proposition lay-out ✓ Amélioration du processus
C Contrôler	Mettre sous contrôle la solution retenue. Formaliser le processus.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Efficacité des solutions

Tableau 4: démarche de travail

Conclusion

L'application de la démarche DMAIC est très utile pour la méthodologie de construction et la réalisation de notre sujet, c'est parmi les méthodes de résolution et formulation des problèmes les plus efficaces.

2 Phase 1 : Définir

La première étape de la démarche Six Sigma va consister parfaitement à définir le cadre du projet.

- ✓ Parmi les points importants de cette étape, on mentionnera : l'identification et la formulation du problème (QOOQCCP).
- ✓ Elaboration d'une cartographie du processus
- ✓ élaboration de la charte de projet.

QOOQCCP	➤ Projet : Amélioration de la productivité et optimisation du flux de production de la chaîne de montage PDB du Projet HFE
Qui ? Qui est concerné par le problème ?	➤ Département Ingénierie/ production
Quoi ? De quoi s'agit-il ?	➤ Optimisation de flux, espace et ressources
Où ? Où se passe-le problème ?	➤ Segment 3
Quand ? Quand apparaît-le problème?	➤ Date de validation du transfert des machines de l'usine de Romania vers HIRSCHMANN Maroc.
Comment ? Comment se déroule la situation ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recueil des mesures, données. ➤ Constations des pertes et analyse détaillé des opérations de fabrication ➤ Procéder à l'amélioration par la méthode DMAIC

Combien ?	
Combien ça coute	➤ Cout des actions à prévoir
Pourquoi ?	
Pourquoi résoudre ce problème?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Augmenter la cadence de production ➤ Optimisation d'espace occupé et des machines utilisées; ➤ Système de production flexible ; ➤ Equilibrage des postes de travail ; ➤ Réduire le coût / m² ; ➤ Améliorer les indicateurs de performance (la productivité) ➤ Diminuer les en-cours et la matière première ➤ Eliminer les gaspillages ➤ Eliminer les pertes financières ➤ Evites les pertes de temps et les retards ➤ Etude détaillé du processus et élaboration d'un AMDEC Processus généralisant les défauts qualité, Production,

Tableau 5: la méthode QQQCCP

3 Élaboration de la charte du projet :

La charte de projet est un document qui définit et autorise formellement un projet. Même si sa conception peut apparaître comme un processus délicat voire difficile, son contenu doit permettre d'enlever toute ambiguïté aux différents acteurs du projet. Ceux-ci peuvent avoir des points d'intérêt différents, notamment dans les entreprises ayant une structure matricielle projets-fonctions. Avec la charte, le projet est lié à l'organisation de l'entreprise.

L'un des buts de la charte, signée par les différentes parties, est de donner à un directeur du projet nommé l'autorité suffisante pour mener à bout le projet. Le sponsor, initiateur interne du projet, est également nommé ; il doit avoir une position appropriée pour pouvoir donner des arbitrages.

Charte de projet

Informations générales du projet

Intitule du projet	Optimisation et Réimplantation du lay-out du segment 03
Sponsoring	-----
Email Address	mouhcinesaissi@gmail.com
Phone Number	0665914905
Entreprise d'accueil	HIRSCHMANN Automotive Kenitra Maroc
Date de début	25-02-2016
Date de fin	
Gains potentiel	
investissement	

Description du problème et objectifs du projet

Le Problème	Espace non optimisé, Implantation non flexible, Problèmes de qualité, Problème d'équilibrage, Problème de gaspillage
Objectifs du projet	<ul style="list-style-type: none"> • Optimisation d'espace occupé et des machines utilisées; • Réduction du taux de non-conformité ; • Système de production flexible ; • Equilibrage des postes de travail ; • Réduire le coût / m² ; • Satisfaction client ; • Motivation et satisfaction des opérateurs

Ressource du projet

Equipe de travail	SAISSI Mouhcine	Stagiaire Ingénieur process
	ELHARD Abdellah	Ingénieur Process
	BENAABIA ZAKARIA	Responsable du segment 3

Ressources de support	TITIANE	Ingénieur injection plastique
	Manal BOUAB	Ingénieure Qualité
	<ul style="list-style-type: none"> • Service logistique; • Service engineering; • Service Maintenance; • Service production; • Service qualité client; • Service financier. 	

Tableau 6: la charte de projet

4 Analyse SWOT

L'analyse SWOT (Strengths – Weaknesses – Opportunities – Threats) est un outil d'analyse stratégique. Il combine l'étude des forces et des faiblesses avec celle des opportunités et des menaces de son environnement, afin d'aider à la définition d'une stratégie de développement.

Externe	
Forces	Faiblesses
Connaissances techniques et managériales; Coopération entre l'équipe du segment et les autres services Adéquation entre la formation et le projet Motivation Sens d'analyse de problèmes Autonomie, dynamisme.	Manque d'expériences ; Manque d'informations ; Grande quantité de données à traiter.
Interne	
Opportunités	Menaces
Présentation du livrable de projet devant les managers; La communication avec les managers ; Variabilité des produits et des processus ; Apprendre à gérer les conflits et animer des réunions ; Travailler avec une équipe d'ingénieurs pluridisciplinaire (Qualité, logistique, processus,	Non fiabilité de quelques données concernant les processus des produits transférés ;

production, maintenance) ;

Apporter de la valeur ajoutée à l'entreprise ;

Tableau 7:Analyse swot

5 Gestion des risques:

Pour faire face aux risques qui auraient pu entraver le bon déroulement du stage et pour garantir un résultat acceptable, la réalisation d'une AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticités) s'est avérée nécessaire afin d'identifier les différentes contraintes ainsi que les paramètres critiques à ajuster.

En général L'AMDEC produit ou projet est utilisée pour étudier en détail la phase de conception du produit ou d'un projet, ici notre produit c'est le projet de fin d'étude et le rapport présenté à la fin. La criticité se calcule de la manière suivante :

$C = G * D * F$; La note G : Gravité ; Les conséquences sur le client (HIRSCHMANN) et l'utilisateur (l'étudiant) La note D : Non détection ; La probabilité de non détection des problèmes La note F : Fréquence d'apparition du problème ; La probabilité d'occurrence.

HIRSCHAMNN AUTOMOTIVE KENITRA									
Service : production					Segment : 03				
Risque	Causes	Effets	F	G	D	C	Solution préventive	Solution curative	
La mauvaise analyse du besoin exprimé par le maître d'ouvrage	Le maître d'ouvrage exprime ses besoins de façon vague ; Mal compréhension du besoin.	Mauvaise définition des objectifs du projet. Cahier des charges correspondant pas aux besoins exprimés par le maître d'ouvrage	3	4	2	24	Reformuler l'expression du besoin.		

Manque de motivation	Travail demandé non consistant Environnement de travail non motivant	Perte d'efficacité	4	4	2	32	Accorder un temps important au départ pour la compréhension des objectifs du sujet ; Nouer des relations d'entente avec le personnel.	Réunions avec l'encadrant ;
La recherche exagérée de la perfection	Sur-exigence dans quelques étapes du projet	Une recherche de la perfection excessive peut provoquer une grande pression	4	4	2	32	Avoir des objectifs réalisables, clairs et accessibles.	Faire descendre le niveau d'exigence.
Perte des documents du projet		La perte de toutes les informations peut retarder considérablement les délais du projet.	3	2	1	6	Envoyer chaque jour une copie à l'adresse électronique personnelle.	
Utilisation des données erronées	Utilisation des fichiers non actualisés ou bien des informations incorrectes.	Résultats non représentatifs	4	4	3	48	S'assurer des données en les validant avec les responsables.	
Manque de planification	Sous-estimation de l'importance de la planification préalable ou dépendance des tâches à exécuter avec des facteurs externes.	Perte de temps dans la planification et recherche des tâches à faire par la suite ; Journées sans valeur ajoutée.	4	3	1	12	Instaurer au début de la journée de stage un bilan sur l'état d'avancement du travail.	Planning accéléré pour se rattraper.

Difficulté dans la recherche des informations	Surcharge de travail sur les personnes censées fournir l'information.	Manque de fiabilité dans l'analyse du sujet	3	4	2	24	Etablir des contacts pour assurer la réception des informations nécessaires. Savoir demander l'information (manière, temps opportun,...)	Rechercher à nouveau l'information en adoptant une manière plus efficace.
---	---	---	---	---	---	----	--	---

Tableau 8: AMDEC Projet

II. Diagramme SIPOC (supplier input process output customer)

Un diagramme **SIPOC** est un outil de visualisation pour identifier tous les éléments pertinents associés à un processus (**P**) : son périmètre (frontières, début et fin), les sorties (**O**) les entrées (**I**), les fournisseurs (**S**) et les clients (**C**). Il est recommandé d'employer le SIPOC dans la phase initiale d'un projet d'amélioration d'un processus. Il fournit plus d'information qu'une cartographique «mapping» qui se concentre sur la description sommaire des étapes. Il oblige à définir qui sont les fournisseurs et les clients. Dans le cadre Processus, on représente le flux du processus. Dans la colonne Input, on place les produits fournis et, dans la colonne Supplier, on spécifie le fournisseur de ce produit. De même, dans la colonne Output, on place les produits fournis par le processus, et on spécifie dans la colonne Customer les clients de ces produits. Pour formaliser le flux d'informations, on fait de même mais, dans la colonne Input on décrit les informations reçues et le fournisseur qui fournit ces informations. Dans la colonne Output, on décrit les informations fournies par le processus et les clients de ces informations.














S : Supplier	I : Input	P : Process	O : Output	C : Customer
Fournisseur MP	Les Bobines (fils) Garniture ; Connecteur ; Terminal ; Cover ; Carton ; Bande ; Grommet ; Matière d'injection Exigences : Bonne qualité Livraison à temps	 production  Contrôle qualité  Stockage MP	Matière première prête à être consommée Exigence : Matière première avec les spécifications demandées. (taille, dimension, couleur). Traçabilité	
Magasin incoming goods	Bobines ; Garnitures ; Terminales ; Exigences : Bonne qualité Disponibilité au stock	 Segment 5 : coupe et sertissage	 Fils coupés et serti Exigence : Fils coupés en respectant les dessins Sertissage conforme	 Segment 1 + Segment 2 + Segment 3 + Segment 4
Segment 5 : coupe & sertissage + Magasin incoming goods	Fils coupés et serti Connecteurs ; Garnitures ; Tubes ; Couvercles ; Matière plastique ; Grommet ; Exigences : Bon qualité ; Bon conditionnement Disponibilité au stock	 Segment 3  Contrôle qualité	 Produits finis et contrôlés	 Magasin finished goods
Magasin Finished goods	Produits finis Exigences : Bon qualité Identification claire	 Livraison des produits finis aux clients finaux	Produits finis et emballés Respect de quantités demandées. Bonne qualité. Respect de délai	 Clients

Figure 12: Diagramme SIPOC

Phase2 : Mesurer

Vu la diversité et la multitude des références manufacturées au sein du segment, nous avons limité nos analyses sur l'un des câbles très demandé par le client de référence 905-431-00x.



Figure 13: le produit de référence 905-431-00x

1. Analyse de déroulement

Dans un premier lieu, nous allons commencer notre étude par l'analyse de déroulement qui est un outil qui détaille dans un tableau toutes les opérations élémentaires qui sont effectuées pour réaliser un produit. Les opérations élémentaires peuvent être :

- du stockage de produit (S) ;
- des transports ou mouvements (M) ;
- des attentes en en-cours (E) ;
- des attentes pour préparation du poste ou changement de série (P) ;
- le traitement des produits (T) ;
- le contrôle des produits (C)

S	M	E	P	T	C	SEQUENCE	DESIGNATION	DUREE en heure	LONGUEUR en m
							STOCKAGE MP		
							TRANSPORT VERS sertissage	0,033	40
							ATTENTE DEVANT sertissage	22,5	
							PREPARATION POSTE sertissage	0,025	
							sertissage/100p	0,25	
							ATTENTE APRES sertissage	2,25	
							TRANSPORT VERS insertion	0,0014	1,5
							ATTENTE DEVANT insertion	1,125	
							PREPARATION de l'insertion	0,033	
							insertion	0,375	
							ATTENTE APRES insertion	1,75	
							TRANSPORT VERS Arbur 108	0,0014	1,5
							ATTENTE DEVANT ARBURG 108	0,93	
							PREPARATION du poste Arburg 108	0,0402	
							Moulage	0,0105	
							ATTENTE APRES Moulage	0,00445	
							TRANSPORT VERS Arbur 107	0,0025	9
							ATTENTE DEVANT Arbur 107	0,0148	
							PREPARATION du poste Arburg 107	0,0402	
							Moulage	0,0086	
							ATTENTE APRES Moulage	1,5	
							TRANSPORT VERS Test électrique	0,0027	10
							Attente devant test électrique	1,5	
							PREPARATION du test électrique	0,0016	
							test électrique	0,0025	
							attente après test	0,033	
							transport vers contrôle final	0,003	10
							Attente devant cf	0,033	
							PREPARATION CF	0	
							TRAITEMENT CF	0,056	
							ATTENTE APRES CF	0,084	
							TRANSPORT VERS MAGASIN	0,05	
1	7	11	6	5	1		TOTAL	32,66085	72

Tableau 9:Analyse de déroulement du référence 905-431-00x

2. Choix de la famille de produits :

Une famille de produits est l'ensemble de références qui passe presque par la même gamme de fabrication pour ce faire nous avons consulté le superviseur de production du segment 3 pour nous aider de regrouper les différents familles finalement on a regroupé quatre familles de produits indépendantes:

Famille 1: Old witte

Famille2: KLG

Famille3: basline+New KLG

Famille 4 : New witte

Consulter les familles de produit dans l'annexe page : 89 90

Vu que le nombre de références est énorme on doit travailler juste sur les produits qui ont une quantité annuelle très important, pour se faire le diagramme PARETO permet de sélectionner les références concernées on se basant sur la quantité produite annuellement.

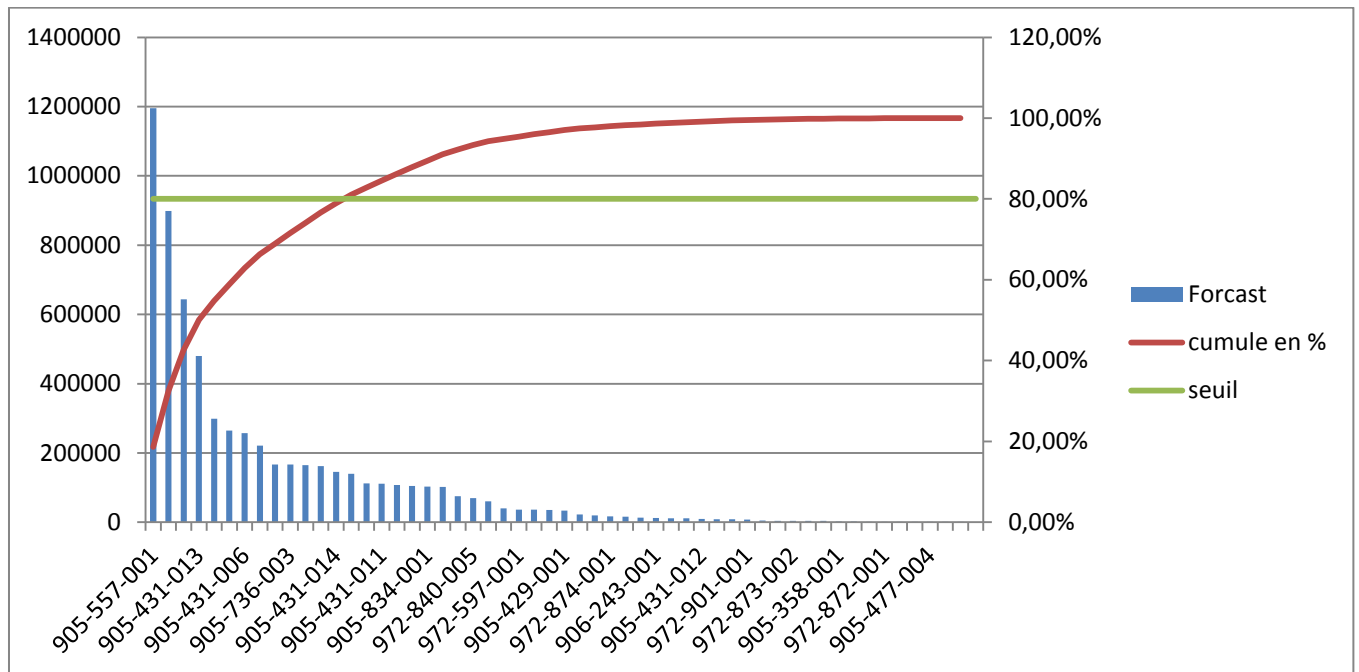


Figure 14:: diagramme Pareto

Le diagramme de Pareto qui montre quels sont les 80 % des références qui sont critiques c'est-à-dire les produits surchargés, qu'on doit cartographier par la suite, mais il est suffisant de cartographier juste le plus long processus parmi ces références, qui est le produit de référence 905-516-001.

3. VSM de l'état actuel du segment

La chaîne de valeur (VSM) est la décomposition de l'activité de l'entreprise en une séquence d'opérations élémentaires. Elle permet d'identifier les opérations à valeur ajoutée (et celles de non-valeur ajoutée) entrant dans la composition/fabrication du service/produit, tel qu'il est attendu par le client. La détection de la non-valeur ajoutée se fait en suivant le produit tout au long de sa fabrication, et en identifiant les gaspillages. Les opérations à valeur ajoutée sont à l'inverse les activités qui transforment la matière et contribue à la rendre conforme aux attentes du client, la figure suivante illustre le VSM du référence 905-516-001 dans la ligne New witte :

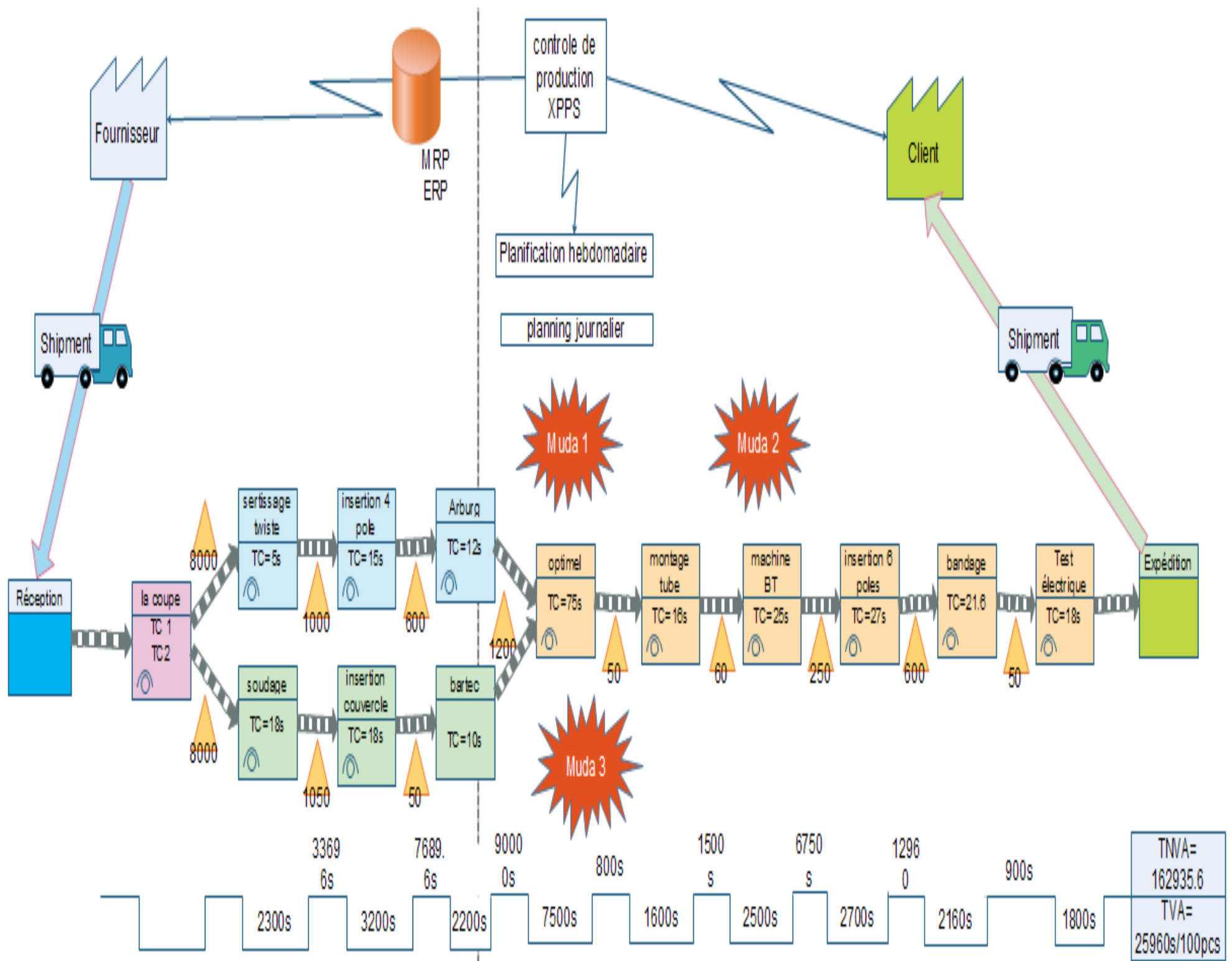


Figure 15 : VSM synoptique de la ligne new Witte

Les mudas détectés vont analyser dans la phase suivante (phase analyser)

4. Présentation générale sur la réimplantation Job shop :

3.1. Objectifs

L'objectif principal de la réimplantation est de réduire les délais c'est-à-dire les temps de défilement ainsi qu'améliorer la fluidité des produit et réduire les surfaces occupées.

L'implantation des moyens de production doit être établie en respectant une logique qui permet de bien séparer les usines.

1. Identifier parmi l'ensemble des moyens de production des îlots de production le plus indépendants possible.
2. Implanter chaque îlot repéré, en suivant la démarche suivante
 - rechercher une implantation linéaire ;
 - rapprocher les machines entre lesquelles circule un trafic important
 - implanter l'îlot en section homogène.

3.2. Conditions nécessaires :

3.2.1. La réduction de la taille du lot de transfert :

Le lot de transfert correspond au nombre de pièces transportées d'un poste à l'autre lors de la fabrication, il peut être inférieur ou égal au lot de fabrication.

3.2.2. Choix d'une taille de lot :

Il est possible d'utiliser la formule de Wilson pour déterminer la quantité économique du lot de fabrication.

$$Qe = \sqrt{\frac{2NL}{AT}}$$

N : la consommation annuelle.

L : le cout de lancement

A : le cout de stockage.

T : le taux de possession

Le lot de transfert peut être inférieur ou égal au lot de fabrication. Lorsque l'on pratique le chevauchement des phases on choisit un lot de transfert inférieur au lot de fabrication ; le plus petit lot de transfert étant d'une unité.

3.2.3. Réduction des temps de préparation ou de changement de série.

3.2.3.1 Le concept de SMED (Single Minute Exchange of Die)

Ce concept, venu du Japon en même temps que Kanban, n'est pas une organisation de gestion de la production mais peut être considéré comme une démarche d'amélioration du processus de production. Il est souhaitable d'effectuer une démarche SMED dès que l'on estime que des temps prohibitifs de changement d'outils imposent d'avoir des lots de fabrication de tailles trop importantes.

3.3. Processus en 2 étapes :

3.3.1. Regrouper les postes de travail en îlots :

Un îlot est une Famille de pièces utilisant les mêmes postes de travail. Généralement on utilise l'algorithme R.O.C (Rank Order Clustering) de King pour identifier les îlots.

3.3.2. Optimiser l'implantation des îlots :

L'optimisation des îlots permet de minimiser les distances et les croisements entre les postes, pour se faire on utilise la méthode des chainons.

3.3.3. La méthode des chainons :

La méthode des chainons est certainement la méthode la plus connue pour implanter les ateliers de production. Son objectif est de Minimiser les manutentions dans un atelier à tâches ainsi de Rapprocher les machines qui sont le plus en relation.

3.3.4. Les étapes de la méthode :

Quantifier le trafic : La méthode des chainons se fonde sur l'analyse du trafic entre les postes. Le trafic peut être quantifié par :

- le nombre de pièces ;
- le poids transporté ;
- le volume transporté ;
- le nombre de containers, de palettes ;

3.3.5. Données de travail :

Les données nécessaires pour effectuer notre optimisation sont :

- les gammes des produits fabriqués (ou matrice des rangs)
- les tailles des lots de transfert entre chaque opération
- l'implantation actuelle et trace des flux.

3.4. L'état avant l'amélioration:

Ci-après on trouve le schéma synoptique de la zone étudiée segment 3 c'est une zone composée de 5 familles de produits chaque famille est située sur un bloc indépendant ainsi que le type de production et job shop.

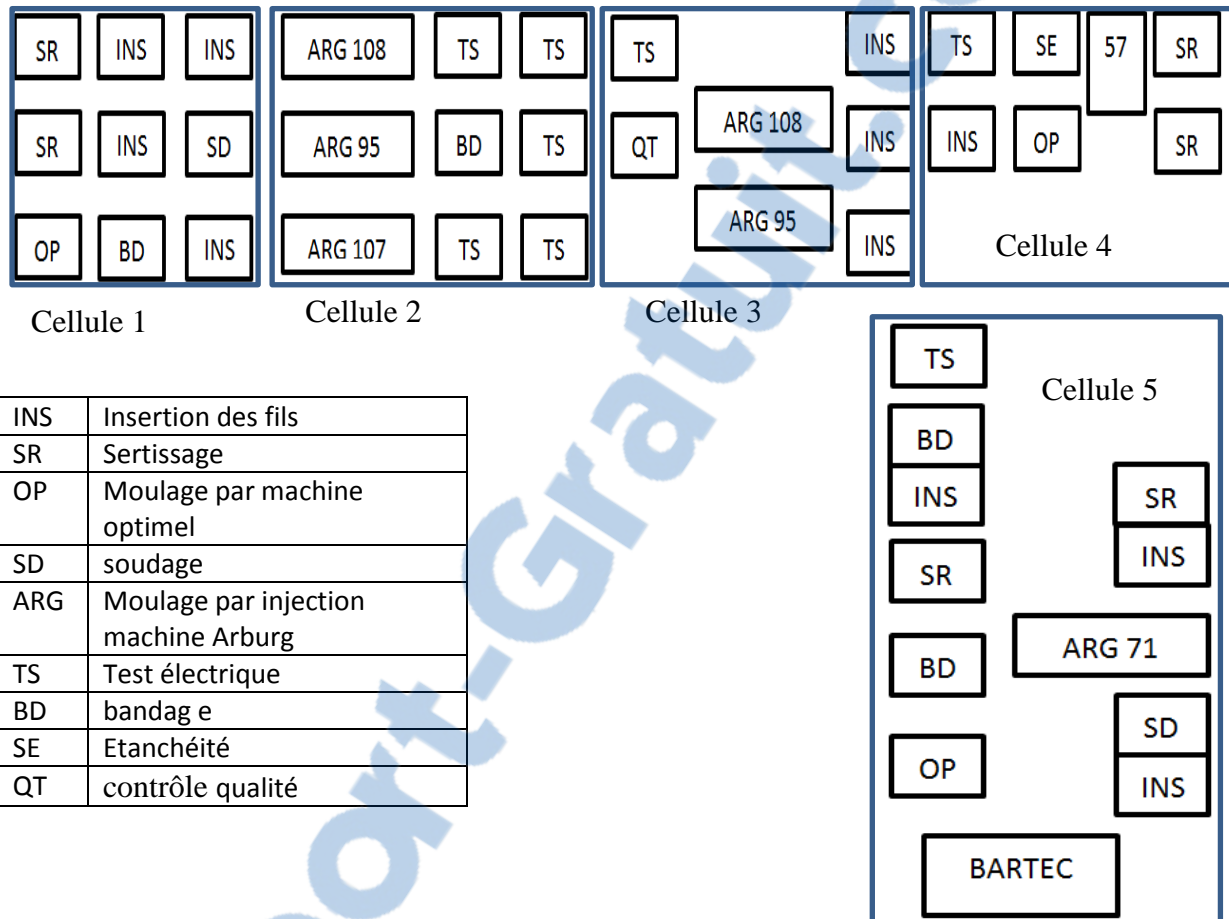


Figure 16 : layout actuel

3.4.1. Gamme de production

Le programme de production regroupe les étapes de fabrication des différents types de production suivant les postes de charge utilisés, le tableau suivant illustre ces étapes pour la cellule 1 :

référence	Sertissage 2	Insertion L1	Insertion L2	insert	optimal	optimal	optimal	A95	Test1	Test2	Test11
905-069-001		1			1	1				1	1
905-736-001		1			1	1				1	1
905-736-002		1			1	1				1	1
905-736-003		1			1	1				1	1
905-736-004		1			1	1				1	1
905-736-005		1			1	1				1	1
905-736-009		1			1	1				1	1
905-736-007		1			1	1				1	1
905-736-008		1			1	1				1	1
905-429-001					1	1					
972-784-002					1	1					
905-834-001					1	1					
972-872-001	1		1		1	1			1	1	
972-872-002	1		1		1	1			1	1	
972-873-002	1				1	1					
972-873-004	1				1	1					
972-874-001	1		1						1	1	
972-874-002	1		1						1	1	
972-875-001	1				1	1					
972-875-002	1				1	1					
972-884-001	1		1		1	1			1	1	
972-691-001					1	1					
972-691-003					1	1					
972-691-006					1	1					
972-691-008					1	1					
972-783-001				1				1			
972-783-002				1				1			
906-316-001		1									1
906-525-010		1									1
906-604-001		1									1
905-869-001		1									1
906-630-001		1									

Figure 17: gamme de fabrication cellule1

Vu qu'il y a beaucoup de références de produits nous somme basé sur l'expérience des line leader et les shift leader, les blocs sont déjà décomposés par le bureau d'étude RANKWELL à l'Autriche, la difficulté de ce regroupement par familles c'était pour les références de faible quantité annuelle par exemple si on prend le cas du référence 905-736-00X , il a une quantité annuelle de 530900 pièces c'est-à-dire que la ligne 736 est presque toujours chargée, par contre si on prend 972-875-001, sa quantité est 1200 pièces par an donc son flux présente une difficulté par rapport au premier.

Pour les autres gammes de production voir l'annexe.88 et 89

3.4.2. Implantation actuelle et trace des flux.

L'usine est devisé en cinq segment chaque segment produira des types des câbles spécifique selon un cahier de charge imposé par le client, on se limitant dans la zone spécifique (segment 3), l'implantation actuelle est donnée par la figure ci-dessus.

3.4.2.1. Le flux:

Un objectif clé de toute entreprise est de livrer des produits à ses clients, lorsqu'ils les demandent. Il est donc nécessaire, afin d'assurer une gestion performante, de maîtriser les flux de matières, composants et produits finis au sein de l'entreprise. L'écoulement des flux ma-

tières, depuis les fournisseurs des matières premières jusqu'à la livraison des produits finis, en passant par les différentes opérations de fabrication, a bien peu en commun avec l'écoulement d'un fleuve tranquille. On se trouverait plutôt en présence d'un cours d'eau Rencontrant de nombreux barrages, écluses et cascades tumultueuses.

3.4.2.1.1. Flux internes et flux externes :

Les flux matières peuvent être regroupés :

- **En flux externes**, associés à l'approvisionnement de matières premières, et composants nécessaires (y compris d'éventuelles opérations de sous-traitance) et à la livraison des produits aux clients.
- **En flux internes**, qui représentent les flux de matières subissant les transformations au sein même de l'entreprise.

La figure suivante montre l'état actuel du flux de production dans le segment 3 :

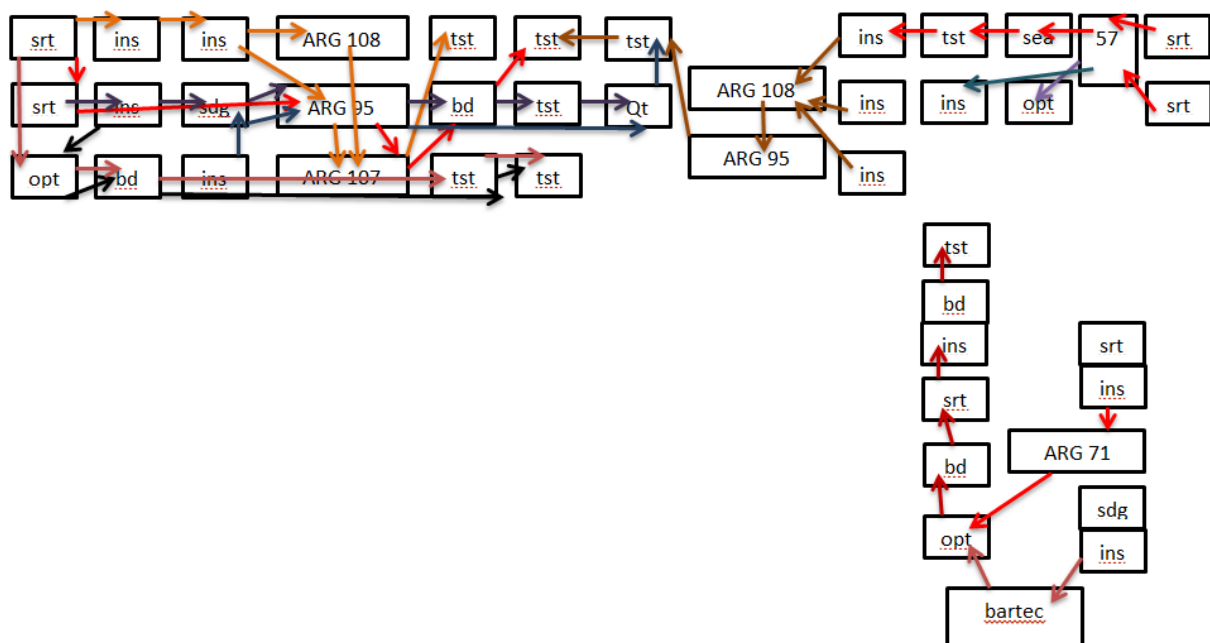


Figure 18: flux de matière de l'état actuel

La figure 17 est dessiné à partir du plan de l'entreprise (voir annexe page 96) montrent que l'état actuel de flux est mal organisé à cause d'une mauvaise implantation des postes de charges pour la cellule 1, c'est dans ce but qui inscrit mon projet de réimplanter l'état actuel pour optimiser le flux et l'espace.

D'après ces données initiales les causes principales de notre problématique est l'optimisation de flux physique ainsi que faire une gestion d'espace c'est-à-dire les postes de travaux entre eux ne forme pas des flux optimisés est quand on parle de flux on parle du chemin des produits ainsi que l'information entre les opératrices et les chefs de lignes, finalement il faut

trouver un moyen pour résoudre cette problématique majeure dans le segment c'est le but de l'étape précédente.

3.5. Recherche des îlots de production

3.5.1. Application de la méthode de King

Après l'étape de recherche des familles le concept de King est basé sur La recherche des îlots de production parmi l'ensemble des gammes du segment a suscité de nombreux travaux dont notamment ceux de King. La méthode de King se base sur des itérations a suivant :

- On traduit le programme de production à un tableau en écriture binaire, en affectant un poids en puissance de 2 à chacun des processus.
 - On ordonne les colonnes dans l'ordre décroissant de l'équivalent décimal
 - On recommence le même processus sur les lignes.
 - On arrête le processus lorsqu'il n'y a plus d'inversion à faire.
- L'îlot de production : l'ensemble de moyens de production dépendants

Liés entre eux par un flux très important et complexe nécessaire pour

Réaliser un ensemble de pièces.

La démarche est la suivante, chercher une implantation linéaire ensuite rapprocher les machines entre lesquelles circule un trafic important après cette étape il faut implanter l'îlot en section homogène des machines ayant la même technologie, les mêmes fonctions.

3.5.1.1. La cellule 1:

Les tableaux suivants illustrent les différentes itérations pour trouver les îlots de la famille de production 1 mais avant d'entamer les étapes de la méthode de King rappelons la gamme de fabrication de la cellule 1 :

référence	Sertissage 2	Insertion L1	Insertion L2	insert	optimal	optimal	optimal	A95	Test1	Test2	Test11
905-069-001		1			1	1			1	1	
905-736-001		1			1	1			1	1	
905-736-002		1			1	1			1	1	
905-736-003		1			1	1			1	1	
905-736-004		1			1	1			1	1	
905-736-005		1			1	1			1	1	
905-736-009		1			1	1			1	1	
905-736-007		1			1	1			1	1	
905-736-008		1			1	1			1	1	
905-429-001					1	1					
972-784-002					1	1					
905-834-001					1	1					
972-872-001	1		1		1	1		1	1		
972-872-002	1		1		1	1		1	1		
972-873-002	1				1	1					
972-873-004	1				1	1					
972-874-001	1		1					1	1		
972-874-002	1		1					1	1		
972-875-001	1				1	1					
972-875-002	1				1	1					
972-884-001	1		1		1	1		1	1		
972-691-001					1	1					
972-691-003					1	1					
972-691-006					1	1					
972-691-008					1	1					
972-783-001				1				1			
972-783-002				1				1			
906-316-001		1									1
906-525-010		1									1
906-604-001		1									1
905-869-001		1									1
906-630-001		1									

D'après cette gamme qui possède 32 produits chaque produit est connu par son référence spécifique passant dans 11 poste de travail le rôle de la méthode suivante est de rapprocher les machines entre lesquelles circule un trafic important.

Les tableaux suivants décrivent les étapes de la méthode de King juste pour la cellule 1.

• Etape 1 :

Poids	référence	Sertissage 2	Insertion L1	Insertion L2	insert	optimal	optimal	optimal	A95	Test1	Test2	Test11
2 ³¹	905-069-001		1			1	1			1	1	
2 ³⁰	905-736-001		1			1	1			1	1	
2 ²⁹	905-736-002		1			1	1			1	1	
2 ²⁸	905-736-003		1			1	1			1	1	
2 ²⁷	905-736-004		1			1	1			1	1	
2 ²⁶	905-736-005		1			1	1			1	1	
2 ²⁵	905-736-009		1			1	1			1	1	
2 ²⁴	905-736-007		1			1	1			1	1	
2 ²³	905-736-008		1			1	1			1	1	
2 ²²	905-429-001					1	1					
2 ²¹	972-784-002					1	1					
2 ²⁰	905-834-001					1	1					
2 ¹⁹	972-872-001	1		1		1	1		1	1		
2 ¹⁸	972-872-002	1		1		1	1		1	1		
2 ¹⁷	972-873-002	1				1	1					
2 ¹⁶	972-873-004	1				1	1					
2 ¹⁵	972-874-001	1		1					1	1		
2 ¹⁴	972-874-002	1		1					1	1		
2 ¹³	972-875-001	1				1	1					
2 ¹²	972-875-002	1				1	1					
2 ¹¹	972-884-001	1		1		1	1		1	1		
2 ¹⁰	972-691-001					1	1					
2 ⁹	972-691-003					1	1					
2 ⁸	972-691-006					1	1					
2 ⁷	972-691-008					1	1					
2 ⁶	972-783-001				1				1			
2 ⁵	972-783-002				1				1			
2 ⁴	906-316-001		1									1
2 ³	906-525-010		1									1
2 ²	906-604-001		1									1
2 ¹	905-869-001		1									1
2 ⁰	906-630-001		1									
Equivalent décimal		1046528	4286578719	837632	96	4294918016	4,295E+09	96	837632	4,287E+09	4,29E+09	30

• Etape 2 :

référence	optimal	optimal	Test1	Insertion L1	Test2	Sertissage	Insertion L2	A95	insert	optimal	Test11	Equivalent décimal
905-069-001	1	1	1	1	1	1						1984
905-736-001	1	1	1	1	1	1						1984
905-736-002	1	1	1	1	1	1						1984
905-736-003	1	1	1	1	1	1						1984
905-736-004	1	1	1	1	1	1						1984
905-736-005	1	1	1	1	1	1						1984
905-736-009	1	1	1	1	1	1						1984
905-736-007	1	1	1	1	1	1						1984
905-736-008	1	1	1	1	1	1						1984
905-429-001	1	1										1536
972-784-002	1	1										1536
905-834-001	1	1										1536
972-872-001	1	1	1	1			1	1	1			1848
972-872-002	1	1	1	1			1	1	1			1848
972-873-002	1	1					1					1568
972-873-004	1	1	1				1					1568
972-874-001			1				1	1	1			312
972-874-002			1				1	1	1			312
972-875-001	1	1					1					1568
972-875-002	1	1					1					1568
972-884-001	1	1	1				1	1	1			1848
972-691-001	1	1										1536
972-691-003	1	1										1536
972-691-006	1	1										1536
972-691-008	1	1										1536
972-783-001									1	1		6
972-783-002									1	1		6
906-316-001				1							1	129
906-525-010				1							1	129
906-604-001				1							1	129
905-869-001				1							1	129
906-630-001				1								128
Poids	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	

• Etape 3 :

référence	optimal 1	optimal 2	Test1	Insertion L1	Test2	Sertissage	Insertion L2	A95	Test11	insert 3	optimal 3
905-069-001	1	1	1	1	1						
905-736-001	1	1	1	1	1						
905-736-002	1	1	1	1	1						
905-736-003	1	1	1	1	1						
905-736-004	1	1	1	1	1						
905-736-005	1	1	1	1	1						
905-736-009	1	1	1	1	1						
905-736-007	1	1	1	1	1						
905-736-008	1	1	1	1	1						
972-872-001	1	1	1	1	1		1		1		
972-872-002	1	1	1	1	1		1		1		
972-884-001	1	1	1	1	1		1		1		
972-875-001	1	1	1		1	1					
972-873-002	1	1	1		1	1					
972-873-004	1	1	1		1	1					
972-875-002	1	1	1		1	1					
905-429-001	1	1									
972-784-002	1	1									
905-834-001	1	1									
972-691-001	1	1									
972-691-003	1	1									
972-691-006	1	1									
972-691-008	1	1									
972-874-001			1		1		1		1		
972-874-002			1		1		1		1		
906-316-001				1						1	
906-525-010				1						1	
906-604-001				1						1	
905-869-001				1						1	
906-630-001				1							
972-783-001											1
972-783-002										1	1

Commentaire :

Les ilots de production sont regroupés à cette étape l'îlot 1 est coloré en violet le deuxième est en orange en trouve aussi le flux en bleu qui est entre l'îlot 1 et l'îlot2 et pour les autres

qui ne sont pas regroupés il faut implanter d'autre machines en parallèles pour équilibrer le flux. Pour les autres cellules voir l'annexe page 85-86-87

3.6. Optimisation avec La méthode des chainons :

La méthode des chainons a pour but l'organisation de l'implantation des ressources d'une unité de production, visant à structurer et raccourcir le flux de matières.

La méthodologie et d'inventorier les postes de travail et les gammes opératoires, ensuite on doit appliquer la méthode des chainons par le Traçage de la matrice des flux et la détermination de l'intensité du trafic ainsi que les nombres de liaison entre les postes après on procède par la détermination de nombre des chainons pour chaque poste. et finalement on trace l'implantation théorique et on adapte l'implantation théorique dans les locaux prévus.

3.6.1. La gamme de production:

Pour la méthode des chainons nous avons appliqué l'optimisation juste pour la cellule 1 pour vérifier avec les résultats de King. Ci-après la gamme de fabrication de cette cellule.

Réf.	Nom	Produit	Gamme	Quantité/mois	Quantité/année
S2	Sertissage 2	905-069-001	ln1-opt1-opt2-bd-T1-T2		644000
ln1	Insertion L1	L	ln1-opt1-opt2-bd-T1-T2		644000
ln2	Insertion L2	905-736-001	ln1-opt1-opt2-T1-T2		4000
ln3	insert	905-736-002	ln1-opt1-opt2-T1-T2		9000
opt1	optimal 1	905-736-003	ln1-opt1-opt2-T1-T2		166500
opt2	optimal 2	905-736-009	ln1-opt1-opt2-T1-T2		104400
opt3	optimal 3	905-736-007	ln1-opt1-opt2-T1-T2		139500
A95	A95	905-736-008	ln1-opt1-opt2-T1-T2		107500
T1	Test1	A	ln1-opt1-opt2-T1-T2	106809,0909	1174900
T2	Test2	905-429-001	opt1-opt2-t1		34000
T11	Test11	972-784-002	opt1-opt2-t1		13000
bd	Bandage	905-834-001	opt1-opt2-t1		103000
		B	opt1-opt2-t1	13636,36364	150000
		972-872-001	s-in2-opt1-opt2-A95-t1		1000
		972-872-002	s-in2-opt1-opt2-A95-t1		0
		C	s-in2-opt1-opt2-A95-t1	90,90909091	1000
		972-873-002	s-opt1-opt2-t1		4000
		972-873-004	s-opt1-opt2-t1		0
		D	s-opt1-opt2-t1	363,6363636	4000
		972-874-001	s-in2-t1-t1		17000
		972-874-002	s-in2-t1-t1		4000
		E	s-in2-t1-t1	1909,090909	21000
		972-875-001	s-opt1-opt2-t2		1200
		972-875-002	s-opt1-opt2-t2		0
		F	s-opt1-opt2-t2	109,0909091	1200
		972-884-001	s-in2-opt1-opt2-A95-t1		0
		G	s-in2-opt1-opt2-A95-t1	0	0
		972-691-001	opt1-opt2-t2		0
		972-691-003	opt1-opt2-t2		0
		972-691-006	opt1-opt2-t2		0
		972-691-008	opt1-opt2-t2		0
		H	opt1-opt2-t2	0	
		972-783-001	ln3-A95-T2		0
		972-783-002	ln3-A95-T2		0
		I	ln3-A95-T2	0	0
		906-316-001	ln1-t11		0
		906-525-010	ln1-t11		67
		906-604-001	ln1-t11		0
		905-869-001	ln1-t11		0
		906-630-001	ln1-t11		0
		K	ln1-t11	6,090909091	67

Figure 19: Gamme de fabrication détaillée

La gamme simplifiée

Les équipes de travail sont devisés en 3 une équipe = 1 shift

L'entreprise travail 7.5 h / shift donc elle travail $7.5 \times 3 = 22.5$ heures pendant la journée.

Elle travaille toute la semaine sauf le dimanche.

Calcul de nombre de mois de travail :

$22.5 \times 6 \times 365 \times 24 = 11826000$ h/année

$11826000 / (24 \times 365 \times 12) = 11$ mois

Produit	Gamme	Quantité/mois	Quantité/année
L	ln1-opt1-opt2-bd-T1-T2		644000
A	ln1-opt1-opt2-T1-T2	106809,0909	1174900
B	opt1-opt2-t1	13636,36364	150000
C	s-in2-opt1-opt2-A95-t1	90,90909091	1000
D	s-opt1-opt2-t1	363,6363636	4000
E	s-in2-t1-t1	1909,090909	21000
F	s-opt1-opt2-t2	109,0909091	1200
G	s-in2-opt1-opt2-A95-t1	0	0
H	opt1-opt2-t2	0	
I	in3-A95-T2	0	0
K	ln1-t11	6,090909091	67

3.6.2. La matrice des flux

				reçoit							
		S	Ins1	ins2	ins3	opt	Bd	A95	T	T11	somme ligne
	S	2		22000		5200					27200
	Ins1		2			150000				67	150067
	ins2			3		1000			21000		22000
	ins3				1			0			0
	opt					6	644000	1000	1330100		1975100
	Bd						1				0
	A95							3	1000		1000
	T								3		0
	T11									1	0
	somme colonne	0	0	22000	0	156200	644000	1000	1352100	67	
	S.l/c	27200	150067	44000	0	2131300	644000	2000	1352100	67	
	Poids	6	5	3	9	1	7	4	2	8	

Figure 20: la matrice des flux

3.7 Le taux de rendement synthétique :

Le Taux de Rendement Synthétique (TRS) est un indicateur permettant de suivre le taux de performance des ressources de l'entreprise. Dans la pratique, le TRS est souvent calculé

comme le rapport entre le nombre de pièces bonnes produites pendant une certaine période et le nombre de pièces théoriquement produites durant la même période.

Le Taux de Rendement Synthétique est calculé sur ce que l'on appelle un moyen de production. Dans l'ERP les moyens de production sont : les postes de travail, les outils et les ressources hommes ou machines.

3.7.1 L'exploitation des indicateurs

Le TRS est un indicateur composé de 3 taux :

Le taux brut de fonctionnement

Il est essentiellement significatif du bon fonctionnement des équipements. Son amélioration passe par :

- La mise en place d'un plan de maintenance préventive (quand c'est possible)
- L'amélioration du correctif (par exemple par des gammes de montage et démontage)
- La disponibilité d'un stock de pièce de rechange ou d'une possibilité d'approvisionnement rapide
- L'achat d'équipements neufs à haute fiabilité ...

Il faut également surveiller la disponibilité des stocks de matières ou de pièces pour la production et veiller à appliquer une politique sécurité efficace de nature à motiver le personnel et ainsi réduire l'absentéisme.

Le taux de performance

Il est significatif de la capacité à produire dans les meilleures conditions :

- Réglage des équipements optimal pour une bonne régularité
- Compétence du personnel (à améliorer par la formation)
- Qualité des matières premières
- Organisation de la production adaptée au type de fabrication (réactivité améliorée)

Le temps « perdu » sans raison apparente (dont le cumul sur une période peut ne pas être négligeable) contribue également à dégrader cet indicateur

Le taux de qualité

Il traduit la tendance à générer du rebut. Il peut être amélioré par

- La mise en place de contrôles (continus ou non)
- L'utilisation de méthodes statistiques (par prélèvements)
- L'instauration d'une politique qualité
- L'optimisation du procédé de fabrication
- Traçabilité

3.7.1 Calcul de taux de rendement synthétique de l'état actuel

Taux de qualité :

On calcule le taux de qualité par la formule suivante :

$$\text{Taux de qualité} = \frac{\text{le nombre de pièces non conforme}}{\text{la quantité total produite}} * 100$$

	Janvier	Février	Mars	Moyen
Taux de qualité	99.675%	99.6%	99.7%	99.7%

Tableau 10: Historique de taux de qualité

Taux de fonctionnement

Nous avons basé sur un historique des arrêts d'Arburg pour déterminer le taux de fonctionnement du segment 3, durant une semaine la machine travaille : $7.5*3*6=135$ h

	les temps d'arrêts en heure
semaine 1	14,92
semaine 2	9,83
semaine 3	8,75
semaine 4	9,63
semaine 5	3
semaine 6	8,84
semaine 7	16,08
semaine 8	5,92
semaine 9	4,75
semaine 10	4,83
semaine 11	11,59
semaine 12	6,21
semaine 13	5,75
semaine 14	10,91
semaine 15	17,84
semaine 16	14,92
semaine 17	13,84
semaine 18	13,33
semaine 19	9,7
moyen	10,03368421

Tableau 11: Historique des arrêts d'Arburg

$$\text{temps de fonctionnement} = \frac{\text{temps d'ouverture} - \text{les arrêts souhaités ou non}}{\text{temps d'ouverture}} * 100$$

$$Tf = \frac{135 - 10.33}{135} * 100$$

Donc Tf = 93%

Taux de performance :

$$\text{taux de performance} = \frac{\text{cadence réelle}}{\text{cadence planifier}} * 100$$

On se base sur l'historique de la productivité depuis 2016

productivity per week	
week01	92,04%
week02	88,56%
week03	97,42%
week04	99,59%
week05	73,50%
week06	74,20%
week07	95,01%
week08	85,44%
week09	62,82%
week10	84,73%
week11	76,01%
week12	83,76%
week13	89,03%
week14	101,28%
week15	92,33%
week16	85,89%
week17	92,30%
week18	85,12%
week19	83,67%
week20	83,41%
moyenne	86,31%

Tableau 12: Historique de la productivité du segment 03

Le TRS du segment est le produit des trois facteurs :

$$\text{TRS} = 86.31 * 99.7 * 93 = 80.027 \%$$

Phase 3 : Analyser

Dans ce chapitre on va faire une analyse des données collectées (fichiers et existant sur terrain), puis une identification des problèmes à résoudre, On va commencer par une définition des mudas puis une analyse de VSM qu'on va appliquer par la suite par les 5M afin de mettre en évidence toutes les sources des gaspillages rencontrées dans les lignes de production du projet.

Cette étape est préliminaire et nécessaire avant d'établir les grands axes du cahier des charges dans le chapitre précédent donc ce chapitre vient pour justifier et prouver nos choix pour l'étude.

3.1. Définition des mudas

3.1.1. Les sources de gaspillages

Taïchi Ohno, père fondateur du Système de Production Toyota, a défini 3 familles de gaspillages :

- ✓ Muda (tâche sans valeur ajoutée, mais acceptée)
- ✓ Muri (tâche excessive, trop difficile, impossible)
- ✓ Mura (irrégularités, fluctuations)

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.

3.1.2. Définition des mudas

Un Muda est 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.

Bien qu'issus de l'industrie, les « Mudas » peuvent être aisément transposés dans tout type d'activités (services, IT, santé, formation, logistique, finance...).

3.1.3 Les 7 Gaspillages :

Produire avant la commande ;

Réaliser une tâche qui ne répond à aucune demande ni exigence du client ;

Le pire des gaspillages car source d'autres gaspillages Provoque le ralentissement, voir l'arrêt du flux.

- **La Surproduction**

Produire plus que le besoin du client ;

- **Le Sur-stockage ou Stocks Inutiles**

Tout ce qui n'est pas indispensable à la réalisation de la tâche, au bon moment ;

Causé par la surproduction, mais aussi une mauvaise planification ;

Causé par des temps d'attente non maîtrisés ;

Capital immobilisé (WIP).

- **Les Déplacements Inutiles**

Déplacement de matériaux, de pièces, de produits, de documents ou d'informations qui n'apporte pas de valeur pour le client ;

Consommateur de ressources et de temps.

- **Les Traitements Inutiles ou Surprocessing**

Tâches, étapes réalisées pour rien ;

Processus trop complexe par rapport au prix de vente ;

Trop de qualité, trop de matières, trop d'informations... ;

Manque d'instructions ou de spécifications claires et standardisées.

- **Les Mouvements Inutiles**

Déplacement de personnes physiques, inutile et qui n'apporte pas de valeur au client ;

Causé par une mauvaise ergonomie du poste de travail ;

Mauvais rangement, désordre, désorganisation ;

Matériel ou informations mal répertoriés.

- **Les Erreurs, les Défauts et les Rebuts**

Défauts qui nécessitent une retouche, un contrôle supplémentaire, une mise au rebut, une insatisfaction du client... ;

Retour client ;

Perte de temps, d'argent et risque de ne pas pouvoir fournir le client ;

Perte de crédibilité.

- **Le Temps d'Attente**

Produits ou personnes qui doivent attendre entre 2 tâches ou étapes.



Opérateur inactif pendant que la machine fonctionne ou pendant une interruption.

Cadence machine ralentie.

Temps de changement de série trop long.

Étapes mal synchronisées.

On ajoute aux 7 gaspillages originaux, un 8ème gaspillage :

- **La sous-utilisation des compétences (muda supplémentaire)**

Un manque de formation, un management rigide et autoritaire, peu de motivation, de reconnaissance et d'implication entraînent une sous-utilisation des compétences des employés. Ce qui nuit gravement à la créativité et à l'esprit d'équipe.

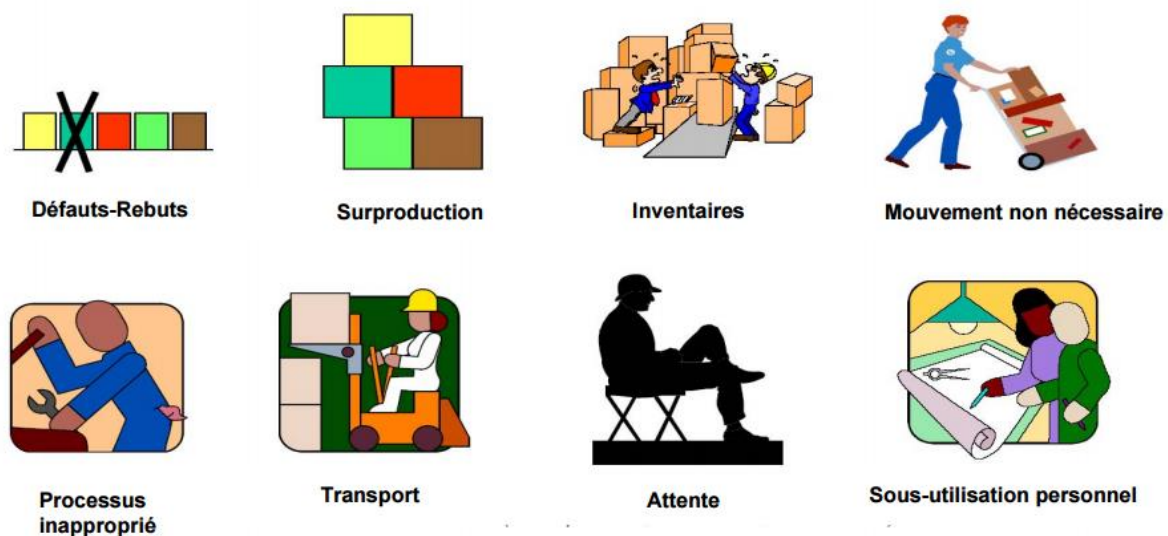


Figure : Les sources de gaspillages (7 mudas)

Le flux de production est très souvent associé uniquement au mouvement des matières premières et des produits finis. Mais il y a un autre flux tout aussi important, celui de l'information. Il permet à chaque unité de production de savoir ce qu'elle va faire ou fabriquer dans les minutes ou les heures qui viennent. Comme la montre la Figure 11, les flux de matières et les flux d'information sont les deux facettes d'une même pièce, la même importance doit être apportée aux deux.



Figure : flux physique et information

Pour ce faire La Value Stream Mapping (ou la chaîne de valeur) est un outil important et efficace qui visualise l'état nécessitant une amélioration.

3.2. Analyse du VSM

L'élaboration du VSM a permis de comprendre le flux de production et la création de la valeur dans le segment 3. Cette cartographie m'a donné une vision sur les sources de gaspillages présents dans la ligne de production.

3.2.1. Diagramme Ishikawa

Après la réalisation du VSM dans le segment 3, beaucoup de gaspillages ont été constatés. Dans le but d'identifier leurs principales causes, je me suis posé les questions suivantes :

- Quoi ?
- Qui ?
- Quand ?
- Comment ?
- Pourquoi ?

Pour chacun des 5 volets du diagramme d'Ishikawa, les 6M : Méthodes, Matières, Machine, Main d'œuvre, Milieu, management.

Méthode

-5S non respectés : Désordre dans l'emplacement des machines et des postes, des outils, de la matière première, des charriots, des câbles coupés, des box, des palettes ...

-Chantier Kaizen non appliqué : pas de règles détectant les sources de gaspillage, pas d'optimisation de l'utilisation de l'espace, la disposition des équipements est aléatoire, non application du système de « one piece flow », non application du système Kanban correctement (pas de flux tiré).

-Non suivi des standard et des instructions de travail, c'est-à-dire que les opérateurs travaillent selon leurs guises et non pas suivant un standard;

-Mauvaise implantation : Les distances parcourues entre le poste du TE et du CF sont énormes.

-Pas de contrôle de la surproduction pour chaque poste de travail ;

- Manque d'auto contrôle au niveau de poste.

Matière

-Le stock de produit semi fini est trop élevé et prend beaucoup d'espace ;

-L'emplacement de la matière première n'est pas à la portée des opératrices, ce qui entraîne des déplacements inutiles.

Main d'œuvre

- Formation des opératrices incomplète;
- Manque de communication entre le personnel.
- Attente: Parmi les types de gaspillages constatés est l'attente qui est un problème majeur due à une mauvaise gestion des postes lorsqu'il y a présence d'un poste goulot ou bien dans les temps de changement de série. Dans notre étude deux postes goulots qui handicapent la ligne de New Witte (optimel et machine de sertissage BT) d'augmenter sa capacité ainsi que les mouvements inutiles des opérateurs sont pris en compte.

Machine

- Temps de changement très intéressant au niveau de machine de surmoulage ce qui présente un problème lors de changement de série;
- Test électrique ne détecte pas tous les défauts qualité au niveau des produits (40%).

Milieu

- Poste de travail mal organisé ;
- Ordures par terre (Papier, câbles, connecteurs,...) ;
- Présence de poussière dans le milieu de travail (Problème capteur contraste du TE, Machine lovage...)
- Problème au niveau de la sécurité ;
- Manque d'ergonomie (Des postes sans chaises).

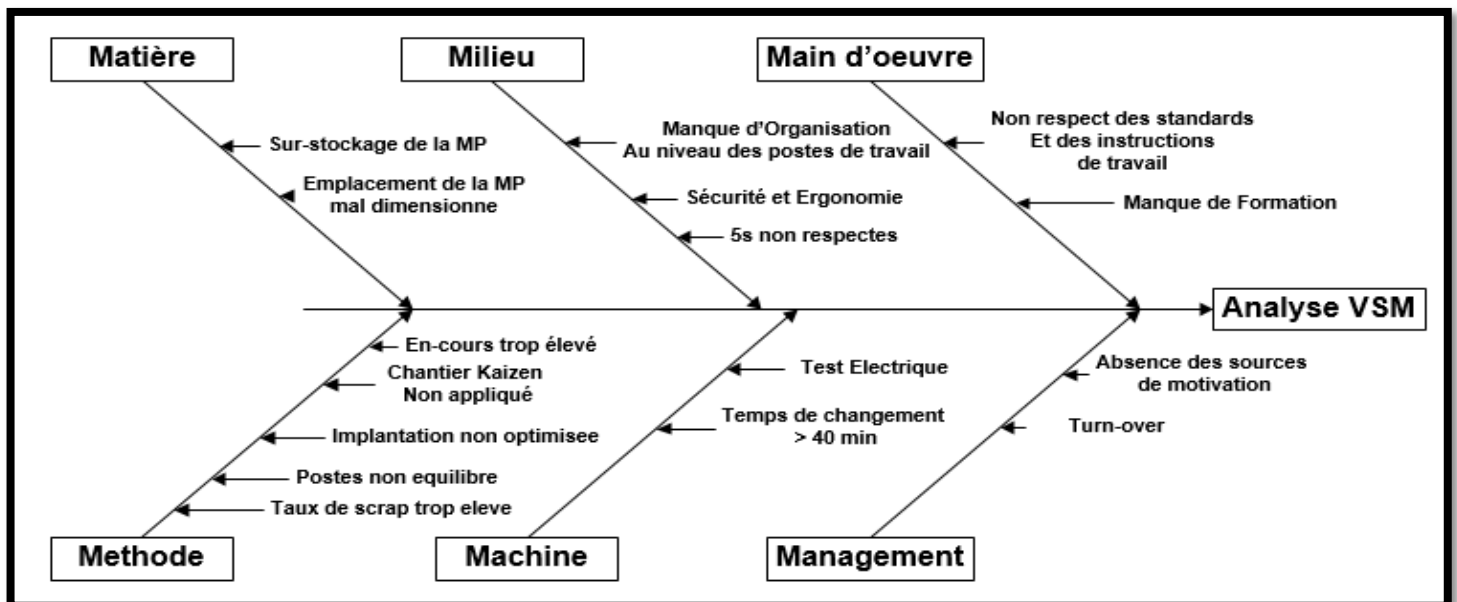


Figure 21:diagramme d'Ishikawa

Le diagramme Ishikawa nous montre les différentes causes de gaspillages qui peuvent exister, et qu'il faut les corriger par des actions correctives et préventives.

3.2.2. Chronométrage des postes (optimel et sertissage BT)

La méthode de chronométrage est utilisée pour définir les temps de cycle pour chaque poste. C'est l'action de chronométrer les durées des opérations effectuées par un opérateur sur chaque poste afin de définir son temps de cycle et le comparer avec le Takt time.

a. Etat actuel du lieu :

Le tableau suivant montre les différents processus du référence 906-516-001 ainsi que l'objectif par shift et le nombre des opératrices.

Les postes de travail	Objectif par shift	Nombre des opératrices
Sertissage twisté	2000	2
Insertion 4 pole	1800	1.5
moulage Arburg	2400	2
Soudage	1500	2
Montage couvercle	1500	2
Machine de moulage Bartec	2400	2
Moulage optimel	900	3
Montage tube	1600	2
Sertissage BT	700	3
Insertion 6 poles	1000	2
Bandage	1250	2
Test électrique	1500	2

Tableau 13: les processus de fabrication de New witte

Les deux machines (optimel et sertissage BT) ont un objectif plus faible à cause de leur temps de cycle. Pour résoudre ce problème j'ai effectué le chronométrage de ces deux postes.

OPTIMEL :

D'après le VSM synoptique (voir la page 31) ci-dessus on voit clairement que la machine BT et l'optimel ont des capacités faibles par rapport aux autres machines, donc il faut chercher un moyen pour résoudre ce problème-là afin d'augmenter la capacité de la ligne.

Equipe	Temps de cycle moyen	Temps de séparation des flis twistes	Temps de cycle sans séparation
Shift 1	90 s	33s	57 s
Shift 2	80 s	25 s	55 s
Moyen	85s	29 s	56 s

Tableau 14: chronométrage du poste optimal

Action1 :

L'élimination de l'opération de séparation des fils twists est supposé comme action sur cette machine afin de rendre cette opération au 1^{er} poste dans ce flux (sertissage twists), cette action permet de réduire le temps de cycle est par conséquent d'augmenter l'objectif du poste.

Action 2 :

Après une discussion avec l'opérateur sur les problèmes majeur rencontrés dans ce poste est le nettoyage souvent du moule :

Pour l'opérateur de shift 1 le nettoyage est effectué chaque 5 min tandis que l'opérateur de shift 2 le nettoyage est effectué chaque 2 min, le tableau suivant résume la situation :

	Shift 1	Shift 2	Ecart
Nombre de nettoyage /shift	96	240	144
Durée de nettoyage en s	30 s	30 s	

Tableau 15: standardisation du temps de nettoyage

Sertissage BT action 3 :

La machine de sertissage BT est une machine critique qui tombe en panne souvent et sa méthode de sertir les fils est très lente vue que l'opération se fait fil par fil.

D'après une observation que j'ai constatée au train, la méthode de travail des deux opérateurs est différente :

Le 1^{er} opérateur commence par la séparation des fils twists alors que le 2^{eme} finis sa tâche par les twists si on veut analyser ces deux méthode on voit clairement que le temps de séparation du 2eme opérateur est masquer alors que le 1^{er} est pris en considération le tableau suivant résume le chronométrage :

	Opérateur shift 1	Opérateur shift 2	Ecart
Temps de cycle	25 s	20 s	5 s
Objectif de pièces	1440	1152	288

Tableau 16: chronométrage du temps de séparation des fils torsadés

La machine travaille 8 heures/shift Le changement de la méthode nous permet de gagner 288 pièces pour le shift 2, est comme action d'amélioration continue, pour éliminer ce type de gaspillage nous avons généralisé la méthode de travail.

Phase 4 : innover & améliorer

4.1 Proposition de Lay out pour les différentes cellules :

Dans cette partie on doit mettre en place les résultats générés par les mesures de la phase précédente, aussi on doit proposer un Lay-out de chaque cellule sous forme de bloc indépendant entre eux ainsi on doit s'assurer qu'on n'a pas des points de retour dans les flux physiques optimisés.

4.1.1 Proposition de Lay out pour les différentes cellules (méthode de King):

4.1.1.1 Cellule 1

D'après les résultats de King pour la cellule 1 on peut proposer une première solution illustrant une nouvelle implantation des îlots de production:

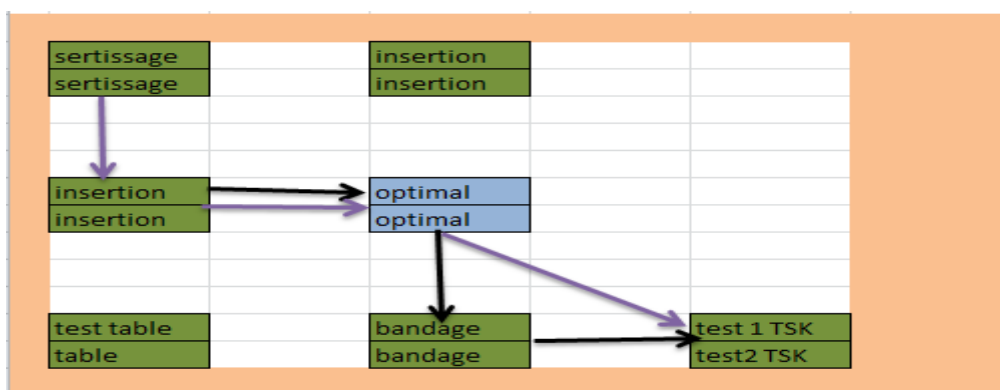


Figure 22 : nouvelle implantation de la cellule 1

4.1.1.2 Cellule 2 :

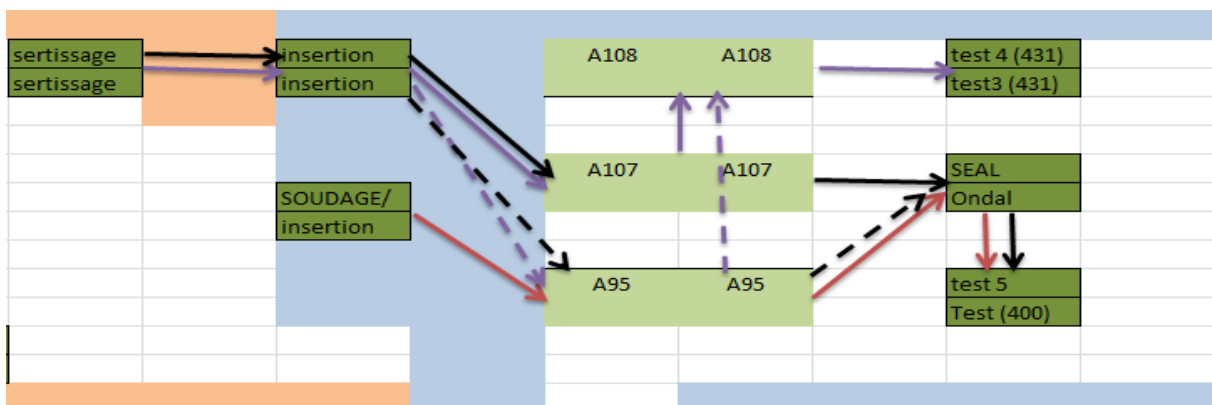


Figure 23: nouvelle implantation de la cellule 2

4.1.1.3 Assemblage de c1 &c2 :

Vu qu'il y a une dépendance entre les cellules 1 et 2 nous avons proposé un assemblage des deux blocs et comme illustre la figure suivante les limites en bleu appartiennent à la cellule 2 tandis que les limites en orange appartiennent au bloc 1.

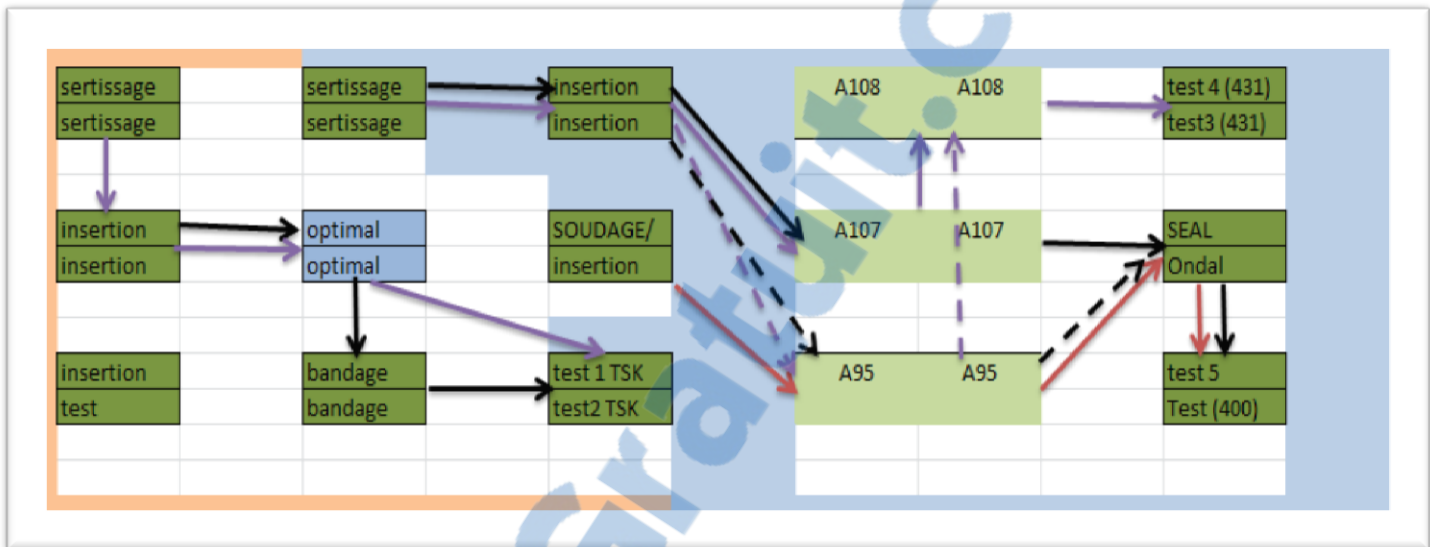


Figure 24 : Assemblage de la cellule 1 et la cellule 2

4.1.1.4 Cellule 3 et 4 :

Les deux cellules sont regroupées dans un même bloc vu que la capacité en terme d'espace et de charge est suffisante pour satisfaire la production de ces deux cellules les figures suivantes montrent l'optimisation future

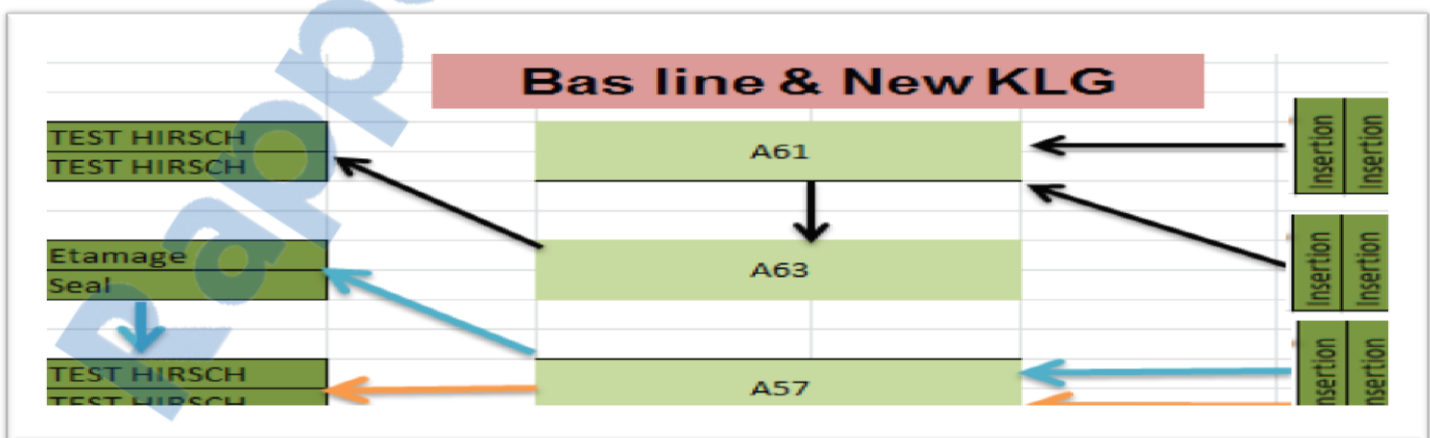


Figure 25 : Nouvelle implantation des cellules 3 et 4

4.1.2 L'implantation théorique par la méthode des chainons

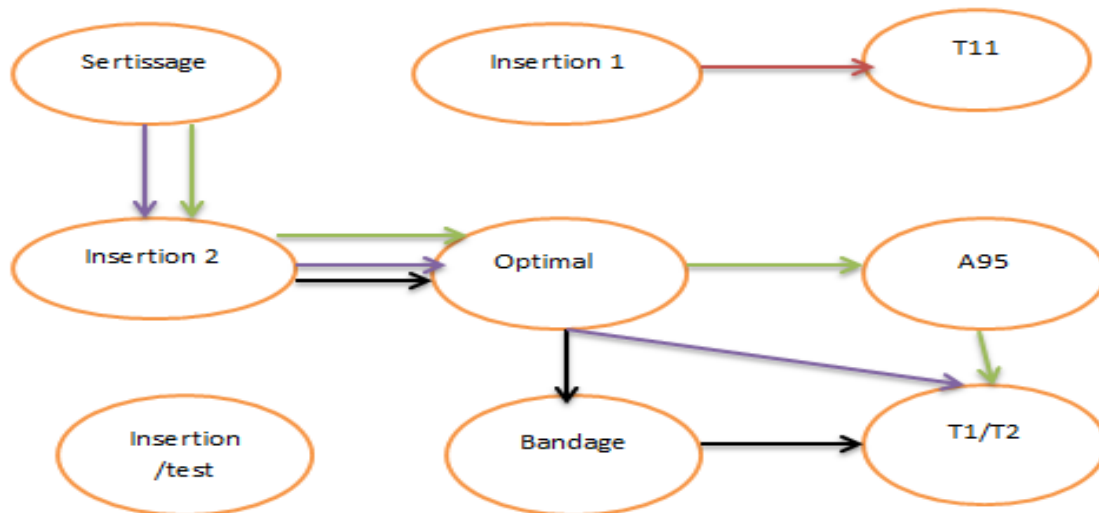


Figure 26 : implantation par la méthode des chainons

Implantation pratique :

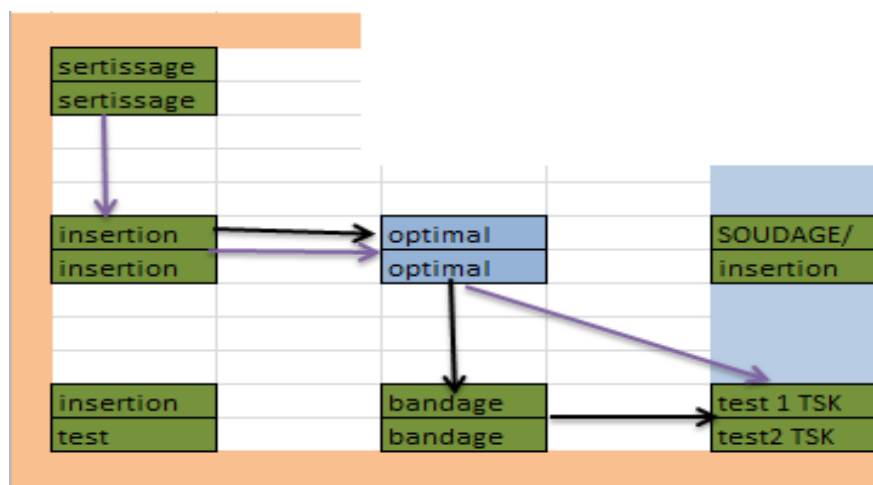


Figure 27: implantation pratique de la cellule 1

Conclusion

Les deux implantations sont presque les mêmes avec des petites modifications dans la configuration pratique à cause des contraintes qu'il faut les respecter parmi ces contraintes :

- La priorité pour les flux critique
- Les machines communes entre les cellules.
- Le nombre de référence est très élevé.
- Les commandes clients sont instables.

4.1.3 lay-out final

Après l'utilisation des méthodes d'optimisation le schéma suivant illustre le lay-out final, qui est validé par notre manager ainsi que les head quarter en Autriche et, qu'ils ont donnés l'ordre d'appliquer cette nouvelle implantation directement dans le transfert de la nouvelle ligne 3J-Z de la Roumanie. Par la suite dans la phase contrôler on va comparer l'état futur et l'état actuel en terme de gain.

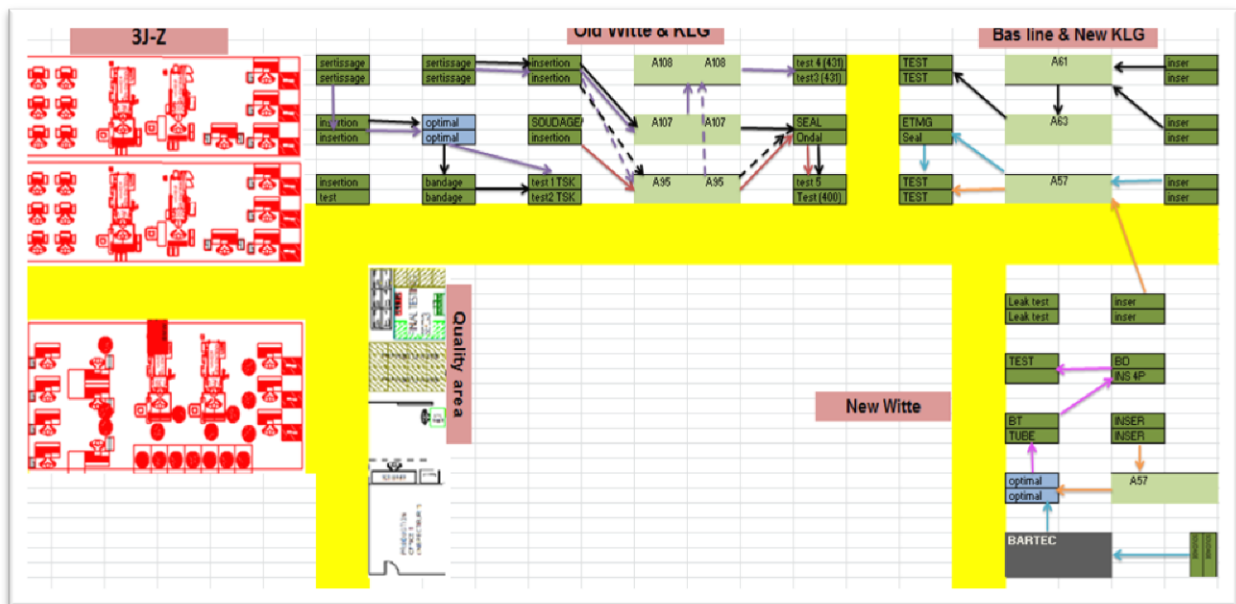


Figure 28: implantation final du segment 3

4.2 Amélioration des processus (poste optimal)

Nous avons mentionné dans la phase analyser que parmi les problèmes dans ce poste est le nettoyage souvent pour résoudre ce problème, on avait proposé un standard time de nettoyage (5min) et pour respecter ce standard le dispositif ci-contre permet d'indiquer les 5min :



Figure 29 : dispositif pour indiquer le nettoyage.

Les deux figures suivantes montrent l'état avant et l'état après, cette amélioration nous permettra de réduire le nombre de nettoyage inutile et de le standardiser à 5min.



Figure 30: Etat avant et après du poste optimal

4.3 Conception d'une table d'insertion

L'insertion est un processus de fabrication des câbles, elle entre dans la phase pré-assemblage, dans cette étape les fils sont insérer dans les connecteurs, en effet il existe trois type d'insertion :

- Insertion manuel des terminaux.
- Insertion mécanique.
- Insertion pneumatique.

La raison pour faire cette nouvelle conception et d'alimenter le poste par des branches de différente famille de produit (une branche est une combinaison de trois fils différents) qui empêche le temps de changement de série ainsi pour réduire le nombre des boxes et éviter le mélange des fils, la conception suivante contient des tubes dans lesquels on place dans chaque emplacement 500 fils c'est-à-dire 3 rangés contient une branche. Dans cette nouvelle table on peut l'alimenter par 12 branches et on peut jouer sur ce nombre on réduisant le diamètre de tube.

3.2.3. Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle est une démarche qui « consiste à rechercher et à caractériser les fonctions offertes par un produit pour satisfaire les besoins de son utilisateur.

Elle consiste à recenser, caractériser, et hiérarchiser les fonctions d'un système. Selon qu'on s'intéresse aux fonctions de service ou qu'on s'intéresse aux fonctions techniques, on parle d'analyse fonctionnelle externe ou interne.

3.2.3.1. Diagramme de pieuvre

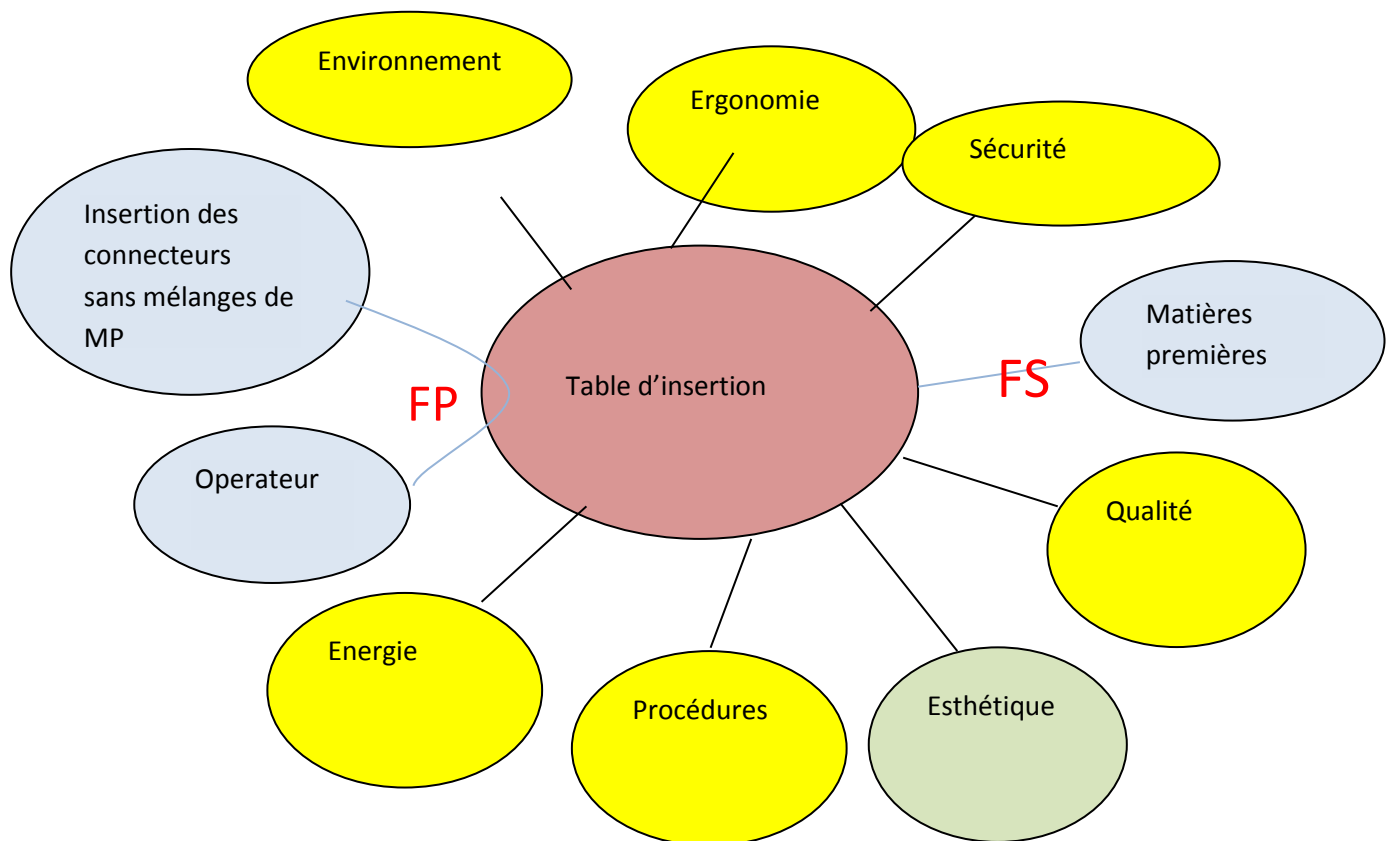


Figure 31 : diagramme de pieuvre

- ✓ **FP** : Permettre aux opérateurs d'insérer les connecteurs sans mélange des branches.
- ✓ **FS** : Assurer la réception des matières premières.
- ✓ **FC1** : Respecter la propreté de l'environnement.
- ✓ **FC2** : Assurer une bonne ergonomie pour les opérateurs.
- ✓ **FC3** : Respecter les normes de sécurité.
- ✓ **FC4** : Etre alimenté en énergie suffisante.
- ✓ **FC5** : Respecter les procédures du travailles suivre les standards.
- ✓ **FC6** : Fabriquer un produit d'une bonne qualité.
- ✓ **F7** : Etre esthétique

3.2.3.2 Classification et caractérisation des fonctions :

Le tableau ci-après permet de classer les fonctions selon Kano, tel que :

✚ **Fonction de base** : correspond au descriptif standard du produit/service. Elle correspond aux attributs que doit posséder le produit pour rencontrer les besoins du client. Sans de tels attributs, le produit est réputé inutilisable.

✚ **Fonction de performance** : identifie ce qui va permettre de se distinguer de la concurrence non pas par une innovation, mais par une amélioration des attributs. Cela permet au client d'identifier le produit, et la marque comme performante.

✚ **Fonction d'excitation** : Les attributs d'excitation du client ne sont pas des attributs facilement identifiables par une enquête ou par une étude de marché, ce sont des besoins inexprimés et non attendus par le client.

Fonction	Classification Kano	Critère
Permettre aux opérateurs d'insérer les connecteurs sans mélange des branches.	De base	
Assurer la réception des matières premières	De base	Faire une conception qui peut assurer une alimentation suffisante des branches.
Respecter la propreté de l'environnement.	De base	Assurer un emplacement dans la table pour les 5S
Assurer une bonne ergonomie	De performance	Confort thermique. Matériel facile à utiliser : Dans le cas de l'insertion mécanique
Respecter les normes de sécurité.	De base	
Etre alimenté en énergie suffisante.	De base	Energie électrique, pneumatique, hydraulique suffisantes pour les machines de l'injection plastique
Respecter les procédures du travailles.	De base	Afficher les modes opératoires dans la table (longueur, couleur...)
Fabriquer un produit d'une bonne qualité.	De performance	Meilleure qualité en termes de fonctionnement. Produit robuste. Instruction de travail claire et lisible
Etre esthétique	De performance	Respecter les exigences de client (forme, couleur...)

Tableau 17: classification des fonctions selon KANO

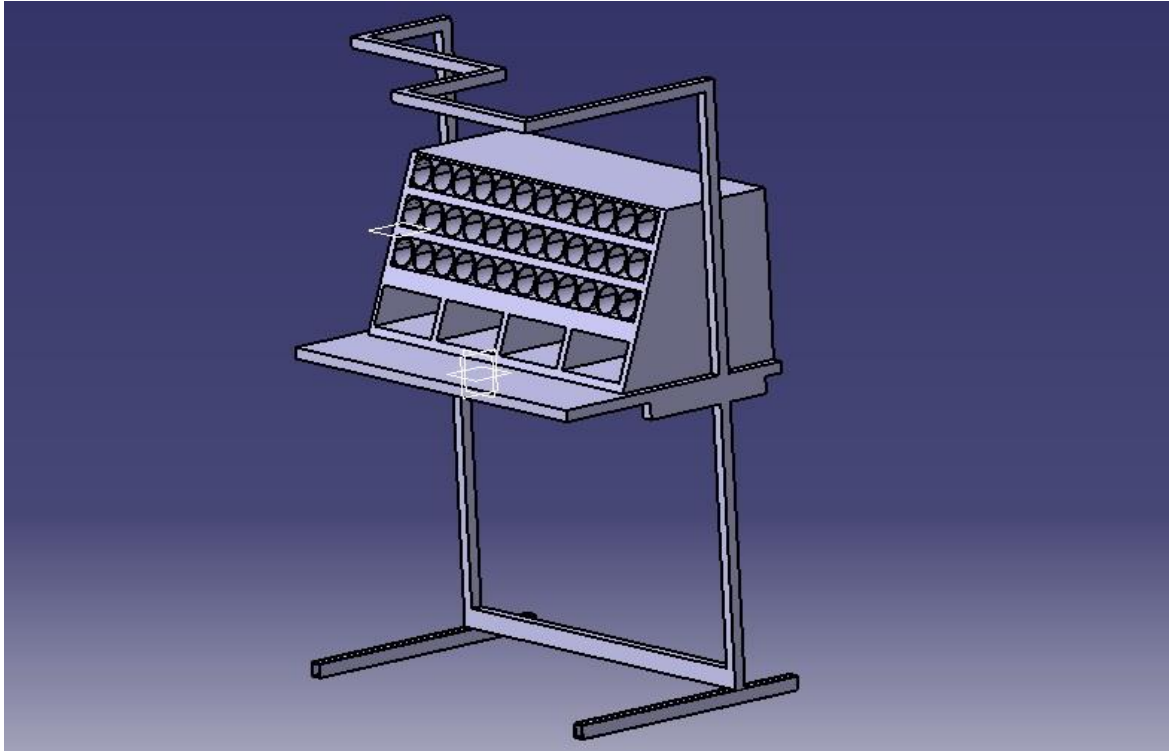


Figure 32: Conception d'une nouvelle table d'insertion.

Phase 5 : Contrôler

Au niveau de cette phase nous allons faire une étude de gain, elle a pour objectif l'étude de la faisabilité, la viabilité, et la rentabilité d'un projet d'investissement, premièrement on va commencer par les gains de la gestion d'espace dans le segment ensuite on va aborder les gains de la productivité ainsi que l'efficacité de l'optimisation de la qualité des produits.

5.1 Mesure du gain de ces cellules 1 et 2:

La méthode de King nous permet d'éliminer certain type de gaspillage en terme de flux physique, information et espace car nous avons regroupé les machines entre lesquelles circule un flux important, prenons le cas des deux produits 905-431-00X, 905-069-001 le premier passe par les machines de sertissage, insertion, optimal, bandage, et le test électrique Et pour le 2eme produit passe par les même machine sauf le poste sertissage, on va illustrer dans la figure suivante l'état avant et après des flux ainsi que le gain d'espace :

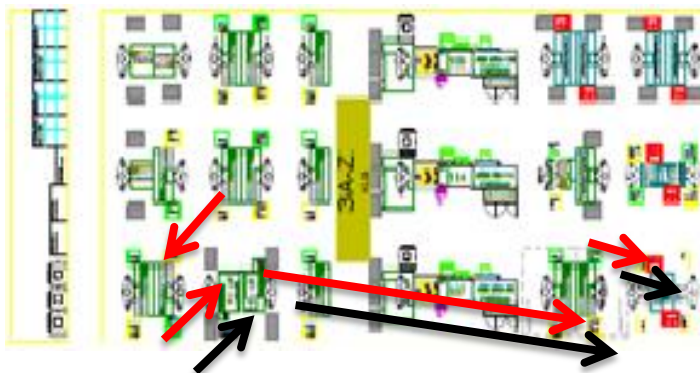


Figure 33: état avant

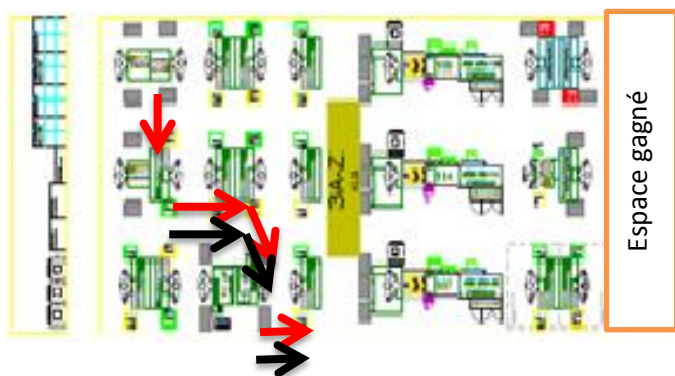


Figure 34 état après

5.2 Cellule 3 et 4 :

Les deux cellules sont regroupées dans un même bloc vu que la capacité en termes d'espace et de charge est suffisante pour satisfaire la productivité. Les figures suivantes montrent l'optimisation future ainsi qu'une comparaison pour visualiser les gains :

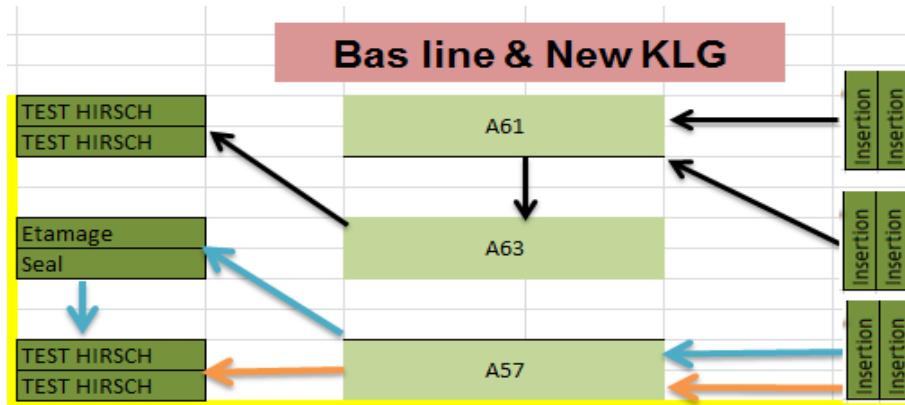


Figure 35: optimisation c3 et c4

Le transfert de la ligne New KLG vers Bus line nous permet de gagner la ligne New KLG entièrement, la zone en gris est la zone kanban à ne pas toucher

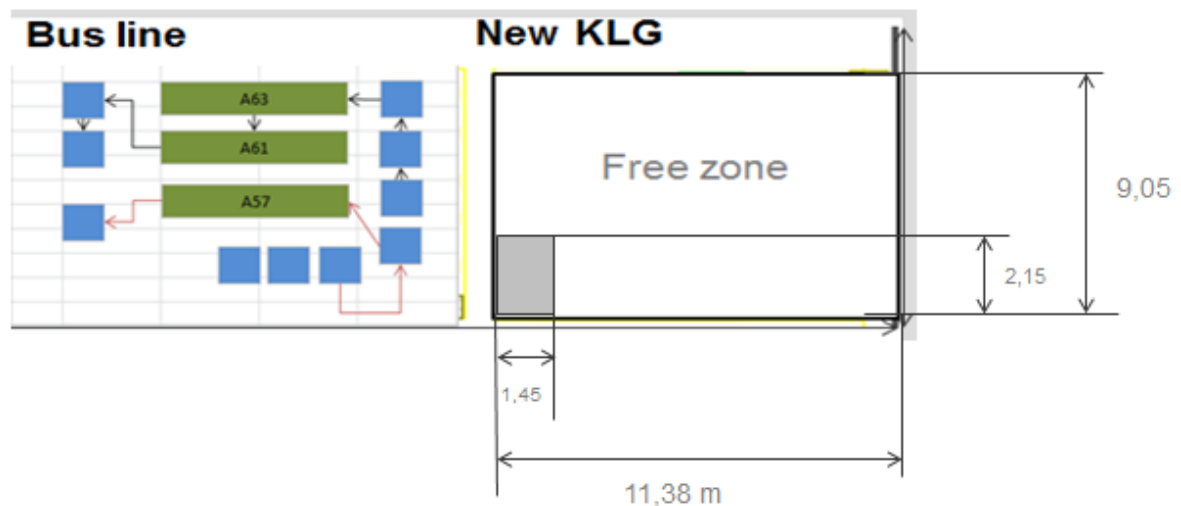


Figure 36 : Gain d'espace cellule 3 et 4

5.3 Calcul de gain pour le déplacement des boxes (flux des lots de transfert)

Dans cette partie on va faire un chronométrage de déplacement de l'opératrice responsable de transfert des boxes entre les postes de travail pour la configuration actuelle et future, pour ce faire nous avons calculé le temps moyen écoulé pour le déplacement de line leader le tableau suivant résume les mesures nécessaires pour la référence 905-069-001 :

	Etat avant	Etat après	Ecart
Le temps moyen en seconde	49	19	30

Tableau 18: Gain pour le déplacement des boxes

D'après le tableau 15 l'écart entre les deux configurations est 30 secondes, pour généralisés prenons par exemple le cas de la semaine 14, le nombre de références à produire est 21 divisé en 2 shift, ainsi prenons un écart moyen entre tous les références de 25 secondes et supposant que le nombre de références programmé par jours est 6 en moyen, Le nombre de transfert est effectué 5 fois pour chaque référence par shift :

$25 \times 2 \times 5 \times 6 \times 6 = 9000$ secondes de gain durant cette semaine soit $9000 \times 4 \times 12 = 432\ 000$ seconde/an soit 120 heures/an.

5.4 Flux d'information

Il faut assurer un écoulement fluide de l'information entre les opérateurs ainsi que leurs chefs hiérarchiques, dans le cas d'une non-conformité ou une anomalie la déclaration doit passer sans obstacle pour faire une action le plus tôt possible. L'objectif de la nouvelle optimisation est de rapprocher les flux entre eux ce qui permet implicitement de garantir une communication entre les postes amonts et avalés.

5.5 Gain d'espace

La ligne 3J-Z en rouge est un nouveau projet qui va être installé dans l'usine cet espace est libre actuellement. L'espace total du segment 3 est 954 m² y compris 3J-Z

Les figures suivantes montrent la différence entre l'état actuel et l'état futur en termes de gain d'espace.

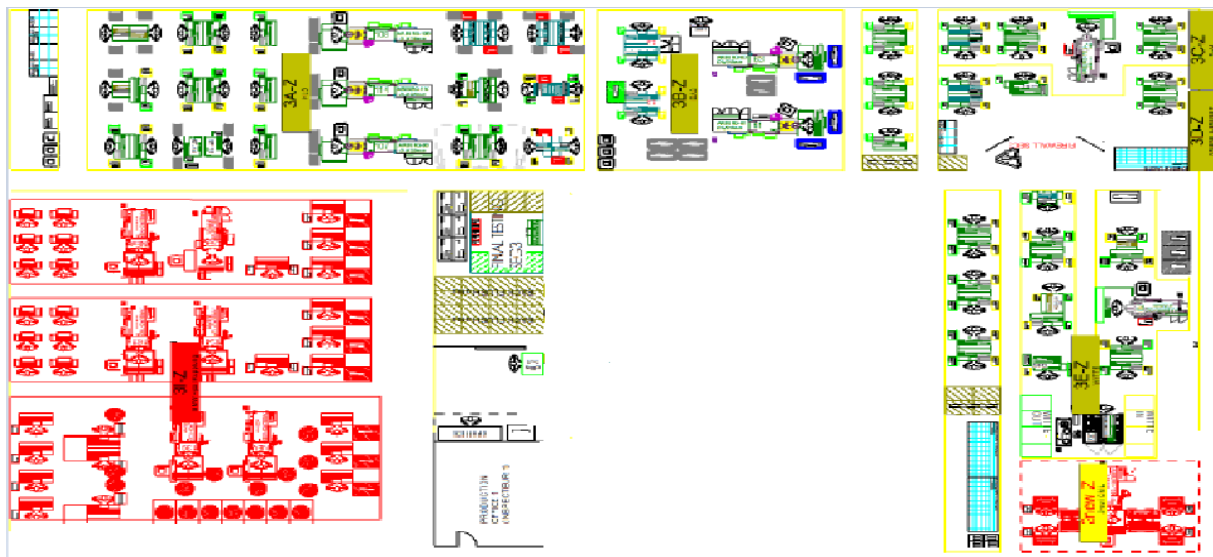


Figure 37: l'implantation actuelle

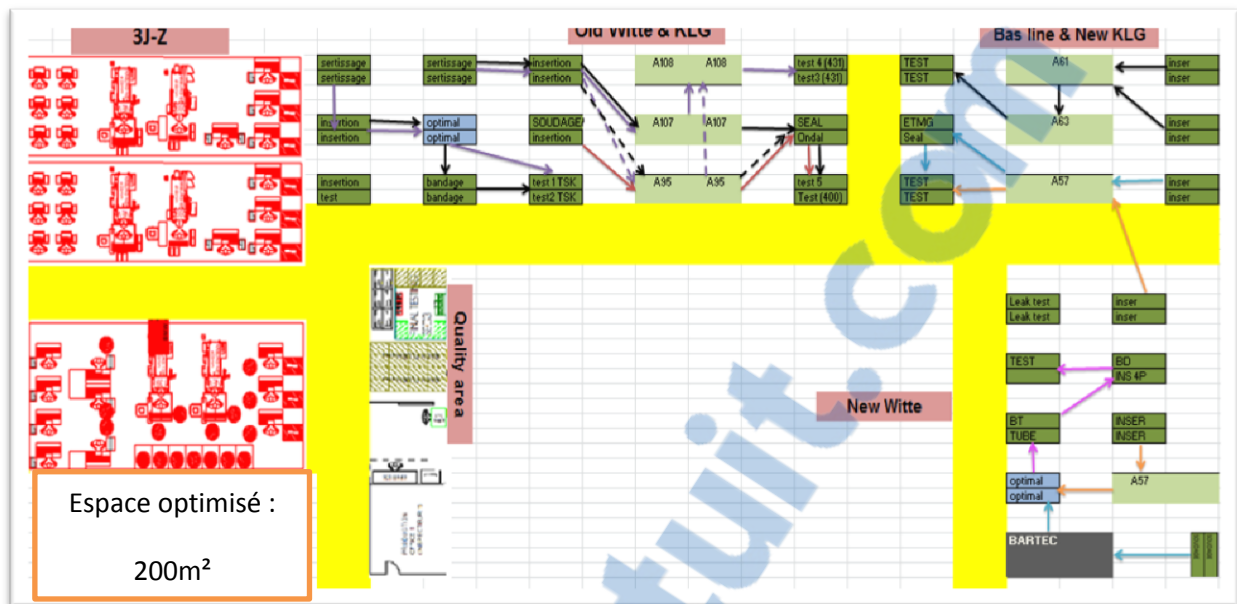


Figure 38: implantation futur

Le gain total de cette optimisation est 200 m² et sachant que le prix d'un m² est 84 euro/m² soit 16800 euro de gain total pour la gestion d'espace.

5.6 Gain d'efficience

5.6.1 Efficience actuel

L'efficience mesure l'efficacité d'une entreprise et la rentabilité de ses projets. C'est une information sur la vitesse, la qualité de l'organisation de l'entreprise.

5.6.1.1 Mesure de l'efficience:

On mesure l'efficience par rapport à la production et l'utilisation des facteurs de production. On peut la mesurer avec les heures travail et l'effectif qui a effectué ce travail. Les deux mesures principales sont :

Efficience par salarié : Production/nombre de salariés

Efficience horaire : Production/nombre d'heures travaillées.

Dans notre étude, on s'intéresse à l'efficience horaire car elle est plus représentative de la situation de l'entreprise. Pour calculer l'efficience on utilise la formule suivante :

$$\text{Efficience direct} = \frac{\text{heures de production}}{\text{heures payés direct} - (\text{arrêt non souhaité})}$$

Le tableau suivant montre l'efficience actuelle ainsi que l'effectif des line leader et les shifts leader :

	Nombre de shift leader	Nombre de line leader	Efficiencie
situation Actuel	3,5	5	103,00%

Tableau 19: situation actuel

5.6.1.2 Efficiencie après l'optimisation du segment 3 :

	Le Nombre de shift leader	Le Nombre de line leader	Efficiencie
situation future	3	3	105,00%
Ecart	0,5	2	-2,00%
Le prix par an	6 500,00 €	9 000,00 €	6 000,00 €

Tableau 20: situation future est calcul de prix

5.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons effectué une réimplantation du segment type job shop par l'optimisation de flux et d'espace, à l'aide des méthodes de résolution telle que la méthode de King et d'optimisation des trafics par la méthode des chainons, ainsi pour implanter la démarche Lean manufacturing nous avons Analysé les modes de gaspillages qui existe par le value Stream Mapping (VSM) dans le but de réduire le temps de non-valeur ajouté et augmenter les indicateurs de performance du segment tout ce travail est accompagné par la méthode de six-sigma DMAIC



Chapitre 4 : Implantation de la chaîne d'assemblage

Nous allons présenter dans ce chapitre l'équilibrage de certaines variantes dans la chaîne de Montage, en effet la chaîne de montage est un convoyeur qui contient 8 stations, chaque station est une table d'assemblage.

1 Introduction générale

Les lignes d'assemblage, appelées aussi chaînes de montage, sont largement utilisées pour assembler rapidement un grand nombre de produits uniformes dans différents secteurs industriels comme par exemple l'industrie automobile, l'aéronautique, l'industrie pharmaceutique, les télécommunications, etc. Les produits concernés sont divers et variés allant des machines-outils industrielles aux produits quotidiens comme les jouets et les produits électroniques. Le problème de l'équilibrage d'une ligne d'assemblage consiste à affecter les opérations d'assemblage aux stations de la ligne de façon à équilibrer les charges entre les stations tout en respectant des contraintes de production. Ce problème se pose lors de la conception préliminaire d'une nouvelle ligne, mais également au moment d'un changement important de la production. En effet, une mauvaise affectation des opérations aux stations peut entraîner un temps mort non justifié et donc des coûts supplémentaires inutiles pour, chacune des pièces produites.

1.1 Problématique

L'équilibrage d'une ligne d'assemblage est un problème d'optimisation combinatoire qui a été formulé pour la première fois par M. E. Salveson [SAL 1955]. Il s'agit d'affecter les opérations aux stations tout en respectant les différentes contraintes de façon à optimiser un critère d'efficacité donné. Ce problème se pose lors de la conception préliminaire d'une nouvelle ligne, mais également au moment d'un changement important de la production. Une mauvaise répartition des opérations aux stations peut entraîner un temps mort non justifié et des coûts supplémentaires inutiles pour chacune des pièces produites.

1.2 Description du projet :

Le projet de la chaîne de montage a pour objectif d'améliorer les indicateurs de performances de la ligne d'assemblage, afin d'augmenter la productivité et améliorer le système de contrôle de qualité (contrôle pièce par pièce) aussi à optimiser le flux et l'espace et intégrer le concept de la ligne manufacturing. Notre projet vise à décortiquer les produits en opération simple, après chronométrer chaque opération pour déterminer les temps de cycles pour chaque produit. La méthode d'équilibrage sert à affecter les opérations de même charge à chaque station afin de respecter certain critère, parmi ces critères :

- Maximiser l'efficacité de la ligne.
- Minimiser le temps mort total par câble.
- Minimiser le pourcentage de temps mort.
- Minimiser le temps de cycle

- Equilibrer les taux d'utilisation des différentes stations.

1.3 Présentation de la chaîne d'assemblage

La chaîne de montage est un système mécanique (convoyeur) composée de 8 stations et chaque station effectue une tâche selon le mode opératoire la photo suivante montre un proto type de la chaîne de montage :



1.3.1 Système d'entraînement :

Le système d'entraînement du mouvement est constitué d'un motoréducteur, l'arbre de sortie du réducteur est lié à une chaîne qui est aussi liée à une grande chaîne par l'intermédiaire d'un arbre vertical, des galets sont fixés sur chaque station glisse librement sur la tapis assurent la rotation des postes de travail le schéma suivant explique le système de transmission :



1.4 Méthodologie de travail :

La méthode de travail est donnée par la figure suivante :

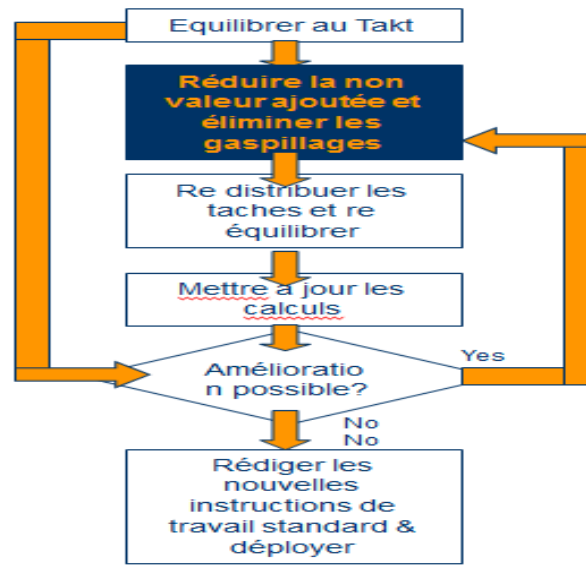


Figure 39: Méthodologie de l'équilibrage

1.4.1 Equilibrage au takt time :

La procédure d'équilibrage commence par la décomposition du câble en opération simple après on effectue le chronométrage de ses opérations juste pour le câble master (câble plein) c'est-à-dire le câble qui contient toutes les branches, après cette étape nous calculerons le takt time par la formule suivant :

$$cycle\ time = \frac{le\ temps\ d'exécution\ d'un\ câble}{nombre\ de\ station}$$

1.4.2 Matrice d'équilibrage :

Après l'étape de chronométrage nous avons construit pour chaque variante une matrice qui permet de calculer automatiquement le takt time des autres références, et finalement on distribuera les tâches pour chaque station. Vu que le nombre des références est énorme le tableau suivant montre une partie de cette matrice :

Les opérations	Standard time	906-242-001	906-242-002	906-242-003	906-242-004	906-242-005
prendre les files de la branche LA	16,96666667	1	1	0	0	1
insertion de la branche LA						
fermeture de sécurité de connecteur						
Acheminement des files	9,2	1	1	0	0	1
prendre les files de la branche LM	15,48666667	1	1	0	0	1
insertion de la branche LM						
fermeture de sécurité de connecteur						
Acheminement des files	8,583333333	1	1	0	0	1
prendre les files de la branche LI	16,51666667	1	1	0	0	1
insertion de la branche LI						
fermeture de sécurité de connecteur						
Acheminement des files	6,126666667	1	1	0	0	1
Total time operations	1327,5675	883,33	849,55	424,877	404,997	664,81
Takt time	165,9459375	110,42	106,2	53,11	50,625	83,101

Tableau 21: matrice d'équilibrage (variante2)

Le diagramme suivant montre l'équilibrage du câble master de la variante 1 :

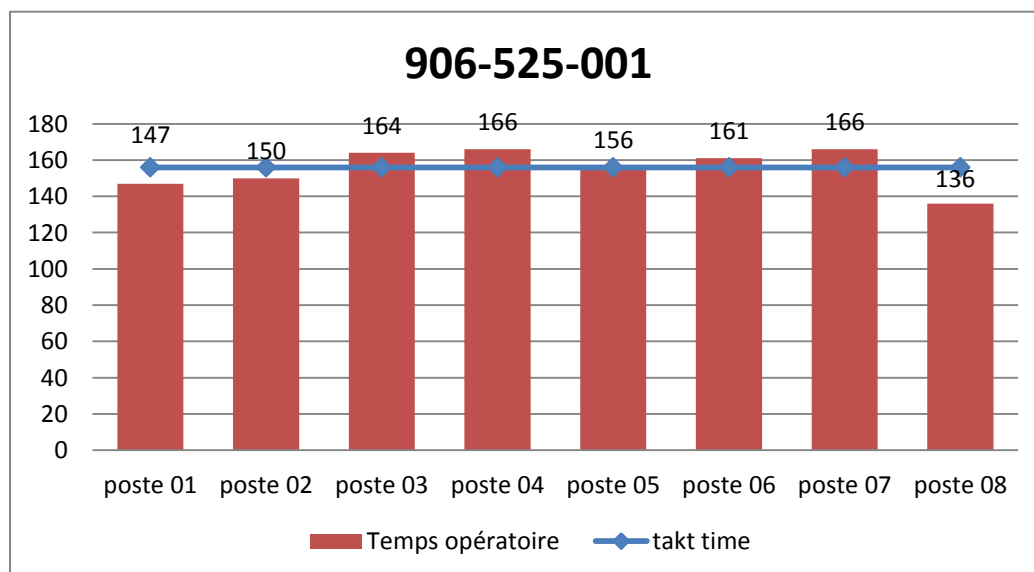


Figure 40: équilibrage de la référence 905-525-001

1.5 Amélioration : phase après l'équilibrage

L'algorithme suivant permet d'améliorer l'équilibrage initial :

Algorithme : Transfert et échange des opérations dans les stations

Pour si de 1 à 8

Pour sj de si à 8

Exécuter toutes les actions de transfert et d'échange entre les stations si et sj
tant que le temps de cycle c n'est pas augmenté (condition d'arrêt) ;

Définir $c_best = c$;

Pour s de 1 à 8

Choisir deux stations s1 et s2 aléatoirement ;

Exécuter toutes les actions de transfert et d'échange qui n'augmentent pas le
temps de cycle c au-delà du seuil ω (Takt time) défini ;

Si $c < c_best$;

$c_best = c$;

Mémoriser la solution courante comme la meilleure solution obtenue ;

Fin pour

Fin pour

Fin

NB : Il est strictement interdit de permuter deux opérations qui ne respecte pas l'ordre de pré-cédence.

Conclusion

Les sociétés industrielles ont une politique d'amélioration continue du système de management pour pousser leurs indicateurs de performance à augmenter, et vu qu'il y a la concurrence ce paradigme marchera toujours, dans cette optique que mon projet à l'occasion de faire une optimisation de flux et d'espace, la première joue un rôle très important pour améliorer la situation actuel du segment 3 , ainsi pour planter une politique de Lean manufacturing, nous avons utilisé l'outil VSM pour éliminer certains types de gaspillages qui existe, la gestion d'espace sert à réduire le prix d'un m² .

Nous avons utilisé comme outil de résolution des problèmes la méthode DMAIC qui s'inscrit dans la politique Lean six-sigma, dans la phase définir nous avons élaboré une charte de projet qui permet de définir la problématique par les différentes responsabilités ainsi que les gains attendue et le périmètre du projet, ensuite la phase mesurer consiste à effectuer les différentes calculs pour illustrer l'état actuel et détecter les types de gaspillages dans le segment qu'on doit les analyser dans la 3^{ème} phase par le diagramme Ichikawa aussi nous, avons proposé certain action correctives qui permet d'éliminer les gaspillages trouvés. Pour la phase innover nous avons proposé les nouvelles implantations des machines par la méthode de King et de chainons ainsi que les améliorations effectuer et finalement nous avons calculé les gains de cette optimisation en terme de flux, espace. Nous avons optimisé un espace de 200 m² c'est à dire $200 \times 84 = 16800$ euro. Pour le flux nous avons éliminé les déplacements inutiles des opérateurs et des produits.

Le 2^{ème} volet de ce chapitre consiste à équilibrer les stations de la chaîne d'assemblage, dans cette partie nous avons basé sur le chronométrage des opérations du câble master(câble plein) et puis créer une matrice sous forme de gamme de fabrication qui permet de calculer tous les takt times des autres références, la tâche suivante et de faire l'équilibrage des postes afin d'assurer un ratio très significatif. Finalement nous avons élaboré un algorithme d'amélioration d'équilibrage qui permet de faire des permutations possible entre les stations de la chaîne.

Annexe :

Annexe 1 : l'application de la méthode de King pour la cellule 2,3 et 4

3.2..1.2 la cellule 2

De la même façon pour la cellule 2 dans un premier temps je me suis basé sur la gamme de production après une conversion au tableau ROC pour commencer les itérations est les tableaux suivant montre ces étapes de calcul des ilots de production :

Etape 1

poids	Référence	Sertissage 1	Sertissage 2	Etamage	Soudage	Insertion L2	Insertion L3	contraction	Optimal 1	Optimal 2	A107	A108	A95	Bandage	Seal	Test1	Test3	Test4	Test5	Test6	Test11
228	905-431-001	1				1						1	1				1	1			
228	905-431-002	1				1						1	1				1	1			
224	905-431-003	1				1						1	1				1	1			
222	905-431-004	1				1						1	1				1	1			
222	905-431-005	1				1						1	1				1	1			
221	905-431-006	1				1						1	1				1	1			
222	905-431-007	1				1						1	1				1	1			
219	905-431-008	1				1						1	1	1			1	1			
218	905-431-009	1				1						1	1	1			1	1			
217	905-431-010	1				1						1	1	1			1	1			
218	905-431-011	1				1						1	1	1			1	1			
215	905-431-012	1				1						1	1	1			1	1			
214	905-431-013	1				1						1	1	1			1	1			
212	905-431-014	1				1						1	1	1			1	1			
212	905-431-015	1				1						1	1	1			1	1			
211	905-431-016	1				1						1	1	1							
210	972-840-002	1				1						1		1	1					1	
209	972-840-005	1				1						1		1	1					1	
208	972-840-006	1				1						1		1	1						
207	972-597-001				1	1								1	1						
206	972-597-013				1	1								1	1						
205	972-597-008				1	1								1	1						
204	905-957-001				1	1								1	1						
203	972-553-001				1	1			1	1				1	1						
202	972-805-005			1		1								1	1						
201	972-554-002			1	1		1	1						1	1						1
200	906-400-001				1	1			1	1				1	1		1				1
Equivalent décimal		134217472	4	2	251	134217717	2	2	9	9	134216360	134216580	1048575	1	2032	1	33550336	33550336	3584	2	1

Etape 2 :

Référence	Insertion L2	Sertissage 1	A107	A108	Test3	Test4	A95	Test5	Seal	Soudage	Optimal 1	Optimal 2	Sertissage 2	Etamage	Insertion	contraction	Test6	Bandage	Test1	Test11	Equivalent décimal
905-431-001	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-002	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-003	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-004	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-005	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-006	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-007	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-008	1	1	1	1	1	1	1														1040384
905-431-009	1	1	1	1	1	1	1														1040384
905-431-010	1	1	1	1	1	1	1														1040384
905-431-011	1	1	1	1	1	1	1														1040384
905-431-012	1	1	1	1	1	1	1														1040384
905-431-013	1	1	1	1	1	1	1														1040384
905-431-014	1	1	1	1	1	1	1														1040384
905-431-015	1	1	1	1	1	1	1														1040384
905-431-016	1	1	1	1	1	1	1	1													895328
972-840-002	1	1	1	1				1	1	1											93840
972-840-005	1	1						1	1	1											800768
972-840-006	1	1	1					1	1	1											927744
972-597-001	1				1			1	1	1											535552
972-597-013	1				1			1	1	1											535552
972-597-008	1				1			1	1	1											535552
905-957-001	1							1	1	1											535552
972-553-001								1	1	1	1										9884
972-805-005	1							1					1								532608
972-554-002								1			1			1	1	1	1	1	1	1	9336
906-400-001	1							1			1							1	1	1	533511
Poids	219	218	217	216	215	214	213	212	211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	200	

Etape 3 :

Référence	Equivalent décimal	Insertion	Sertissage	A107	A108	Test3	Test4	A95	Test5	Seal	Soudage	Optimal	Optimal	Sertissage	Etramage	Insertion	contraction	Test6	Bandage	Test1	Test11
905-431-008	1040384	1	1	1	1	1	1	1	1												
905-431-009	1040384	1	1	1	1	1	1	1	1												
905-431-010	1040384	1	1	1	1	1	1	1	1												
905-431-011	1040384	1	1	1	1	1	1	1	1												
905-431-012	1040384	1	1	1	1	1	1	1	1												
905-431-013	1040384	1	1	1	1	1	1	1	1												
905-431-014	1040384	1	1	1	1	1	1	1	1												
905-431-015	1040384	1	1	1	1	1	1	1	1												
905-431-001	1032192	1	1	1	1	1	1	1													
905-431-002	1032192	1	1	1	1	1	1	1													
905-431-003	1032192	1	1	1	1	1	1	1													
905-431-004	1032192	1	1	1	1	1	1	1													
905-431-005	1032192	1	1	1	1	1	1	1													
905-431-006	1032192	1	1	1	1	1	1	1													
905-431-007	1032192	1	1	1	1	1	1	1													
905-431-016	995328	1	1	1	1				1	1											
972-840-002	995328	1	1	1					1	1	1										
972-840-006	927744	1	1	1					1		1										
972-840-005	800768	1	1						1	1											
972-597-001	539552	1							1		1	1									
972-597-013	539552	1							1		1	1									
972-597-008	539552	1							1		1	1									
905-957-001	539552	1							1		1	1									
906-400-001	534279	1							1			1	1	1					1	1	1
972-805-005	532608	1							1						1						
972-553-001	9984								1		1	1	1								
972-554-002	9336								1		1					1	1	1			

Etape 4 :

Référence	Insertion	Sertissage 1	A107	A108	Test3	Test4	A95	Test5	Seal	Soudage	Optimal 1	Optimal 2	Bandage	Test1	Test11	Sertissage 2	Etramage	Insertion	contraction	Test6	equivalent décimal
905-431-008	1	1	1	1	1	1	1	1													1040384
905-431-009	1	1	1	1	1	1	1	1													1040384
905-431-010	1	1	1	1	1	1	1	1													1040384
905-431-011	1	1	1	1	1	1	1	1													1040384
905-431-012	1	1	1	1	1	1	1	1													1040384
905-431-013	1	1	1	1	1	1	1	1													1040384
905-431-014	1	1	1	1	1	1	1	1													1040384
905-431-015	1	1	1	1	1	1	1	1													1040384
905-431-001	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-002	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-003	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-004	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-005	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-006	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-007	1	1	1	1	1	1	1														1032192
905-431-016	1	1	1	1				1	1												995328
972-840-002	1	1	1					1	1	1											931840
972-840-006	1	1	1					1		1											927744
972-840-005	1	1						1	1	1											800768
972-597-001	1							1	1	1	1										539648
972-597-013	1							1	1	1	1										539648
972-597-008	1							1	1	1	1										539648
905-957-001	1							1		1	1										539552
906-400-001	1							1					1	1	1						534279
972-805-005	1							1									1				532608
972-553-001										1	1	1									9984
972-554-002										1								1	1	1	1031
Poids	2 ¹⁰	2 ¹⁰	2 ¹⁷	2 ¹⁶	2 ¹⁵	2 ¹⁶	2 ¹⁵	2 ¹⁵	2 ¹¹	2 ¹⁵	2 ⁸	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁶	2 ¹	2 ²	2 ²	2 ¹	2 ¹	

Tableau 22: Etape de la méthode de King pour la cellule 2

Les parties colorées illustrent les différents îlots de production c'est-à-dire les flux indépendants entre eux. Le but de cette méthode est de regrouper les postes par flux pour optimiser la répartition de flux de production et ainsi pour gagner un espace de plus qui permet de lancer

d'autre machine de production, la partie jaune montre que l'ilot 1 et l'ilot 2 sont en relation avec la machine A95.

3.2..1.3 les cellules 3 & 4:

Etape 1 :

poids	référence	insert	insert	termi	optimal	optimal	optimal	A107	A108	A95	A61	A63	A57	Line	Banc	Seal	Test1	Test2	Test3
2 ²²	905-199-002	1	1								1	1							1
2 ²⁷	905-199-105	1									1	1							1
2 ²⁸	905-199-004	1									1	1							1
2 ²⁵	905-199-005	1									1	1							1
2 ²⁴	905-199-006	1									1	1							1
2 ²²	972-724-001	1									1	1							1
2 ²²	906-468-001	1									1	1							1
2 ²¹	972-724-004	1									1	1							1
2 ²⁰	972-602-002	1									1	1							1
2 ¹⁹	905-034-003	1									1	1							1
2 ¹⁸	905-200-003	1									1	1							1
2 ¹⁷	905-200-004	1	1								1	1							1
2 ¹⁸	905-200-006		1											1					
2 ¹⁵	905-358-001		1											1					
2 ¹⁴	905-359-001		1											1					
2 ¹²	906-474-001		1											1					
2 ¹²	906-474-002		1											1					
2 ¹¹	905-477-004		1											1					
2 ¹⁰	905-477-006		1											1					
2 ⁹	905-477-007		1											1					
2 ⁸	905-557-001		1											1					
2 ⁷	905-905-001		1											1					
2 ⁶	905-907-001		1											1					
2 ⁵	906-243-001		1											1					
2 ⁴	972-727-001		1											1					
2 ³	972-891-001		1											1					
2 ²	972-901-001		1																
2 ¹	905-803-001		1																
2 ⁰	905-803-002		1																
Equivalent décimal		5,37E+08	262143								5,37E+08	5,37E+08	131064						2,68E+08

Etape 2 :

référence	insert	A61	A63	TEST3	insert	A57	optimal	optimal	optimal	A107	A108	A95	TERMI	Line	Banc	Seal	Test1	Test2	Equivalent décimal
905-199-002	1	1	1	1															245760
905-199-105	1	1	1	1															245760
905-199-004	1	1	1	1															245760
905-199-005	1	1	1	1															245760
905-199-006	1	1	1	1															245760
972-724-001	1	1	1	1															245760
906-468-001	1	1	1	1															245760
972-724-004	1	1	1	1															245760
972-602-002	1	1	1	1															245760
905-034-003	1	1	1	1															245760
905-200-003	1	1	1	1															245760
905-200-004	1	1	1	1															245760
905-200-006						1	1												12288
905-358-001						1	1												12288
905-359-001						1	1												12288
906-474-001						1	1												12288
906-474-002						1	1												12288
905-477-004						1	1												12288
905-477-006						1	1												12288
905-477-007						1	1												12288
905-557-001						1	1												12288
905-905-001						1	1												12288
905-907-001						1	1												12288
906-243-001						1	1												12288
972-727-001						1	1												12288
972-891-001						1													8192
972-901-001						1													8192
905-803-001						1													8192
905-803-002						1													8192
poids	2 ¹⁷	2 ¹⁸	2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹²	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁸	2 ⁵	2 ⁴	2 ²	2 ²	2 ¹	2 ⁰	

Tableau 23: Etape de la méthode de King pour la cellule 3 et 4

Cette cellule à prendre deux itération pour arranger les différentes ilots dans le but d'améliorer le flux de production et de rapprocher les machines qui sont en relation ainsi pour diminuer les temps de transfert et éviter le déplacement inutiles des opérateurs, donc d'après

le tableau ci dessus les postes de travail insertion-A61-A63-test électrique 3 représentent les flux saturés dans cette cellule par conséquent il faut optimiser ce flux.

Dans Les autres machines (insertion 2 -A57) circule un flux qu'il faut aussi l'isoler pour éviter les chevauchements entre les deux flux.

Annexe 2 : la gamme de production de chaque cellule :

Cellule 5: New witte

PV	Forecast	Sertissage 1	Sertissage 2	Etamage	Soudage	Insertion L1	Insertion L2	Insertion L3	Insertion L4	Insertion L5	Insertion L6	contraction thermique	Optimal 1	Optimal 2	Optimal 3	A107
C5	905-516-001	238750	*	*	*				*		*		*			*

A108	A95	A61	A63	A57	Line 516	Bandage	Seal	Test1	Test2	Test3	Test4	Test5	Test6	Test7	Test8	Test9	Test10	Test11	montage couvercle	montage tube
*				*															*	*

Cellule 2 : KLG

La ligne KLG est composée de 20 postes dans lesquels passent 27 références selon la demande du client parmi les produits les plus demandée on trouve 905-431-00X avec une quantité annuelle de 2484000 pièces.

Référence	Sertissage 1	Sertissage 2	Etamage	Soudage	Insertion L2	Insertion L3	contraction thermique	Optimal 1	Optimal 2	A107	A108	A95	Bandage	Seal	Test1	Test3	Test4	Test5	Test6	Test11
905-431-001	1				1					1	1						1	1		
905-431-002	1				1					1	1						1	1		
905-431-003	1				1					1	1						1	1		
905-431-004	1				1					1	1						1	1		
905-431-005	1				1					1	1						1	1		
905-431-006	1				1					1	1						1	1		
905-431-007	1				1					1	1						1	1		
905-431-008	1				1					1	1	1					1	1		
905-431-009	1				1					1	1	1					1	1		
905-431-010	1				1					1	1	1					1	1		
905-431-011	1				1					1	1	1					1	1		
905-431-012	1				1					1	1	1					1	1		
905-431-013	1				1					1	1	1					1	1		
905-431-014	1				1					1	1	1					1	1		
905-431-015	1				1					1	1	1					1	1		
905-431-016	1				1					1	1	1							1	
972-840-002	1				1					1					1					1
972-840-005	1				1							1			1				1	
972-840-006	1				1					1		1			1					
972-597-001				1	1							1			1					
972-597-013				1	1							1			1					
972-597-008				1	1							1			1					
905-957-001				1	1							1			1					
972-553-001				1				1	1			1								
972-805-005		1			1							1								
972-554-002			1	1		1	1					1							1	
906-400-001				1	1			1	1			1	1			1				1



Optimisation de flux et d'espace pour la réimplantation du segment 3 et l'équilibrage des postes pour l'implantation du projet de la chaine d'assemblage.



Cellule 3 & 4: Bus line + New KLG:

référence	insert	insert	termi	optimal	optimal	optimal	A107	A108	A95	A61	A63	A57	Line	Banc	Seal	Test1	Test2	Test3
905-199-002	1										1	1						1
905-199-105	1										1	1						1
905-199-004	1										1	1						1
905-199-005	1										1	1						1
905-199-006	1										1	1						1
972-724-001	1										1	1						1
906-468-001	1										1	1						1
972-724-004	1										1	1						1
972-602-002	1										1	1						1
905-034-003	1										1	1						1
905-200-003	1										1	1						1
905-200-004	1	1									1	1						1
905-200-006		1											1					
905-358-001		1											1					
905-359-001		1											1					
906-474-001		1											1					
906-474-002		1											1					
905-477-004		1											1					
905-477-006		1											1					
905-477-007		1											1					
905-557-001		1											1					
905-905-001		1											1					
905-907-001		1											1					
906-243-001		1											1					
972-727-001		1											1					
972-891-001		1											1					
972-901-001		1																
905-803-001		1																
905-803-002		1																

Annexe 3 : plan de l'usine

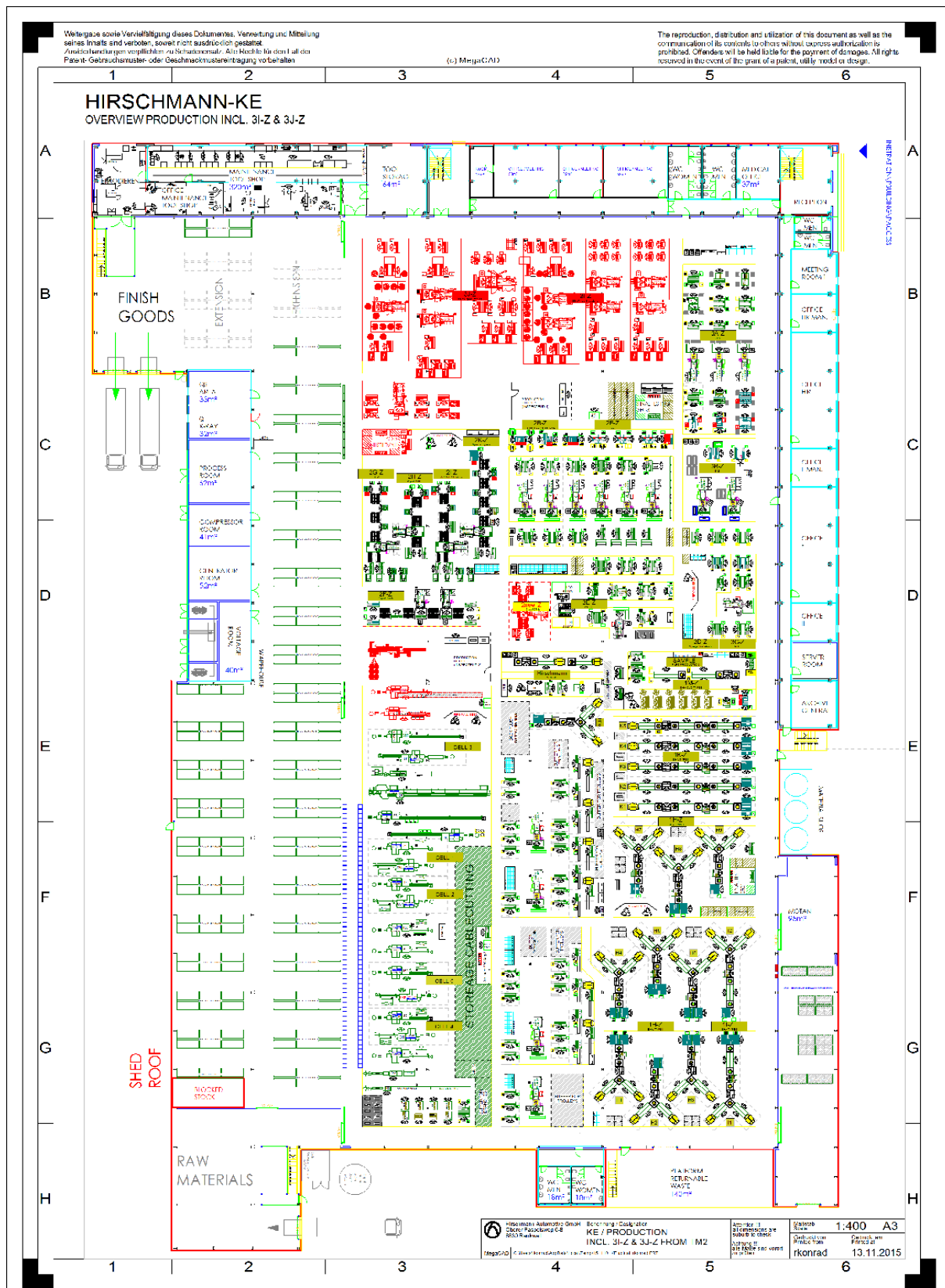


Figure 41: schéma synoptique de la société Hirschmann automotive

FICHES METHODES

Diagramme d'Ishikawa :

– Synonyme :

Le diagramme causes effets, le diagramme en arêtes de poisson (d'après sa forme), the Wishbone diagramme

– But :

Analyser et visualiser le rapport existant entre un problème (effet) et toutes ses causes possibles. Le diagramme d'Ishikawa est un outil graphique qui sert à comprendre les causes d'un défaut de qualité ; il sert à analyser le rapport existant entre un problème et toutes les causes possibles.

– Principe :

Le diagramme d'Ishikawa permet :

- De classer les causes liées au problème posé
- De faire participer chaque membre à l'analyse
- De limiter l'oubli des causes par le travail de groupe
- De fournir des éléments pour l'étude de ou des solutions

La construction du diagramme d'Ishikawa est basée sur un travail de groupe. Définir clairement le ou les problèmes :

- Pratiquer auparavant un brainstorming et trouver toutes les causes possibles au problème.

Chacun doit émettre ses opinions librement sur les origines possibles.

- Classer les causes en grandes familles. Vous pouvez vous aider des " 5M " : Matières, Milieu,

Méthodes, Matériels, Main d'œuvre et les placer sur le diagramme. Ces 5 critères sont les plus utilisés comme point de départ à la réflexion.

- Apprécier la ou les causes principalement responsables par le groupe de travail
- Vérifier les opinions de chacun
- AGIR sur la ou les causes pour corriger le défaut en donnant des solutions en mettant en place des actions correctives.

LE QQQQCP :

– Synonyme :

Méthode des 6 questions (Qui? Quoi? Où? Quand? Comment? Pourquoi?)

– But:

Le QQQQCP sert à identifier le problème dans son ensemble à partir de 6 questions. Il permet d'avoir sur toutes les causes du problème, des informations suffisantes pour déterminer avec exactitude quelle est la cause principale. Ces informations sont souvent basées sur des observations, des faits que l'on consigne au cours d'enquêtes. Cela permet d'identifier les aspects essentiels du problème.

– Principe:

C'est une technique de recherche d'informations sur un problème et notamment sur ses causes qui se réalisent grâce aux questions suivantes :

Qui?	Qui a le problème ? Qui est intéressé par le résultat ? Qui est concerné par la mise en œuvre?
Quoi?	De quoi s'agit-il ? Quel est l'état de la situation ? Quelles sont les caractéristiques ? Quelles sont les conséquences?
Où?	Où le problème apparaît-il ?
Quand ?	Quand le problème va-t-il été découvert ?
Comment ?	Comment mettre en œuvre les moyens nécessaires ? De quelle manière ?
Pourquoi ?	Pourquoi réaliser telles actions ?

Tableau 24: la méthode 3Q+OCP

La question Combien ? Peut se poser à la suite des autres questions mais il convient aussi de se la poser pour les questions Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?

La question peut se poser à la suite des autres questions mais il convient aussi de se la poser pour les questions.

Afin de ne pas s'arrêter aux causes superficielles, il convient de se poser jusqu'à absence de réponses possibles aux questions.

– Exemple :

Une non-conformité est apparue sur les produits fabriqués dans l'entreprise SMITH au niveau du service production. Tous les lots sont non-conformes. Le responsable qualité est chargée d'analyser les solutions pouvant supprimer la non-conformité.

Qui ?	Le responsable qualité est chargée de projet
Quoi ?	Non-conformité sur les produits
Où ?	Dans le service production de l'entreprise « X »
Quand ?	Réagir le plus rapidement possible
Comment ?	En mettant les actions possibles
Pourquoi ?	Pour satisfaire le client

Notions sur la VSM

Historique

Introduite par Michael PORTER en 1985, la chaîne de valeur mise sur l'analyse des processus internes et des procédés d'une entreprise pour répondre à un avantage concurrentiel. L'outil VSM s'est imposé comme une méthode destinée à repérer les sources de gaspillages dans les chaînes de valeur individuelles, c'est-à-dire pour un produit ou une famille de produit. La valeur étant une notion définie par le client, il est logique de commencer par lui. La méthodologie suivie est donc la suivante :

- Suivre le chemin de fabrication d'un produit à partir du client jusqu'au fournisseur
- Représenter visuellement et précisément chaque procédé tout au long du flux du matériel et de l'information
- Poser les questions clés et dessiner la nouvelle chaîne de valeur

Les informations nécessaires à la VSM

Le VSM demande à ce que l'on collecte des informations fiables et au plus proche de L'état actuel du processus. Différentes notions sont décrites dans cet outil, comme :

- ✓ Les différentes tâches qui composent le processus ;
- ✓ Les différents stocks et en-cours ;
- ✓ Les flux d'informations et de matières ;
- ✓ Les tailles des lots de transfert ;

- ✓ les temps de cycle ;
- ✓ Les temps des changements de séries ;
- ✓ Le délai d'exécution, temps de valeur ajouté...etc.

Les types de temps

Le formalisme du dessin sera détaillé plus loin. Avant tout, il est nécessaire d'introduire plusieurs types de temps nécessaires pour la construction de la carte VSM.

Le Temps de Cycle (TC) :

Il s'agit du temps qui s'écoule entre la production de deux pièces par le processus. Il se calcule en divisant une durée par le nombre d'éléments produit par le processus pendant ce laps de temps.

Dans l'exemple de la Figure 13, si la machine du processus A produit 20 pièces à la minute, alors le Temps de Cycle est de 3s.

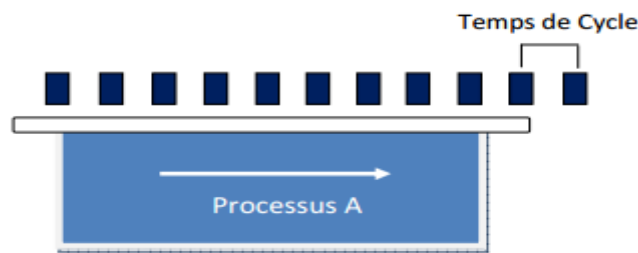


Figure 42: Le temps de cycle

Le Délai d'Exécution (DE)

C'est le temps qu'il faut pour une pièce pour parcourir un processus dans sa totalité. Pour le mesurer, il suffit de choisir une pièce et de la suivre du début à la fin, comme l'illustre la Figure.

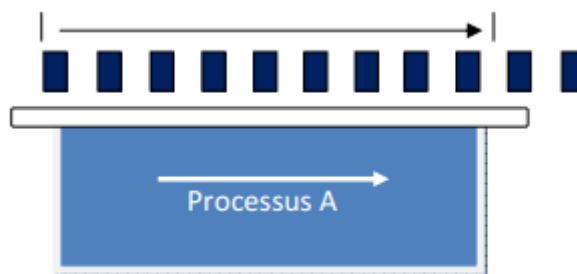


Figure 43: Le délai d'exécution (DE)

Temps de changement de série (TS) :

Temps nécessaire entre la sortie d'un processus du dernier produit type A et l'entrée dans le processus du premier produit type B.

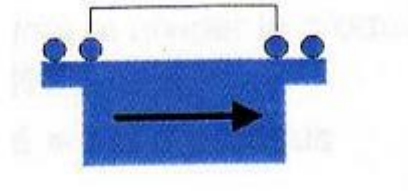


Figure 44: Le temps de changement de série

Le Temps de Valeur Ajoutée :

Il s'agit du temps de travail consacré aux tâches de production qui transforment le produit de telle façon que le client accepte de payer pour l'avoir.

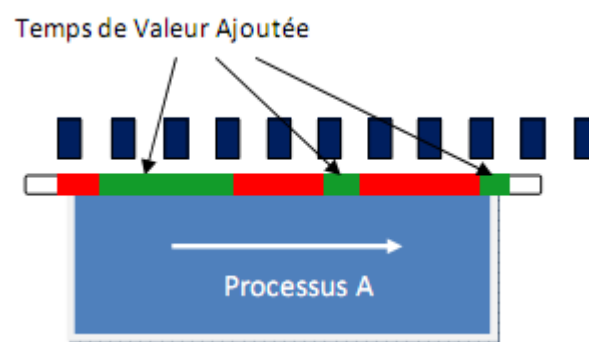


Figure 45: Le temps de valeur ajouté

La relation entre le délai d'exécution et le temps de valeur ajoutée est la suivante :

$$TVA \leq DE$$

Le cas où $TVA = DE$ signifie que tous les temps du processus sont des temps verts, donc que chaque seconde passée par la pièce dans le processus apporte de la valeur ajoutée à cette dernière.

Construction d'une carte VSM

La VSM s'inscrit dans la démarche DMAIC. La constitution de la carte n'est donc pas une fin en soi, ce n'est que la première étape de la réorganisation de la chaîne de production pour prétendre à un système Lean.

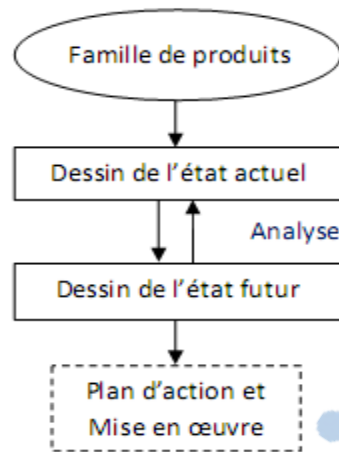


Figure 46: Méthodologie de VSM

Déterminer la famille de produits qui va faire l'objet de la VSM est la première étape. Il est également nécessaire de choisir à quel niveau sera réalisée la VSM (procédé, usine, groupes d'usines, entreprise complète).

Puis commence le travail de cartographie à proprement parlé : le dessin de l'état actuel. Son objectif est de présenter un processus de façon rapide et visuelle afin d'aider à cibler les problèmes. Cependant, la cartographie à elle seule n'apporte aucune solution. Elle permet seulement de réfléchir, d'analyser et de proposer. Néanmoins, des idées d'amélioration émergent généralement pendant la réalisation de la cartographie de l'état actuel alors que l'équipe se questionne sur la structure et l'organisation des étapes de conception.

Puis vient l'étape de dessin de l'état futur. A partir des idées et des observations cumulées pendant les étapes précédentes, il devient possible d'imaginer une meilleure organisation et de la représenter.

Le tableau Pareto sur les références des produits.

Reference	Forecast	cumule en %	seuil
905-557-001	1195500	18,62%	80,00%
905-431-010	899000	32,62%	80,00%
905-069-001	644000	42,65%	80,00%
905-431-013	480000	50,13%	80,00%
905-516-001	298750	54,78%	80,00%

905-431-005	265000	58,91%	80,00%
905-431-006	257000	62,91%	80,00%
972-840-002	221000	66,35%	80,00%
905-431-016	167000	68,96%	80,00%
905-736-003	166500	71,55%	80,00%
905-199-004	165250	74,12%	80,00%
905-200-003	162000	76,65%	80,00%
905-431-014	145000	78,90%	80,00%
905-736-007	139500	81,08%	80,00%
906-468-001	112500	82,83%	80,00%
905-431-011	111000	84,56%	80,00%
905-736-008	107500	86,23%	80,00%
905-736-009	104400	87,86%	80,00%
905-834-001	103000	89,46%	80,00%
905-199-005	102300	91,06%	80,00%
905-431-004	75000	92,22%	80,00%
972-840-005	70000	93,31%	80,00%
972-597-008	60750	94,26%	80,00%
905-431-009	40000	94,88%	80,00%
972-597-001	36000	95,44%	80,00%
905-907-001	36000	96,00%	80,00%
905-431-015	35000	96,55%	80,00%
905-429-001	34000	97,08%	80,00%
906-400-001	22250	97,43%	80,00%
905-905-001	20000	97,74%	80,00%
972-874-001	17000	98,00%	80,00%
905-199-002	15900	98,25%	80,00%
972-784-002	13000	98,45%	80,00%
906-243-001	12000	98,64%	80,00%
905-957-001	11500	98,82%	80,00%
905-199-006	11500	99,00%	80,00%
905-431-012	10000	99,15%	80,00%
905-736-002	9000	99,29%	80,00%
972-727-001	9000	99,43%	80,00%
972-901-001	8000	99,56%	80,00%
906-474-001	4500	99,63%	80,00%
905-736-001	4000	99,69%	80,00%
972-873-002	4000	99,75%	80,00%
972-874-002	4000	99,82%	80,00%
906-474-002	4000	99,88%	80,00%
905-358-001	2000	99,91%	80,00%
905-199-105	1750	99,94%	80,00%

972-875-001	1200	99,95%	80,00%
972-872-001	1000	99,97%	80,00%
972-805-005	500	99,98%	80,00%
972-724-001	500	99,99%	80,00%
905-477-004	500	99,99%	80,00%
972-602-002	350	100,00%	80,00%
906-525-010	67	100,00%	80,00%

Tableau 25: tableau de Pareto

REFERENCE

Webographie :

<http://www.lyc-passy-rueil.ac-versailles.fr/IMG/pdf/Chainons.pdf>

http://perso.minesalbi.fr/~fontanil/elearning/Diaporama_Gipsi_M2_Implant_2.pdf

http://www.lomag-man.org/production/gestion_de_productioncours02-03.pdf

<http://ginext.e-monsite.com/medias/files/gestion-de-production.pdf>

<http://www.eyrolles.com/Chapitres/9782708128392/chap03.pdf>

http://www.cetice.u-psud.fr/aunege/gestion_flux/res/lecon02.pdf

http://multimedia.ademe.fr/catalogues/methodologiesentreprises/8_ADEME_Le_an_Manufacturing_290612_vf.pdf

<http://www.ogp.univ-savoie.fr/ogpat/Zip/notice%20d'impact.pdf>

<http://pf-mh.uvt.rnu.tn/828/1/implementation-production-LEAN-manufacturing.pdf>

http://www.marrisconsulting.com/medias/fichiers/201002_outil_du_mois_vsm_marris_consulting.pdf

<http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00593118/document>

Bibliographie :

<<Gestion de production>> Alain COURTOIS, Maurice PILLET Chantal MARTIN-BONNEFOUS 4^e édition.

Organisation et gestion de la production Georges Javel Ancien professeur des universités à l'IUT de Nantes 4^e édition

Qualité en production Daniel Duret Maurice Pillet De l'ISO 9000 à Six Sigma 3^e édition.

Cours de M. A. JABRI << Gestion de production>>