

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique



MÉMOIRE DE STAGE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Mastère Professionnel en Management Intégré : Qualité,
Sécurité et environnement

**Kaizen et kaikaku : deux concepts stratégiques de Lean
Manufacturing tremplin vers l'amélioration de la productivité de la
SOTUVER**

Entreprise d'accueil : La Société Tunisienne de Verreries SOTUVER



Elaboré par : Boutheina MARNISSI

Encadré par :

M.Abdellatif BEN RHIT :

Encadrant académique

M.Mehdi ZRIBI :

Encadrant professionnel

M.Ala BEN AMARA :

Co-encadrant professionnel

Année universitaire : 2018-2019

Dédicaces

Je dédie ce travail,

À PAPA et MAMAN

Pour ces longues années de soutien inconditionnel, pour votre confiance permanente et l'acceptation de tous mes choix. Vous m'avez offert la possibilité de réaliser mon rêve. Vous avez toujours fait preuve de la plus grande des patiences et de la plus grande des compréhensions. **Papa**, Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation. **Maman**, Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Je vous aime très fort.

À mes sœurs,

Mes anges gardiens et mes fidèles accompagnantes dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

À mes chers amis Safa MASTOURI, Ahmed JARRAYA, Aymen Ben Hammouda et Anouer ABEDELBARI

Pour votre soutien, votre amour et vos encouragements rarissimes. Que dieu vous garde et vous bénisse.

À vous tous qui êtes là, aujourd'hui, à mes côtés.

Que ce travail soit l'expression de ma grande affection et un témoignage de mon attachement et de mon grand profond amour

Boutheina

Remerciements

Ce projet de recherche n'aurait pu avoir eu lieu sans l'implication de plusieurs intervenants. Premièrement, les remerciements doivent s'adresser à la direction de la société tunisienne de verreries **SOTUVER** pour avoir permis la réalisation de mon stage de fin d'études. Plus spécifiquement, les remerciements s'adressent au personnel du service de la qualité ainsi qu'à ceux du département de fabrication pour leur implication dans ce projet professionnel. Les résultats présentés dans ce mémoire n'auraient pu être obtenus sans leur immense collaboration. D'une façon plus particulière, l'implication et le soutien de Monsieur Mehdi ZRIBI , Responsable QHSEEN et Monsieur Ala AMARA, Responsable amélioration continue au cours de ce travail sont ici soulignés.

Dans un second temps, J'exprime mes sincères remerciements, ma profonde gratitude et ma reconnaissance à Monsieur Abdellatif BEN RHIT coordinateur du mastère professionnel MPQSE, qui a bien voulu porter un intérêt et consacrer une partie de son temps pour apporter ses compétences pour ce travail. Je le remercie également pour ses conseils et ses critiques toujours constructives et pour son accueil et son encadrement durant la période de mon stage. J'ai beaucoup appris à ses côtés et je lui adresse ma gratitude et mon respect pour tout cela.

Je remercie vivement le président de Jury qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury, mes hommages respectueux.

J'adresse de chaleureux remerciements au rapporteur pour l'honneur qu'il m'a accordé en acceptant d'examiner avec soin et rigueur ce travail.

Je saisis l'opportunité pour remercier et exprimer ma gratitude à mes professeurs de l'université virtuelle de Tunis pour leur sacrifice, leurs conseils et aides durant mes études.

Sommaire

Introduction Générale	1
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise et Diagnostic de la situation.....	4
1. L'entreprise d'accueil.....	4
1.1. Historique et Evolution	4
1.2. Présentation du groupe	4
1.3. Secteur d'activité	5
1.4. Clients.....	7
1.5. Chiffre d'affaire pour l'année 2018	8
1.6. Certification et domaine d'application	9
1.7. Système d'information de l'entreprise	9
1.8. Usine	10
1.9. Les étapes de fabrication	10
1.10. Magasins de stockage des produits finis	14
2. Service d'affectation	15
2.1. Organigramme.....	15
2.2. Système de management qualité SMQ	17
2.3. Cartographie des processus	19
3. Une étude de l'existant et un diagnostic	19
3.1. Démarche adoptée	19
3.2. La problématique posée	32
3.3. Planification	33
Chapitre 2 : Le déroulement du stage : Mise en place des chantiers Lean d'amélioration ..	36
1. La value stream mapping : un outil de représentation des procédés et de réflexion pour l'amélioration Lean.....	36
1.1. Réalisation de Value Stream Mapping (VSM)	36
1.2. Mise en œuvre des piliers d'amélioration : Kaizen et Kaikaku	39
2. Conclusion sur le déroulement du stage	49
Chapitre 3 : Analyse de résultats	52

1.	Interprétation des résultats obtenus.....	52
1.1	. Value stream mapping	52
1.2	. Chantier Kaizen	55
1.3.	Value Stream Design	74
1.4.	Chantier KAIKAKU	75
2.	Conclusion	81
	Discussion	83

Liste des figures

Figure 1 : Les dates clés de l'évolution de l'entreprise	4
Figure 2 : Présentation du groupe par secteur d'activité.....	5
Figure 3 : Echantillons de la gamme produit SOTUVER.....	6
Figure 4 : Quelques références nationales et internationales de SOTUVER	8
Figure 5 : Comparatif de chiffres d'affaires	9
Figure 6 : Machine d'emballage	13
Figure 7 : Processus de production	14
Figure 8 : Organigramme de SOTUVER.....	16
Figure 9: Cartographie des processus de SOTUVER	19
Figure 10 : Démarche VSM/VSD.....	38
Figure 11 : Réflexion préliminaire sur le VSM à construire	38
Figure 12 : Complémentarité entre les approches Kaizen et Kaikaku	39
Figure 13 : Démarche Kaizen	40
Figure 14 : Fréquence de changement de la Machine de formage pour l'année 2018.....	45
Figure 15 : Article contaminé réclamé par un client	49
Figure 16 : Value stream mapping	52
Figure 17 : Emplacement d'opérateurs	60
Figure 18 : Ancien emplacement du chariot.....	60
Figure 19 : Nouvel emplacement du chariot	61
Figure 20 : Positionnement d'opérateur lors de changement	61
Figure 21 : Chariot modifié	62
Figure 22 : Opération de montage/démontage de vis manuellement et par la visseuse.....	66
Figure 23 : Ancien et nouveau emplacement des bouteilles de référence.....	66
Figure 24 : Outils de nettoyage actuel	67
Figure 25 : Ancien chariot	68
Figure 26: Nouvelle servante d'atelier	68
Figure 27: Espace de rangement des boudins (avant et après).....	70
Figure 28 : Boîte de suggestion	73
Figure 29 : Formation de bacs à carton : (A) état actuel, (B) changement escompté	76
Figure 30 : Analyse fonctionnelle des besoins par le diagramme bête à cornes	76
Figure 31 : Diagramme : séquence de montage	79
Figure 32 : Diagramme : séquence d'utilisation	80

Liste des tableaux

Tableau 1: La fiche signalétique de la SOTUVER.....	7
Tableau 2 : Evolution du chiffre d'affaires en Poids et en valeur	9
Tableau 3: Caractéristique des zones de stockage	15
Tableau 4: Analyse SWOT de SOTUVER.....	20
Tableau 5 : Ecarts détectés	26
Tableau 6 : Outil QQQCP	32
Tableau 7 : Planning préliminaire du projet	33
Tableau 8 : Descriptif de machines IS, M et palettiseur.....	41
Tableau 9 : Enquête du processus.....	43
Tableau 10 : La matrice Kaizen.....	44
Tableau 11 : Chronométrage de différents types de changement de la machine M	45
Tableau 12 : Analyse de la situation initiale	46
Tableau 13 : Calcul de taux de rendement synthétique de la ligne 24	54
Tableau 14 : Feuille de relevé pour la méthode SMED appliquée sur la machine de formage bouteilles.....	55
Tableau 15: Feuille de relevé pour la méthode SMED appliquée sur la machine de contrôle M	63
Tableau 16 : Définitions du Kaikaku (Vincent, Bronet, 2006)	75
Tableau 17 : Benchmarking sur les formuses automatiques de bacs	77
Tableau 18 : Benchmarking sur les différents types de colle thermo fusible	77
Tableau 19 : Analyse de diagramme « séquence de montage »	80
Tableau 20 : Analyse de diagramme « séquence d'utilisation »	80

Liste des abréviations

Tc = Temps de cycle

Tch = Temps de changement

TRS = Taux de rendement synthétique

QHSEEN = Qualité, Hygiène, Sécurité, Environnement, Energie

CA = Chiffre d'affaires

Glossaire

VSM = Value Stream Mapping

Mudas = Gaspillage

Muri = Activité impliquant des contraintes ou des efforts déraisonnables du personnel, du matériel ou de l'équipement

VSD = Value Stream Design

SMED = Single Minute Exchange of Die

TRS = Taux de rendement synthétique

QQOQCCP = Qui, Quoi, Où, Quand, Comment, Combien, Pourquoi. Méthode de résolution de problèmes

Brainstorming = Tempête d'idées, Remue-Méninges

GEMBA = Mot japonais qui signifie « là où se trouve la réalité ». C'est l'endroit où la valeur ajoutée est créée, l'endroit où apparaissent les problèmes, là où le client obtient sa satisfaction.

PDCA = La roue de Deming est une transposition graphique de la méthode de gestion de la qualité dite PDCA (Plan,Do,Check,Act)

Poka Yoké = système anti-erreur permettant de supprimer la possibilité de commettre des erreurs

Liste des annexes

Annexe 1 : Grille d'autodiagnostic lean management-Qualité selon FDX-50-819

Annexe 2 : Grille d'autodiagnostic des bonnes pratiques de management

Annexe 3 : Grille d'autodiagnostic de pilotage de la performance par les 4S

Annexe 4 : Fiche de passation bout chaud

Annexe 5 : Fiche d'instruction de la machine de contrôle M

Annexe 6 : Fiche de passation bout froid

Résumé

Dans un contexte économique de plus en plus exigeant et compétitif, le secteur de la production de verre se tourne vers la stratégie Lean Manufacturing notamment l'amélioration continue par kaizen et l'amélioration radicale par Kaikaku. L'utilisation en synergie de ces deux approches fait l'objet de ce présent travail, visant l'amélioration de la productivité. L'objectif étant d'éliminer toutes sources identifiées de gaspillages afin de garantir la performance de la ligne de production de la SOTUVER.

Une cartographie de l'état actuel (VSM) présentant le temps de cycle, le temps de changement et le taux de rendement synthétique (TRS) a été réalisée en premier lieu. L'analyse du VSM nous a permis d'envisager les améliorations à faire par le biais du chantier Kaizen en utilisant les outils SMED et 5S et par le biais du chantier Kaikaku. A la fin un *value stream design* (VSD) a été construit présentant le changement escompté.

Mots clés : SOTUVER, productivité, Kaizen, Kaikaku, VSM, TRS, SMED,5S, VSD

Abstract

In a more and more competitive environment, companies aim at becoming more effective and efficient in order to better satisfy the needs of customers. In this context, the glass production sector is turning to the Lean Manufacturing strategy, including continuous improvement through kaizen method and radical improvement through Kaikaku method. The aim of this project is to improve the productivity using Kaizen and Kaikaku approaches. In fact, our objective is to eliminate all sources of waste in order to increase the performance of the SOTUVER production line.

Firstly, a value stream mapping including cycle time, change time and synthetic rate of return (TRS) was performed. VSM's analysis allowed us to investigate all possible improvements which could be made using Kaizen approach through the application of SMED and 5S tools and Kaikaku approach through the transition from a manual state to another automatic. At the end a value stream design (VSD) was designed including the expected change.

Key words: SOTUVER, productivity, Kaizen, Kaikaku, VSM, TRS, SMED,5S, VSD

Introduction Générale

« Il semble que la perfection soit atteinte non quand il n’y a plus rien à ajouter, mais quand il n’y a plus rien à retrancher ».

Antoine de Saint Exupéry

Cette citation trouve tout son sens dans le développement qui va suivre. Il est certain que la perfection soit l’objectif de chaque organisme et pour y parvenir des stratégies ont été développées, bien évidemment le Lean Manufacturing. Appliqué au monde de l’industrie de verre, il apparaît révélateur de la nécessaire adaptation des entreprises de ce secteur au cours de ces dernières décennies.

En effet, elles ont eu à s’adapter à un monde en perpétuelle évolution, sujettes à de nouvelles contraintes environnementales, des besoins de plus en plus spécifiques et une concurrence toujours plus féroce.

Pour faire face à ces contraintes et rester compétitive, la SOTUVER a dû innover et a intégré dans son mode de fonctionnement de nouvelles philosophies de travail. Les démarches d’amélioration sont actuellement positionnées relativement à deux types d’amélioration de la performance : *Kaizen* signifiant amélioration continue et *Kaikaku* signifiant changement radical.

Les démarches dites d’amélioration continue correspondent à la mise en œuvre de petits changements, graduels, fréquents, rapidement obtenus. Les démarches dites d’amélioration radicale correspondent quant à elles à la mise en application de grands changements, le plus souvent très ponctuels, en rupture avec le fonctionnement existant et terminés à l’issue d’un délai généralement long.

Il ne s’agit pas pour l’entreprise de privilégier une telle démarche d’amélioration continue au détriment d’une autre démarche d’amélioration radicale, ou réciproquement. Les deux types d’amélioration doivent, en effet, plutôt être considérés comme complémentaires et à mener parallèlement pour générer des gains de performances significatifs et durables. Les entreprises ont la nécessité de mettre en œuvre à la fois, et de manière alternée, des démarches d’amélioration continue et des démarches d’amélioration radicale.

Les démarches d’amélioration continue et les démarches d’amélioration radicale partagent, effectivement, la finalité de mieux satisfaire le client par une remise en

question des processus de l'entreprise. Malgré ce but commun, les deux démarches se distinguent par des caractéristiques de mise en œuvre différentes. Pour les premières, cela passe par des actions correctives sur des dysfonctionnements à engager de manière permanente par les acteurs directs des processus concernés. Pour l'amélioration radicale, cela passe par des actions plus centralisées en direction de dysfonctionnements dont la correction exige un puissant leadership. Au-delà de la méthode, l'amélioration continue a une forte probabilité de réussir mais n'induit, généralement, pas de gains de performance significatifs. A l'inverse, le changement radical présente une prise de risque plus importante mais permet de dégager des gains de performance considérables.

Ce mémoire présente ces différentes démarches d'amélioration de la performance.

- La première partie sera dédiée à l'étude du Kaizen (amélioration continue) où nous nous focaliserons particulièrement sur les chantiers SMED et 5S.
- La seconde partie sera quant à elle consacrée au chantier Kaikaku où nous décrirons le passage de la formation de bac à cartons manuellement en utilisant un pistolet à colle à la mise en place d'une formeuse de bacs automatique avec les outils qualité que cela nécessite et les gains potentiels espérés.

Chapitre 1 :

Présentation de l'entreprise & diagnostic de la situation

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise et diagnostic de la situation

1. L'entreprise d'accueil

1.1. Historique et Evolution

La société tunisienne de verrerie SOTUVER est une entreprise de fabrication de verre creux. Créée en 1963 par l'État tunisien, elle est entrée en production en 1967 avec une capacité annuelle de 10 milles tonnes. Privatisée en 1996, la SOTUVER a été introduite en bourse en 1998. Implantée depuis 2003 sur un nouveau site à Djebel Oust (30 km de Tunis), puis acquise en 2008 par le groupe BAYAHI, la SOTUVER a augmenté sa capacité de production pour atteindre 45 mille tonnes par an. Depuis décembre 2009, la SOTUVER mène un grand programme de développement, d'optimisation et d'amélioration à tous les niveaux de la chaîne de production et de management qui a été couronné en Novembre 2012 par le démarrage du deuxième four permettant de doubler la capacité de l'usine pour la porter à 100 mille tonnes par an. Cet investissement agréera à la nouvelle SOTUVER d'avoir plus de flexibilité face à une demande nationale et internationale en perpétuelle évolution (figure 1).

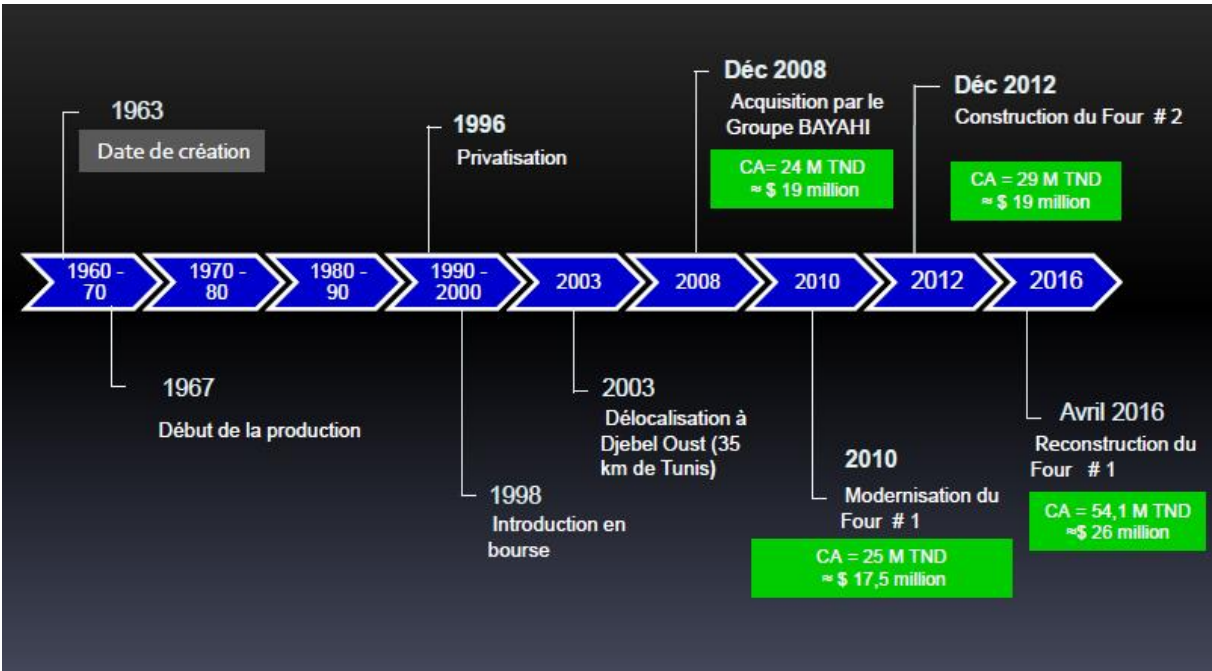


Figure 1 : Les dates clés de l'évolution de l'entreprise

1.2. Présentation du groupe

Sotuver, fait partie du groupe BAYAHI, qui est composé de plus de 30 entreprises contrôlées par 3 holdings :CFI, Indinvest et Medinvest.

Le groupe est présent dans plusieurs secteurs d'activités à savoir le secteur industriel (aluminium, verre...), la vente en détail, l'agroalimentaire, l'assurance et services et le secteur d'immobilier (figure 2).

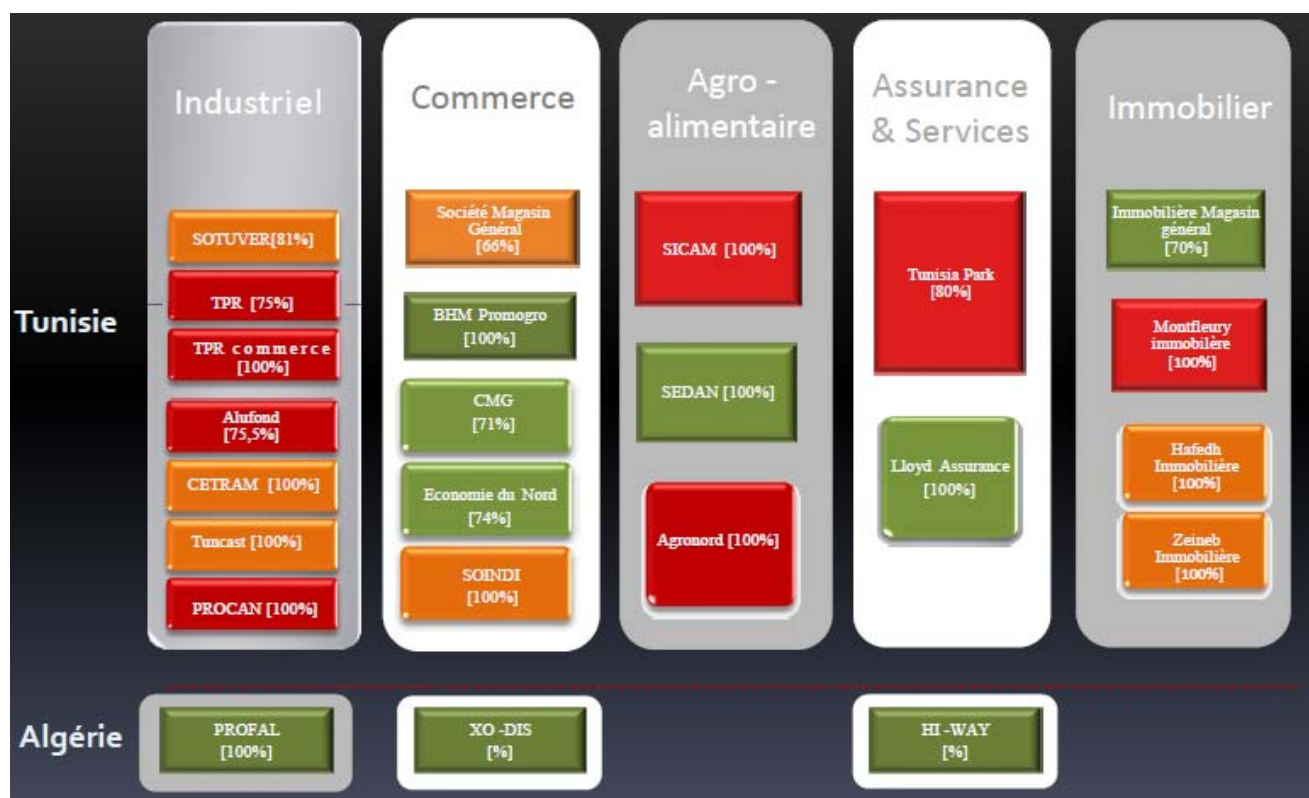


Figure 2 : Présentation du groupe par secteur d'activité

1.3. Secteur d'activité

La société tunisienne de verreries « SOTUVER » se positionne comme le monopole sur le marché national de production du verre d'emballage pour le conditionnement des produits notamment les eaux minérales, les boissons gazeuses, les boissons alcoolisées, etc.

La gamme de production est présentée par plus de 200 articles avec 4 teintes : blanc, mi Blanc, vert émeraude et vert antique et classée en deux catégories, la première renferme les bouteilles en verre retournable et la deuxième renferme les bouteilles en verre jetable. Les autres sociétés de verreries implantées sur le territoire tunisien, ne présentent pas une concurrence à SOTUVER, car elles sont plutôt orientées vers la gobeletterie citant comme exemple la verrerie de Naâssen, la verrerie Kouja et l'Univers.

La « SOTUVER » n'avait pas l'intention de se limiter au marché national, mais elle essaye toujours de conquérir le marché international. Actuellement, elle est devenue le fournisseur régional de référence pour ses clients du Grand Maghreb et du Sud de l'Europe.

Contrairement au marché tunisien, le marché international est caractérisé par une concurrence féroce. Ses principaux concurrents sont des multinationales telles qu'Owens-Illinois et Saint Gobain qui visent les mêmes marchés que SOTUVER en particulier l'Algérie, où Saint Gobain vient de s'installer en 2011 à travers sa filiale Veralia (**figure 3**).



Figure 3 : Echantillons de la gamme produit SOTUVER

Tableau 1: La fiche signalétique de la SOTUVER

Raison sociale:	Société Tunisienne de Verreries
Adresse:	Zone Industrielle Djebel Oust, route de Zaghouan. 1111 Bir Mcherga - Tunisie
Coordonnées :	Téléphone : (+216) 72 640 650 (+216) 72 640 720 (+216) 72 640 555 Fax : (+216) 72 640 701 Site Web: www.sotuver.com.tn Email : Contact@sotuver.com.tn
Superficie :	22 hectares
Président Directeur Général :	Hemdane Ben Othmane
Domaine d'activité :	Développement, fabrication et impression sérigraphique des articles d'emballage en verre sodocalcique
Forme juridique:	Société anonyme
Année de création:	1963
Année d'entrée en production:	1967
Nombre totale d'employés :	320
Chiffre d'affaire DT :	95 Millions de Dinars (2018)
Certification	ISO 9001 : 2008 depuis 2011 ISO 9001 : 2015 depuis 20 octobre 2017 FSSC 22000 : 2012 depuis Septembre 2013 ISO 14001 : 2015 depuis 20 octobre 2017 ISO 50001 : 2011 depuis 20 octobre 2017
Capacité de production	110 000 tonnes/an

1.4. Clients

SOTUVER est le seul fournisseur de l'industrie tunisienne en emballages en verre (bouteilles, pots, flacons, etc.). De nos jours elle dessert le marché tunisien. Elle est

devenue également le fournisseur régional de référence pour ses clients de pays voisins au Maghreb Arabe et au Sud de l'Europe. Elle s'est surchargée dans un programme d'amélioration continue de la qualité aux niveaux technique, services et managérial.

La stratégie de SOTUVER est fondée sur la satisfaction de ses clients à travers une approche relationnelle interactive et une dynamique d'innovation continue au service de ses marchés cibles. Parmi ces primordiaux clients on cite : Coca-cola, le groupe castel, UCCV, Hamoud Boualem et PEPSI (figure 4).






Secteurs	Principaux clients	
	Marché local	Marché Export
Boissons Gazeuses & Jus		      
Boissons alcoolisées	 	      
Autres (Huile d'olive, Eau Minérale)	  	 

Figure 4 : Quelques références nationales et internationales de SOTUVER

1.5. Chiffre d'affaire pour l'année 2018

Le chiffre d'affaires au 31 Décembre 2018 a connu une croissance de 41% par rapport à l'année 2017 passant de 67 840 KDT à 95 333 KDT. Cette croissance est générée par une augmentation de 16% sur le marché local (36 721 KDT en 2018 contre 31 525 KDT en 2017) ainsi qu'une progression importante de 61% sur les marchés extérieurs (58 612 KDT en 2018 contre 36 315 KDT en 2017) ce qui a permis à la SOTUVER de consolider son statut d'entreprise majoritairement exportatrice avec un quote-part de 61,5% d en 2018 contre 53,5% en 2017.

Tableau 2 : Evolution du chiffre d'affaires en Poids et en valeur

Marché	2017		2018		Evolution			
	Valeur	Poids	Valeur	Poids	Valeur	%	Poids	%
Local	31 525	33 561	36 721	34 300	5 196	16%	739	2%
Export	36 315	37 251	58 612	55 270	22 297	61%	18 019	48%
Total	67 840	70 812	95 333	89 570	27 493	41%	18 758	26%

Le travail en matière de diversification des marchés, a permis à la SOTUVER de diluer le risque de dépendance vis-à-vis du marché algérien, comme le montre le graphique en dessous (**figure 5**).

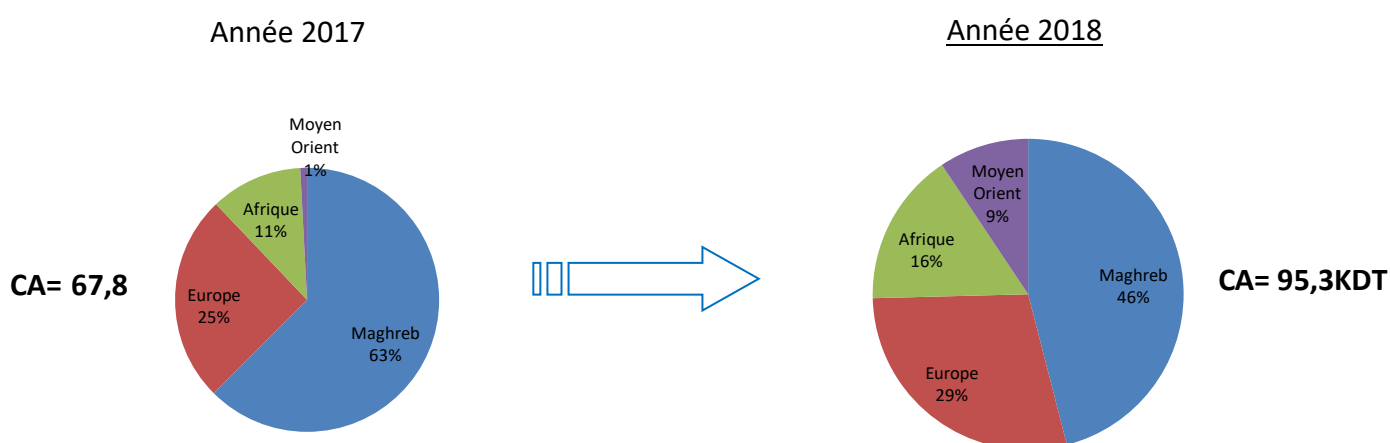


Figure 5 : Comparatif de chiffres d'affaires

1.6. Certification et domaine d'application

La qualité n'est jamais le fruit du hasard. Elle est le résultat d'efforts permanents, collectifs et organisés, qui permettent de la maintenir au plus haut niveau.

SOTUVER a adopté un système de management intégré couvrant la qualité, l'environnement, l'énergie et la sécurité des denrées alimentaires selon les normes : ISO 9001 : 2015, ISO 14001 :2015, ISO 50001 et FSSC 22000 : 2012.

1.7. Système d'information de l'entreprise

Le parc matériel informatique de la SOTUVER est assez varié. En effet le portefeuille des applications est constitué des applications suivantes :

ERP « QAD 2011 » - GMAO « COSWIN » - Gestion de présence « BODET » - Gestion de la paie « SAGE LIGNE100 » - Logiciel système management qualité « QualiProxl ». Gestion du parc informatique « GLPI » et un système du contrôle qualité « VERTECH ».

Parmi les modules spécifiques de L'ERP QAD 2011 utilisé au sein de cette société, nous citons Module de gestion « code à barre » pour les livraisons ou bien pour le transfert des Palettes produits finis d'une zone à une autre et aussi pour les inventaires physiques.

1.8. Usine

L'usine possède deux fours dont la capacité de production journalière s'élève à 180 T pour le premier et 150 T pour le deuxième.

Concernant les lignes de production, il en existe cinq :

Trois lignes sont liées au premier four, mises en place en 2003, ont été totalement rénovées en 2010 puis en 2016. Ces lignes ne fabriquent que des articles de teinte blanche.

Les deux autres lignes affectées au deuxième four installé en 2013 et consacrées aux articles en teinte colorés « vert et vert Antique ».

Chaque ligne est composée d'une machine de fabrication dite machine « Individual Section » ou IS, composée de 8 ou de 10 sections.

Chaque ligne est équipée de plusieurs machines de contrôles (Aspects, Bagues, Fissures ...) à la pointe de la technologie et d'un seul palettiseur automatique à la fin des lignes.

L'usine de production de la SOTUVER est répartie en deux secteurs :

Le secteur chaud de la société : comprend toute la zone du four jusqu'au l'arche de recuisson.

Le secteur froid de la société : tout le reste de processus la fabrication qui commence juste après l'arche jusqu'au le palettiseur.

1.9. Les étapes de fabrication

Dans un atelier de composition, sont mélangées toutes les matières premières dans des proportions spécifiques. Le mélange est introduit dans un four à haute température (1300-1500°C) pour fondre les matériaux. La goutte de verre en fusion (paraison) est soufflée avec de l'air dans un moule ébaucheur puis dans un moule finisseur. Il s'agit du moulage par soufflage. Le verre est ensuite refroidi dans des

conditions spéciales afin d'éviter un changement brutal de température pouvant altérer les propriétés physiques de la bouteille. Par la suite, un traitement de surface améliore ses caractéristiques. La bouteille est recuite puis contrôlée.

Le processus de fabrication se déroule comme suit :

1.9.1. Préparation du mélange des matières premières

Pour l'obtention du verre de cette qualité la société SOTUVER mélange différents matériaux en proportions massiques.

Les différentes proportions des composants sont :

- La silice (68% à 72%) : C'est le composant principal du verre qui est l'élément formateur du réseau. Sa température de fusion est à 1730°C. Elle entre dans le processus sous forme de sable.
- Le carbonate de sodium (10% à 15%) : C'est un élément fondant, il abaisse la température de fusion des éléments formateurs.
- Le calcaire (9% à 14%) : C'est un élément stabilisateur qui modifie les propriétés physiques du verre atténuées par l'adjonction du fondant, il augmente la résistance chimique du verre, son éclat et diminue sa solubilité, mais en excès il provoque une dévitrification.
- La dolomie (5%) Eléments secondaire
- Le calcin (18% à 50%) : ou encore groisil est directement introduit dans le four. Il ne faut rien y ajouter de plus et la dépense énergétique est moindre puisque sa température de fusion est abaissée à 1 000 °C au lieu de 1 500 °C.

Ainsi, fabriquer du verre avec du calcin permet d'économiser du temps et de l'énergie. Le calcin est utilisé comme fondant pour faciliter la fusion d'un mélange vierge : 80 % en poids de calcin dans la production permet une économie de 25 % d'énergie par rapport à une production sans calcin.

1.9.2. Cuisson

Le mélange de matières premières et de calcin est fondu en continu dans deux fours en briques réfractaires, à une température d'environ 1500°C. Ces fours fonctionnent 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Leur durée de vie varie entre 8 et 10 ans. Entre l'introduction des matières premières et la sortie du verre en fusion, il s'écoule environ 24 heures.

Le verre en fusion est amené vers des canaux de distribution, appelés feeders, jusqu'aux machines de formage. A l'extrémité du feeder, un filet de verre en fusion

est découpé en gouttes appelés paraisons. Le poids, la forme et la température de la paraison sont contrôlés très précisément.

1.9.3. Formage

Le formage consiste à mettre en forme un article de verre creux par moulage à l'aide d'un poinçon métallique ou de l'air comprimé.

Le formage est effectué très généralement en deux temps :

La paraison est transformée par soufflage ou pressage en une poche creuse de forme intermédiaire comportant l'embouchure finale.

L'ébauche est ensuite transférée par un bras dans le moule finisseur qui, par soufflage donne la forme finale à la bouteille ou au pot. L'emballage en verre est ensuite extrait du moule finisseur par une pince sur une plaque de refroidissement, avant d'être convoyée.

L'ensemble des opérations s'effectue sur des machines modulaires dites machines IS. Les bouteilles et les pots en verre sortent de la machine à des températures supérieures à 500°C. L'ensemble du cycle à formage ne dure que quelques secondes.

1.9.4. Re-cuisson

Pour garantir la solidité des emballages en verre, ces derniers doivent être réchauffés puis refroidis progressivement dans un four tunnel appelé arche de re-cuisson. Ce processus dure de 30 minutes à deux heures.

Afin d'être plus résistants aux rayures et pour augmenter le coefficient de glissement du verre qui facilite le transport des bouteilles à grandes cadences sur les convoyeurs des verreries ou des embouteillages, les bouteilles et les pots reçoivent généralement un traitement de surface effectué à la sortie de l'arche de recuisson à la température de 100 à 120 °C. Il consiste à déposer sur la surface des articles un film protecteur de cire de polyéthylène par pulvérisation pneumatique sur l'extérieur des articles.

Les emballages en verre creux sont désormais terminés.

1.9.5. Contrôle qualité

Sur les convoyeurs qui véhiculent les bouteilles jusqu'aux palettiseurs, différents contrôles sont effectués. Tous les emballages sont contrôlés manuellement et automatiquement par des machines électroniques qui vérifient principalement leurs dimensions, leurs résistances et leurs aspects.

Des contrôles sont également effectués sur des prélèvements statistiques au laboratoire de contrôle qualité.

Tous les emballages en verre jugés insatisfaisants sont automatiquement éjectés puis refondus dans le four.

➤ **Les machines de contrôle**

Machine de contrôle MCAL : Contrôle les paramètres suivants :

- ✚ Aspect
- ✚ Stress de la bouteille
- ✚ Dimension

Machine de contrôle MULTI-P : Contrôle les paramètres suivants :

- ✚ Bague
- ✚ Fond

Machine de contrôle M : Contrôle les paramètres suivants :

- ✚ Goulot de la bouteille (si elle est bouchée)
- ✚ Planéité de la bouteille
- ✚ Test à la lumière

Après leur passage sur ces machines, les bouteilles passent devant un panneau lumineux qui permet à un opérateur de vérifier et de rejeter les bouteilles qui ont à tort été considérées valide.

1.9.6. Emballage

Les récipients en verre ayant subi les contrôles avec succès sont placés automatiquement sur des palettes. Une fois cette dernière formée, elle est acheminée vers la station du housage.

Ensuite, une housse en plastique la recouvre totalement et qui va être soudée par gaz autour de l'ensemble afin de protéger les produits de SOTUVER pendant la manutention et le stockage (**figure 6**).



Figure 6 : Machine d'emballage

1.9.7. Sérigraphie

La SOTUVER offre à ses clients la possibilité d'identifier leurs produits avec la sérigraphie.

Elle maîtrise cette technique depuis 30 ans.

La sérigraphie consiste à imprimer une identification permanente des emballages en verre en apposant la marque et l'identité graphique du client.

La figure 7 récapitule tout le processus de production du verre.

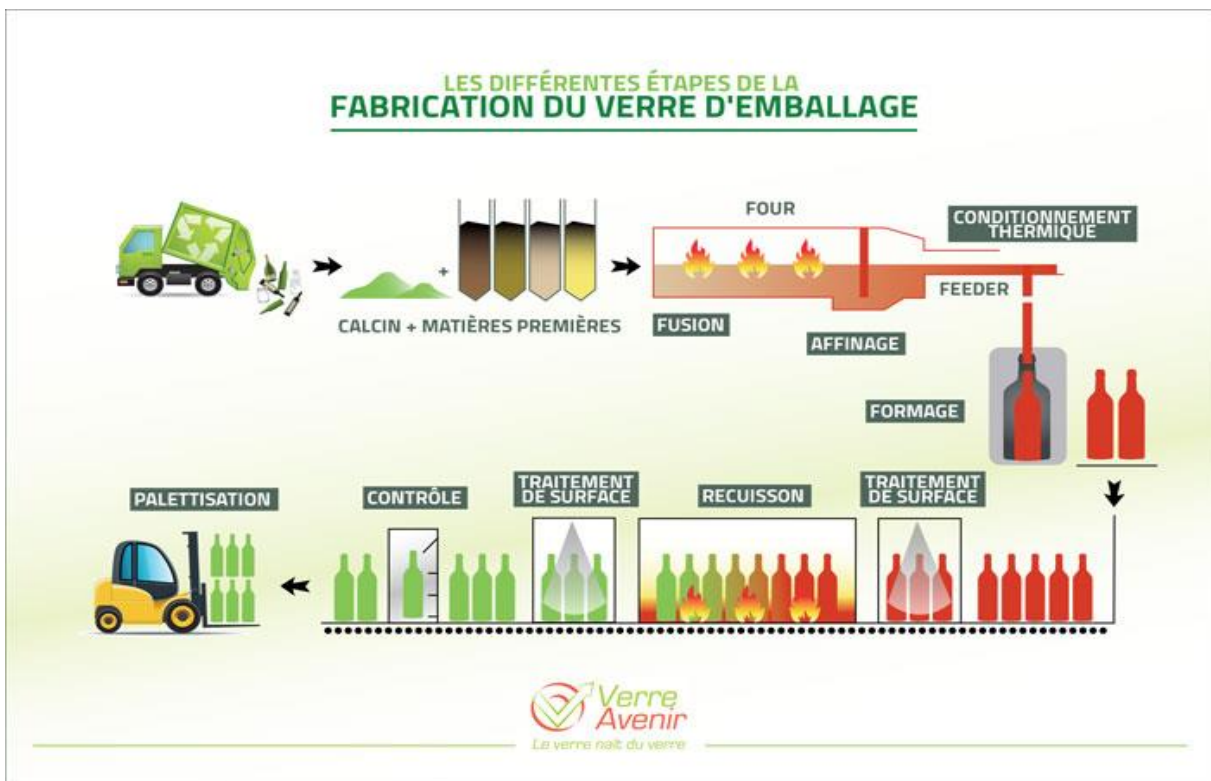


Figure 7 : Processus de production

1.10. Magasins de stockage des produits finis

SOTUVER possède trois magasins pour le stockage des produits finis :

Magasin N°1 : Destiné pour le stockage des articles locaux et les articles en vrac comme les Pots, broc, Bocaux huiles 5 L. Pour une superficie totale de 1000 m², ainsi la capacité de stockage soit 1483 palettes, 2966 si les palettes sont placées sur deux étages et 4449 Palettes si c'est sur trois étages.

Magasin N°2 : Destiné pour le stockage des articles en verre blanc et AG pour l'export Europe. Pour une superficie totale de 3636 m² soit 3675 palettes, soit 7350 palettes sur deux étages et 11025 palettes qui sont organisé à trois étages.

Magasin N°3 : Destiné pour le stockage des articles en verre vert, blanc et AG pour l'export Algérie. Pour une superficie totale de 6709 m² soit 4714 palettes, soit 9428 palettes à deux étages et 13782 palettes à trois étages.

Tableau 3: Caractéristique des zones de stockage

Magasin	Superficie	Capacité		
		1 étage	2 étages	3 étages
PF1001	4160 m ²	1483	2966	4449
PF1002	6624 m ²	3675	7350	11025
PF1003	6709 m ²	4714	9428	13782
Plateforme 1	2300 m ²	1800	3600	5000
Plateforme 2	12282.413 m ²	9800	19600	28700

Elle possède également, deux autres magasins non couverts nommés « plateforme 1 » et « plateforme 2 ». Les stocks des deux magasins sont exposés aux conditions climatiques : pluies, soleil, changement climatique. Ceci provoque la détérioration de l'emballage et parfois la casse de quelques bouteilles ou même la casse de toute la palette ce qui entraine un gaspillage en terme de matière.

2. Service d'affectation

2.1. Organigramme

L'équipe de SOTUVER dispose d'un potentiel humain jeune et dynamique (350) constitué d'une équipe d'ingénieurs, de techniciens qualifiés, et des ouvriers. Ce stage a été réalisé au sein de département management, qualité, sécurité et environnement. L'organigramme de l'entreprise est présenté dans la **figure 8**.



Figure 8 : Organigramme de SOTUVER

2.2. Système de management qualité SMQ

Dans un souci de rendre Durable ses relations avec l'ensemble des parties prenantes la SOTUVER s'est engagée depuis quelques années dans une démarche d'intégration de leurs attentes, dans son mode de fonctionnement et ce dans le cadre d'une stratégie globale de management novatrice pour faire face aux pressions et menaces qui la guettent et pour maîtriser, ainsi, son évolution vers des objectifs de performances qui garantissent sa pérennité et son développement durable.

« Entreprise Responsable » est le slogan de cette démarche et surtout une de ses Valeurs.

La Responsabilité implique avant tout un engagement dans le respect de la réglementation en vigueur et de toute autre exigence applicable au produit, au site et aux activités.

Aussi et dans une logique d'amélioration continue des performances, sur laquelle la SOTUVER s'est engagée, sa politique qualité a évolué pour devenir une politique globale, dans laquelle toute partie devrait s'identifier.

Dans ce cadre, les axes stratégiques du SOTUVER s'articulent comme suit :

Pour les clients, la SOTUVER garantit :

- L'amélioration de la satisfaction de client, en vue d'une plus grande fidélisation ;
- L'amélioration de la sécurité alimentaire et la qualité des produits ainsi que le service associé ;
- Le renforcement de l'innovation par l'élargissement et la diversification de la gamme des produits.

Pour le personnel, elle garantit :

- L'amélioration de leur écoute, de la consultation et de la participation et du dialogue d'une manière générale.
- Le développement de leurs compétences
- L'amélioration des conditions de travail, l'élimination des dangers et la réduction des risques pour la préservation de l'intégrité du personnel et toute autre personne sur le site.
- Le renforcement du management participatif tout en incrustant un comportement écologique. ;
- Le renforcement du système d'information, le développement de la communication interne et la sensibilisation en matière, de sécurité alimentaire, d'économie d'énergie et de préservation de l'environnement.

Pour l'environnement et les générations futures, elle garantit :

- L'amélioration de la préservation de l'environnement et la prévention de la pollution et ce en assurant la maîtrise de déchets et de différents types de rejets hydriques et atmosphériques
- L'optimisation de la consommation des ressources naturelles à travers le renforcement de l'utilisation du verre recyclé et la promotion de l'utilisation des énergies renouvelables.

Pour les actionnaires, elle garantit :

- L'amélioration de la compétitivité par l'accroissement du rendement de l'usine, l'optimisation du coût de la production et la maîtrise des usages énergétiques significatifs par l'analyse constante de la performance énergétique.
- L'augmentation du chiffre d'affaires en consolidant notre position sur le marché local et en continuant les développements initiés ces dernières années sur le marché externe (Algérie, Europe, Afrique).
- Développement du *sourcing* et optimisation des approvisionnements, des biens et des services assurant l'efficacité énergétique et la protection de l'environnement.

Pour nos fournisseurs et sous-traitants stratégiques, elle garantit :

- La recherche permanente d'une relation mutuellement bénéfique.
- Pour la société « civile », elle développe :
- Des projets avec la communauté en relation avec l'impact de ses activités ;
- Le renforcement des échanges avec les établissements universitaires.

2.3. Cartographie des processus

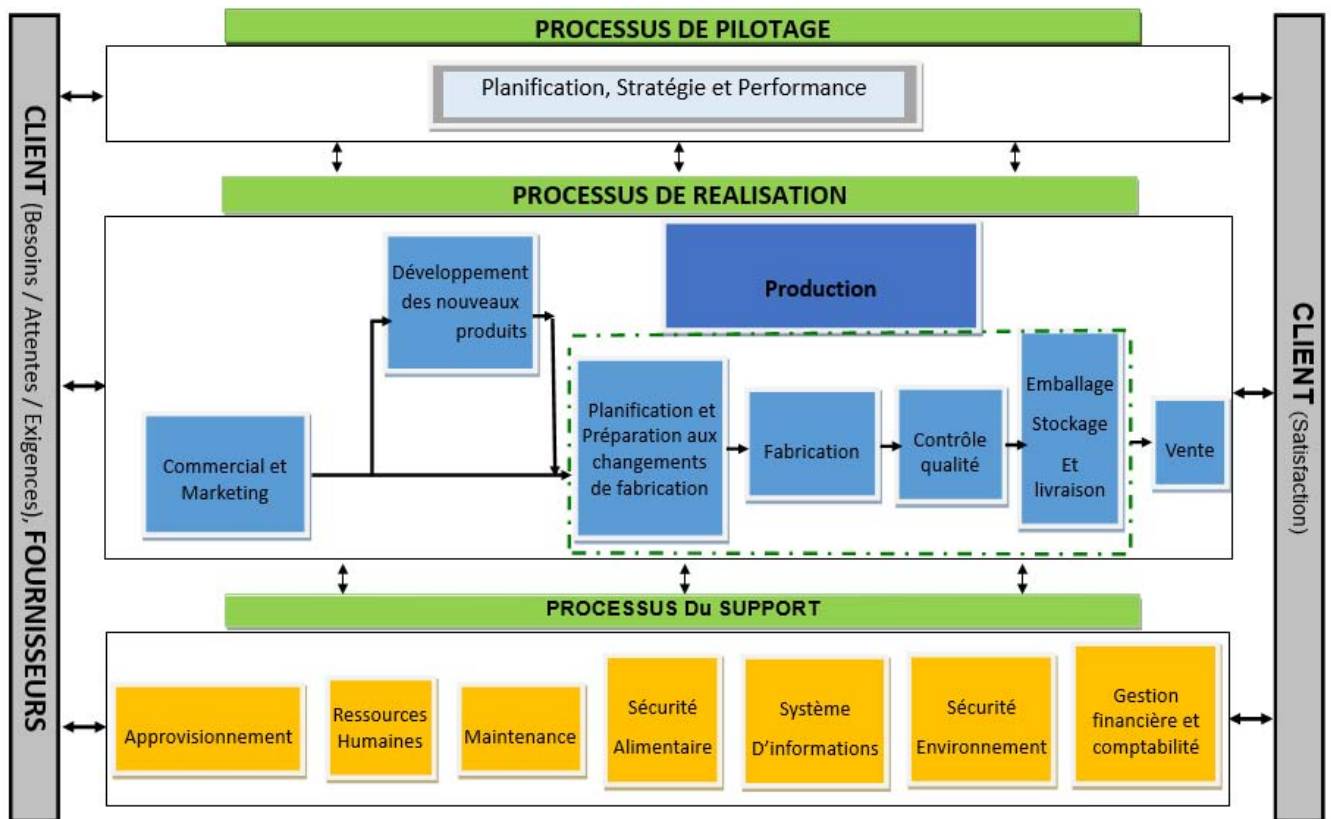


Figure 9: Cartographie des processus de SOTUVER

3. Une étude de l'existant et un diagnostic

3.1. Démarche adoptée

Avant d'entamer une action de changement dans une entreprise, une étape préliminaire s'impose, le diagnostic. Ce dernier est présenté sous la forme d'une matrice SWOT : Strengths (forces), Weaknesses (faiblesses), Opportunities (opportunités), Threats (menaces). C'est un outil de stratégie d'entreprise permettant de déterminer les options stratégiques. Ainsi, Il combine l'étude des forces et des faiblesses d'une société avec celle des opportunités et des menaces de son environnement, afin d'aider à la définition d'une stratégie de développement. Cette méthode est adaptée pour la recherche des anomalies ainsi que les opportunités et les points forts d'une entreprise pour assurer une compréhension profonde de l'existant.

Toute action doit évidemment être choisie et planifiée après une étude des priorités de l'entreprise et en fonction des critères de faisabilité et des coûts identifiés. C'est

pourquoi l'opération du diagnostic mène à une étape de réalisation d'un plan d'action, classant et hiérarchisant des opérations de progrès à accomplir.

3.1.1. Analyse SWOT

Pour réaliser la matrice SWOT des réunions restreintes ont été tenues avec les Départements : Approvisionnement, Commerciale, Production, Management, Ressources Humaines, Système d'information et Finance.

Chaque chef de département nous a renseigné sur les forces, faiblesses, menaces et opportunités pouvant exister au sein de leur département.

La synthèse de ces réunions nous a permis d'établir le tableau récapitulatif ci-dessous.

Tableau 4: Analyse SWOT de SOTUVER

Au niveau interne		
Fonction	Forces	Faiblesses
Ressources Humaines (RH)	<p>FR1 : Climat social sain : 0 grève depuis février 2011.</p> <p>FR2 : Rémunération motivante : salaire moyen dépassant largement les standards nationaux.</p> <p>FR3 : Plusieurs actions sociales en faveur des salariés et leurs familles.</p> <p>FR4 : Taux élevé de salariés ayant au moins un diplôme d'études professionnelles.</p> <p>FR 5 : Personnel assez jeune</p>	<p>FAI1 : Le métier est non enseignable dans les écoles de formation et les universités (difficultés de trouver de nouveaux collaborateurs ou bien une assistance technique).</p>

	vu que le verre est indéfiniment recyclable.	
Approvisionnement		FAI6 : le sable constitue la matière de base pour la fabrication du verre (70%) or nous dépendons d'un seul fournisseur.
	Au niveau externe	
	Opportunités	Menaces
Management	<p>OP1 : Une identité nationale (image monopolistique sur le marché local, cotation en bourse, Appartenance à un grand groupe..).</p> <p>OP2 : Barrières à l'entrée élevées (compte tenu d'un investissement très lourd et de la technicité de l'industrie).</p> <p>OP3: Position géographique du pays (Accessibilité au marché européen et africain).</p> <p>OP5 : Adhésion aux organismes technique et gouvernementaux (packtec, CTMCCV, UTICA, GMG...)</p> <p>OP6 : Croissance de la conscience et de l'opinion nationale et internationale sur les avantages du matériau et les menaces des produits de</p>	<p>MEN1 : La suppression de la subvention d'état relative à l'énergie (répercussion directe sur le prix de revient et par conséquent sur le prix de vente)</p> <p>MEN2 : Technologie polluante (contraintes règlementaires liées à l'environnement)</p> <p>MEN3 : Situation instable du pays</p> <p>MEN4 : Fermeture du centre de traitement des déchets chimiques</p> <p>MEN5 : Absences de collecteurs agrès pour certains déchets dangereux</p>

	<p>substitution (que ce soit sécurité alimentaire ou environnement)</p> <p>OP7 : Certification qualité</p> <p>OP8 : La qualité intrinsèque du produit : emballage permettant la valorisation du produit,</p> <p>OP9 : le verre est recyclable à l'infini ce qui réduit les impacts des émissions atmosphériques</p> <p>OP10 : Possibilité d'utilisation du pet coke comme combustible</p> <p>OP11 : Subvention d'état et encouragement en matière d'énergie renouvelables.</p>	
Commerciale	<p>OP12 : Marché international à potentiel élevé et en particulier le marché africain et Liban.</p> <p>OP13 : Société off shore + partenariat avec des</p>	<p>MEN6 : Produit concurrencé par d'autres emballages de substitution</p> <p>MEN7 : Importation libres des bouteilles en verre (absence de réglementation)</p> <p>MEN8 : Dépendance à certains clients</p>

	<p>commissionnaires étrangers.</p> <p>OP14 : Fidélisation des clients nationaux (malgré des prix moins élevés par les concurrents)</p> <p>OP15 : Participation aux foires nationales et internationales</p> <p>OP16 : Homologation grands clients internationaux (Pepsi, Coca cola, Inbev).</p> <p>OP17 : Absence de fabricants du même produits dans plusieurs pays voisins.</p> <p>OP18 : Innovation et nouveaux produits développés par les clients</p> <p>OP19 : Homologation Heineken</p>	<p>MEN9 : Dépendance à certains marchés.</p> <p>MEN10 : Dépendance à certaines filières.</p> <p>MEN11 : Concurrence externe acharnée de sociétés plus développées technologiquement et pouvant vendre à moindre prix (économie d'échelle, cout énergétique, rendement élevé, maitrise du produit).</p> <p>MEN12 : Technologie polluante (contraintes règlementaires liées à l'environnement).</p> <p>MEN13 : La saturation de la demande du marché locale.</p> <p>MEN14 : Offre internationale abondante.</p> <p>MEN15 : Manque de compétitivité par rapport à d'autres pays (main d'œuvre, énergie)</p>
Approvisionnement	<p>OP20 : Plusieurs niche pour le calcin</p> <p>OP21 : Présence de carrière de sable à acquérir.</p>	<p>MEN16 : Hausse des prix de matières premières</p>
Système d'information		<p>MEN17 : Avancée technologique très rapide</p>

3.1.2. Grilles d'autodiagnostic

L'objectif général de ce travail est d'améliorer la performance opérationnelle de SOTUVER par la création de la valeur ajoutée et la réduction de sources de gaspillage. Bien que l'ISO 9001 permet d'agir directement sur des processus maîtrisés et d'améliorer en permanence par la diffusion des bonnes pratiques, la mise en synergie de Lean et ISO 9001 rentabilise la qualité et augmente l'efficacité et l'efficience au sein d'un processus.

Pour comprendre l'état existant en termes de qualité, Lean management, bonnes pratiques de management et de pilotage de la performance, trois grilles d'autodiagnostic publiées par l'Université de Technologie de Compiègne (UTC) ont été utilisées et un tableau récapitulatif présentant les écarts majeurs détectés est présenté ci-dessous.

➤ **Autodiagnostic lean management-Qualité selon FDX-50-819 (Annexe 1)**

Permet d'avoir une visibilité claire et immédiate des résultats déterminant les points critiques à mettre en conformité afin de pouvoir mettre en œuvre les actions appropriées. L'enregistrement des résultats pourra permettre de mesurer l'atteinte des objectifs, de comparer à posteriori l'efficacité des actions mises en œuvre et d'identifier les axes d'amélioration.

Les questions posées sont relatives aux chapitres de la norme FDX-50-819 et la norme Iso 9001 v.2015. Pour avoir un résultat statistiquement significatif, cette grille a été remplie par 4 évaluateurs appartenant au département de management de qualité.

➤ **Autodiagnostic des bonnes pratiques de management (Annexe 2)**

Cet outil permet d'identifier les forces et les faiblesses du management de SOTUVER et d'en tirer des enseignements de progrès et d'amélioration. La grille est basée sur 113 questions réparties en 4 domaines :

A - Processus management général

B - Processus management des ressources

C - Processus management de la réalisation du produit

D - Processus mesures, analyse et amélioration des performances

➤ **Autodiagnostic de pilotage de la performance par les 4S (Annexe 3)**

Permet de déterminer l'état de pilotage de la performance de SOTUVER en se basant sur quatre critères : (i) Donner du Sens, (ii) Organiser le Suivi, (iii) Assurer le Soutien, et (iiii) Renforcer les Solidarités.

Tableau 5 : Ecart détectés

Autodiagnostic Lean management-Qualité selon FDX-50-819		
Domaine/Chapitre du FDX-50-819 et Iso 9001	Ecart observé	Processus
Responsabilité de la Direction	La disponibilité des justes ressources nécessaires est assurée partiellement	Management
Management des ressources	L'évaluation de compétence du personnel, ainsi que l'efficacité des formations et la conservation des enregistrements relatifs à ces formations ne sont pas réalisées	Ressources Humaines
	Les infrastructures et l'environnement justes nécessaires au travail sont assurées partiellement	Maintenance
Réalisation du produit	Les responsabilités entre le personnel ne sont pas réparties et la mise à disposition des formations adéquates n'est pas assurée	Ressources Humaines
	Les fournisseurs sélectionnés ne sont pas évalués par rapport aux exigences d'achats des produits	Approvisionnement
Mesure, analyse et amélioration	Les audits internes ne sont pas réalisés d'une manière régulière	Management
	Les méthodes appropriées pour la surveillance, la mesure et les analyses de données, des processus et de la performance sont	Management

	utilisées partiellement	
	Les processus de surveillance, de mesure et des analyses de données ne sont pas mises en œuvre.	Management
	Les produits non conformes, ainsi que l'identification et l'empêchement de l'utilisation intentionnelle par une procédure documentée ne sont pas maîtrisés	Management
	Les données des fournisseurs ne sont pas analysées	Approvisionnement
	Les processus d'amélioration de l'efficacité et de l'efficience du système de management de la qualité et de la performance ne sont pas maîtrisés	Management
	Les actions correctives et préventives par une procédure documentée ne sont pas maîtrisés	Management
Autodiagnostic des bonnes pratiques de management		
Domaine	Ecart observé	
A-Processus management général Construire le système d'information et de communication	La non disposition d'un cahier des charges de l'adaptation ou de la construction du système d'information de l'organisme	Système d'information
	La non prise en compte des	Système d'information

	processus clés de la pratique effective au moment de l'adaptation ou de la construction du système d'information	
	La planification du développement des fonctionnalités du système n'est pas établie sur une durée cohérente avec les objectifs	Système d'information
B - Processus management des ressources Estimer et allouer les ressources juste nécessaires	Les mesures pour identifier et mettre à disposition en temps opportun toutes les ressources nécessaires à l'atteinte des objectifs ne sont prises (identifier, planifier, gérer les ressources matériels et immatériels ainsi que leurs évolutions et améliorations)	Management
	Les enquêtes de mesure de la mobilisation/motivation du personnel ne sont pas réalisées d'une manière périodique et les actions d'améliorations nécessaires ne sont pas déduites.	Management
Impliquer, mobiliser, motiver le personnel	Les risques industriels, sociétaux et environnementaux concernant les infrastructures ne sont pas identifiés ni évalués	Management
	Les plans d'urgence à court terme pour pallier les défaillances potentielles des ressources non maîtrisables ne sont pas établis.	Management

Optimiser les infrastructures	Les relations constructives et des partenariats avec des fournisseurs ou parties intéressées sensibles aux exigences de protection de l'environnement et de développement durable ne sont pas établies	Approvisionnement
Economiser les ressources naturelles et protéger l'environnement	Les modes de présentation de bilan d'exercice prenant en compte les coûts masqués identifiés et estimés, ne sont pas conçues	Management
Optimiser la gestion des ressources financières		
C - Processus management de la réalisation du produit	Les méthodes de mesure de la création de valeur des processus de l'organisme ne sont pas conçues ni mises en œuvre	Management
Maîtriser et optimiser les activités d'achat	La complexité des tâches, la compétence du personnel, les risques encourus qui devraient être déterminés afin de définir le niveau de formalisme des documents nécessaires à la réalisation du produit ne sont pas réalisés.	Ressources Humaines
Maîtriser et améliorer les dispositifs de mesure et	Les moyens de prévenir les erreurs le plus en amont possible pour réduire la	Management

surveillance	nécessité de maîtriser les dispositifs de mesure et de surveillance en vérification des éléments de sorties des processus ne sont pas étudiés	
D - Processus mesures, analyse et amélioration des performances Maîtriser les activités de mesure, d'analyse et d'amélioration des caractéristiques et performances du système, des processus et des produits	Les audits sont prévus pour vérifier seulement l'aspect de conformité mais n'est pas pour vérifier l'efficacité du système (la cohérence)	Management
	Les relations entre les performances de chaque processus clé et la satisfaction équitable des besoins et attentes des clients et autres parties intéressées ne sont pas établies	Management
	Surveiller et mesurer les performances des processus	Management
Autodiagnostic de pilotage de la performance par les 4S		
Domaine	Ecart observé	Processus
B-Organiser le suivi Déployer le suivi Exploiter les résultats de suivi	Prévoir avec le personnel des alternatives aux risques potentiels	Management
	Informé le personnel sur l'état d'avancement des activités	
	Mettre en œuvre les actions correctives éventuelles avec le personnel	

Suite à cet autodiagnostic et aux réunions entamées avec l'équipe qualité, nous avons décidé de travailler sur la détermination de la valeur ajoutée (VA) et la non-valeur ajoutée (NVA) des processus. Identifier la VA et la NVA présente la base de l'intégration de la démarche Lean au sein du système Qualité de SOTUVER. L'analyse de la valeur sera faite sur le processus de production car c'est là qu'on a le taux le plus élevé de la création de valeur ajoutée vis-à-vis du client et sur lesquels il est nécessaire d'optimiser les coûts.

Des observations ont été réalisées au niveau de cinq lignes de production afin de déterminer visuellement les dysfonctionnements existants. Après, un chantier Value Stream mapping (VSM) a été appliqué pour obtenir une vision simple et claire sur ce processus.

L'analyse VSM débouche généralement sur un plan d'action qui donne rapidement des résultats. Le plan d'action s'articule sur l'application d'un chantier d'amélioration continue pour chasser aux gaspillages identifiés par le VSM.

3.2. La problématique posée

Afin de cerner la problématique, et de cadrer le problème de manière plus explicite, un QQQQCP a été réalisé (**tableau 6**).

Tableau 6 : Outil QQQQCP

Données d'entrée : Value Stream Mapping (VSM)	
Qui ?	Qui est concerné par le problème ? SOTUVER Qui est chargé de la mission ? La stagiaire, le responsable QHSEEN et le responsable d'amélioration continue.
Quoi ?	Quel est le problème ? Amélioration du processus de fabrication
Où ?	Où apparaît le problème ? Ligne de production Laboratoire de contrôle qualité
Quand ?	Quand apparaît le problème ? Lors de la production
Comment ?	Comment apparaît le problème ? Mudas : (rebuts et encours) Comment résoudre le problème ? Mise en place de chantiers d'amélioration Comment mesurer le problème ? Réalisation de Value Stream Mapping (VSM)
Pourquoi ?	Pourquoi résoudre le problème ? Chasser au gaspillages
Données de sortie : Value Stream Design (VSD)	

3.3. Planification

3.3.1. Planning du projet

Tableau 7 : Planning préliminaire du projet

Actions proposées	Etapes	Outils à utiliser	Responsable	Date de réalisation
Réaliser un diagnostic de l'existant	-Réaliser un diagnostic approfondi des enjeux internes et externes de l'entreprise.	-SWOT -Brainstorming	-Mehdi ZRIBI (Responsable QHSEEN)	18/02/2019
	-Réaliser un autodiagnostic du système de management de la qualité et sa synergie avec le lean management ainsi que du niveau d'application de bonnes pratiques de management et de pilotage de la performance.	-Grilles d'autodiagnostic : <ul style="list-style-type: none"> • Autodiagnostic Lean management- Qualité selon FDX-50-819 • Autodiagnostic des bonnes pratiques de management • Autodiagnostic de pilotage de la performance par les 4S 		
Identifier la problématique	-Discuter les écarts dégagés de l'étude de l'existant. -Observation de terrain	-QQOQCP -Brainstorming -Discussion avec les responsables de production	-Mehdi ZRIBI -Ala AMARA (Responsable amélioration continue)	27/02/2019
Etablir une cartographie actuelle de la chaîne de valeur de la ligne de	-Collecte des informations de base -Description de flux des matériels -Calcul du temps de cycle, nombre d'opérateurs,	-Observation tout au long de la ligne de production -Discussion avec les responsables et les opérateurs de deux bouts (chaud et froid)	-Ala BEN AMARA -Ilyes Ben HAMMOUDA (Responsable bout froid)	04/03/2019

production	temps de rendement synthétique (TRS), taux de rebut -Calcul du temps de rotation et durée du flux de création de valeur ajoutée	-Réunions avec le bureau d'étude -Chronométrage	-Omar LARIFI (Responsable bout chaut)	
Identifier les améliorations (Éliminer les MUDA)	-Identifier les chantiers lean à réaliser pour : *Éliminer les Mudats tout au long de la ligne de production *Assurer un environnement de travail adéquat	-Brainstorming basé sur le résultat du VSM.	Ala Ben AMARA	14/03/2019
Mise en place de chantier d'amélioration Continue Kaizen	-Application du chantier SMED sur la machine de formage et la machine de contrôle M. -Application du chantier 5S sur le palettiseur et le laboratoire du contrôle qualité.	-Chronométrage -Prise de vidéos	Ala Ben AMARA	18/03/2019 24/05/2019 (Les chantiers vont se démarrés en parallèle)
Mise en place de chantier Kaikaku	-Changement radical : passage d'une formation manuelle de bacs à une formeuse automatique. -Éliminer l'excès de tâches physiques de l'opérateur (Muri).	-Benchmarking -Analyse fonctionnelle des besoins	Equipe de management de la qualité et équipe de la maintenance	01/05/2019
Concevoir la carte des flux futurs et Mener les actions d'amélioration pour obtenir la vision	-Définir une vision représentant les flux de matériel et d'information répondant aux besoins du client -Mise en œuvre des plans d'actions nécessaires	-VSD -Fiche de suggestions	Ala BEN AMARA	27/05/2019

Chapitre 2 :

Le déroulement du stage : Mise en place des chantiers Lean d'amélioration

Chapitre 2 : Le déroulement du stage : Mise en place des chantiers Lean d'amélioration

1. La value stream mapping : un outil de représentation des procédés et de réflexion pour l'amélioration Lean

Dans ce chapitre, nous allons présenter une cartographie de l'état actuel à l'aide de la méthode VSM en se référant sur plusieurs paramètres notamment, le temps de cycle (Tc), le temps de changement (Tch), le Taux de rendement synthétique (TRS), le temps de traversé (lead time), ect. Cet outil du lean manufacturing présentera la première étape de la réorganisation de la chaîne de production et qui permettra par la suite de réfléchir à des nouvelles organisations réduisant les gaspillages (Mudas) à savoir la surproduction, le surcontrôle, le temps d'attente, les rebuts les stocks, les déplacements et les mouvements inutiles.

1.1. Réalisation de Value Stream Mapping (VSM)

1.1.1. Définition

Le VSM acronyme de "Value Stream Mapping" ou la cartographie de chaîne de valeur permet d'avoir un portrait détaillé d'un processus en cartographiant visuellement le flux des matériaux et de l'information commençant par la matière première jusqu'au produit fini pour une amélioration de la performance des processus (Ray, 2003; David, 2004; Kamma, 2010).

Le VSM se déploie et repose sur 3 phases bien distinctes : (i) Cartographier l'existant et établir un état actuel, (ii) Définir un état futur et se projeter vers un processus optimisé après avoir identifié les opportunités d'amélioration, et finalement (iii) Construire un plan d'action permettant de passer de l'état actuel à l'état futur.

1.1.2. Démarche de réalisation VSM/VSD

Une fois le VSM est schématisé et les étapes qui dégagent de la valeur ajoutée sont isolées de celles qui n'en dégagent pas, un VSD ou « Value Stream Design » peut être identifié.

✚ Le processus VSM/VSD repose sur 3 grandes phases présentées dans la **figure 10**.

L'étape cruciale de la construction du VSM repose sur l'identification d'une seule famille ou produit. Le VSM réalisé dans ce travail se focalise sur la famille d'articles **ronds**. En fait, SOTUVER produit plus que 250 articles devisés en deux familles : (i) famille d'articles ronds et (ii) famille d'articles de forme. L'article long neck 25cl Heineken appartenant à la famille d'articles ronds a été choisi comme article modèle, vu que c'est l'article phare de l'année, et la SOTUVER a été nouvellement homologuée par ce client qui devient de plus en plus exigeant.

De ce fait, notre VSM se focalise sur cet article. Une fois l'article sur lequel on va travailler a été identifié nous avons enchainé le travail avec **la première phase** de la démarche VSM/VSD qui repose sur l'étude et la compréhension de la situation actuelle et l'organisation de l'usine en suivant le long des flux et ses sous étapes ont été effectuées :

- Collecte des informations, données du client (volume, fréquence des commandes, ...);
- Description de flux des matériels, du magasin avant expédition au magasin réception des matières premières et le traçage de la carte à la main en utilisant des symboles standards,
- Calcul du temps de cycle, nombre d'opérateurs, temps de rendement synthétique (TRS), taux de rebut ...;
- Description des flux d'informations, y compris ceux des fournisseurs et Clients (planification, plan de production, ...);
- Calcul du temps de rotation et durée du flux de création de valeur ajoutée.

La conception de la carte des flux actuels nous a permis de concevoir la carte des flux futurs ou VSD (**phase 2**) répondant aux besoins du client et ça par l'identification et le reportage de toutes sources de gaspillages, MUDA, et la proposition des idées d'amélioration. Finalement nous avons mené les actions d'améliorations pour obtenir la vision (**phase 3**) en se basant sur 7 piliers :

Identifier les futurs chantiers,

- Donner des priorités aux chantiers et créer le planning ;
- Identifier les animateurs de chantiers et les participants ;
- Définir des ressources ;
- Démarrer un PDCA ;
- Conduire les réunions de suivi sur les lieux d'amélioration (GEMBA).

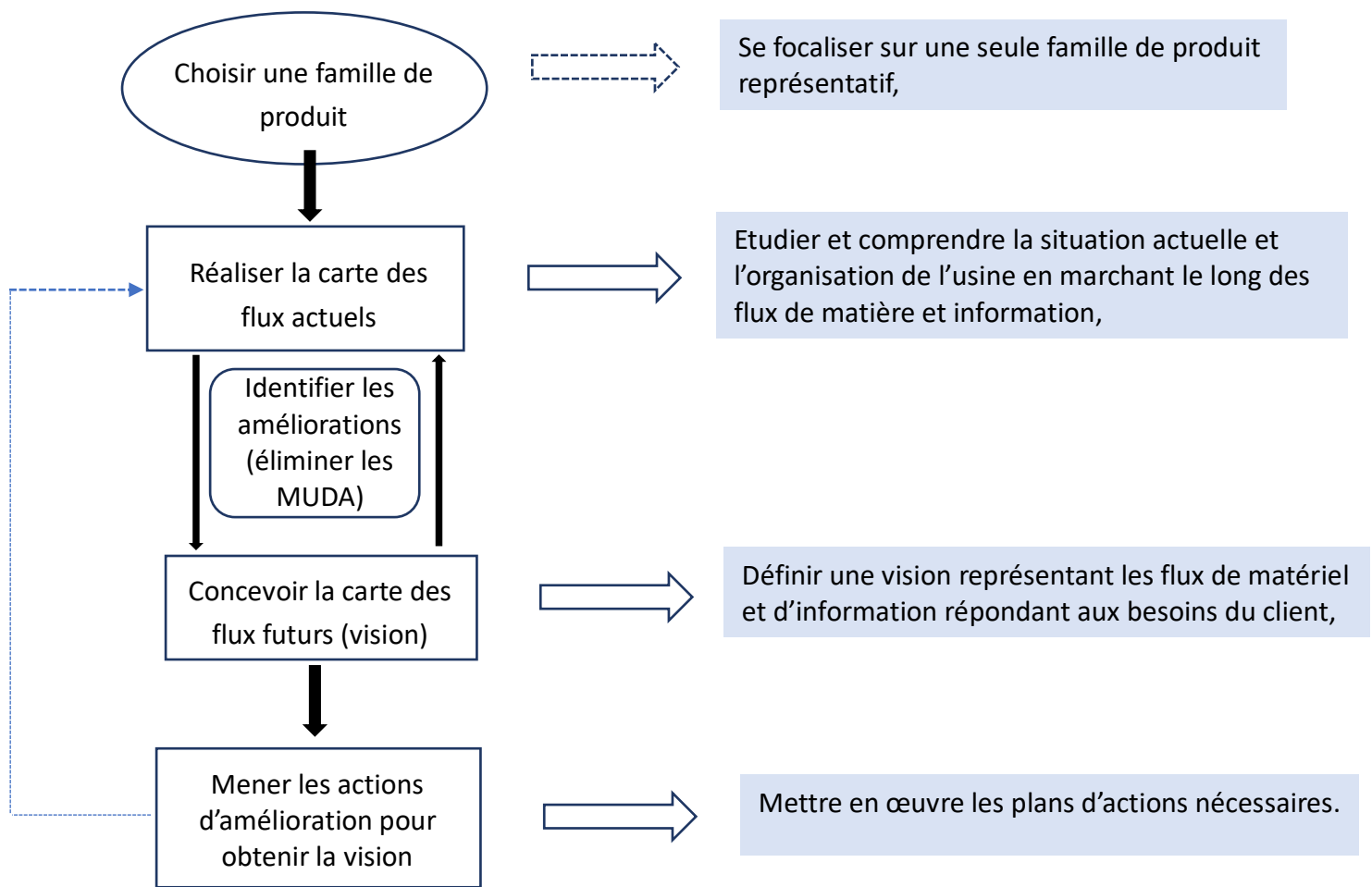


Figure 10 : Démarche VSM/VSD

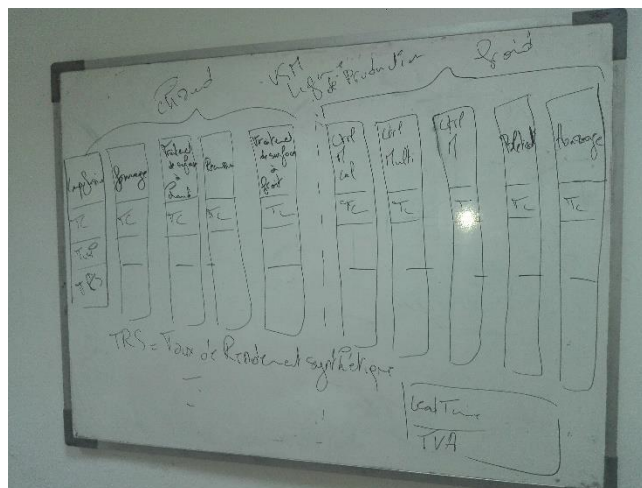


Figure 11 : Réflexion préliminaire sur le VSM à construire

1.2. Mise en œuvre des piliers d'amélioration : Kaizen et Kaikaku

L'amélioration est une méthodologie basée sur deux approches. (i) l'amélioration continue ou Kaizen et (ii) le changement radical ou Kaikaku. Ces deux philosophies sont utilisées dans l'amélioration des processus pour une finalité commune à toutes les entreprises définie par la satisfaction des attentes et des exigences des clients. Bien que chaque méthode puisse être appliquée à part, une complémentarité de ces deux approches a été montrée par plusieurs travaux. La figure ci-dessous montre la complémentarité entre les deux méthodes kaizen et kaikaku pour une démarche d'amélioration plus performante.

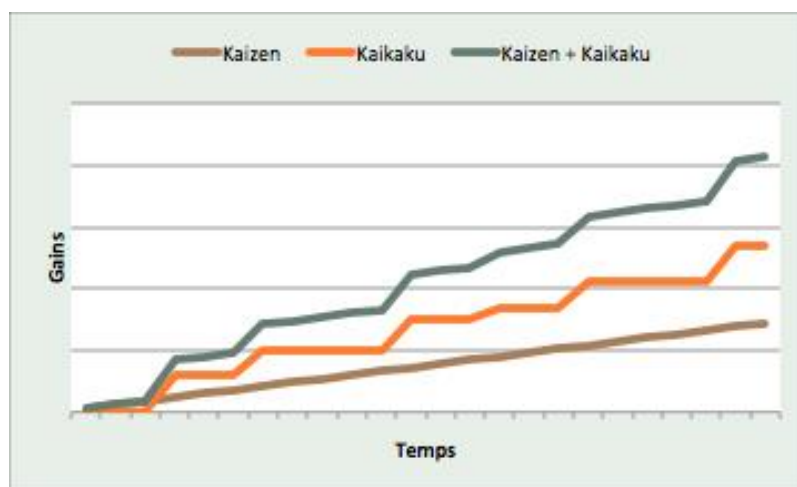


Figure 12 : Complémentarité entre les approches Kaizen et Kaikaku

Dans ce présent travail, le chantier Kaizen et le chantier Kaikaku ont été utilisés pour améliorer le processus de production dans la société tunisienne de verrerie « SOTUVER ».

1.2.1 Le chantier Kaizen

Le Kaizen est une stratégie qui se traduit par une démarche incrémentale, structurée et fondée sur l'implication de tous les acteurs de l'organisation concernés par les changements à réaliser, il nécessite un management de type « *Bottom up* ».

L'objectif de ce chantier est d'améliorer l'exécution actuelle des tâches pour rendre le travail moins fatiguant, plus efficace en termes de qualité et productivité et plus sécuritaire. L'état d'esprit KAIZEN repose sur les deux principes, (i) les pertes sont des bénéfices potentiels, (ii) et tout problème est une source de progrès.

Elle s'appuie sur des petites améliorations faites jour après jour, mais constamment, c'est une démarche graduelle et douce, à petits pas et utilisant le bon sens commun.

Elle consiste également à éliminer dans la limite du possible toutes les activités sans valeur ajoutée (MUDA en japonais).

Démarche du chantier Kaizen :

Le chantier Kaizen réalisé au cours de ce travail vise à augmenter le chiffre d'affaires local et export, améliorer les rendements de production et réduction du taux de déchets, et réduire les coûts de production. La mise en place de ce chantier repose sur **7 étapes** présentées dans la figure ci-dessous :

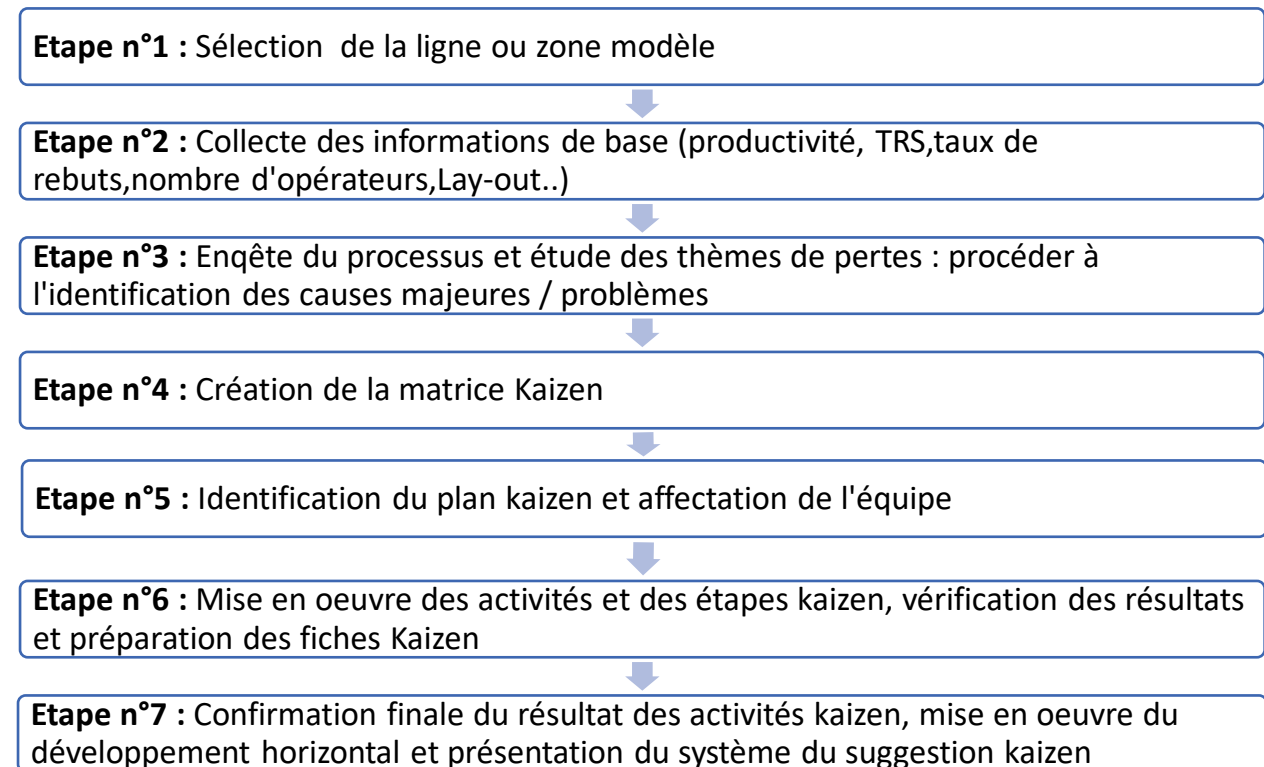


Figure 13 : Démarche Kaizen

Etape n°1 : Sélection des lignes ou zones modèles

Suite aux réunions et aux visites des ateliers et des laboratoires, les zones suivantes sont retenues comme zones modèles :

- **Ligne de production :**

La Sotuver renferme 5 lignes de production identiques dont 3 sont liées au four 1 et 2 liées au four 2. Chaque ligne est composée de 2 bouts : chaud et froid. La machine de formage des bouteilles IS (*Individual Section*) au bout chaud et la machine de contrôle d'inspection à lumière infrarouge (M) ainsi que le palettiseur au bout froid ont été sélectionnées vu qu'elles demandent le temps du changement le plus long.

Les descriptions de la machine de formage des bouteilles, la machine de contrôle d'inspection à lumière infrarouge (M) ainsi que le palettiseur sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 8 : Descriptif de machines IS, M et palettiseur

Machine de formage des bouteilles (IS)	Machine de contrôle d'inspection à lumière infrarouge (M)	Palettiseur semi-automatique
<p>L'unité de base de toutes les machines I.S est la section, chaque section peut être considérée comme une machine de production complète, et indépendante. La section est contrôlée indépendamment par un bloc de valves électropneumatiques. La machine IS utilisée dans la SOTUVER est composée de 10 sections.</p>	<p>La machine de contrôle d'inspection à lumière infrarouge (M) permet de procéder au bout froid à de nombreux contrôles sur des articles de verre creux (bouteilles, pots etc.....) à savoir le calibrage et la planéité.</p>	<p>Permet de transférer des couches de bouteilles en verre de la ligne de production vers une palette en limitant la fatigue musculaire de l'opérateur tout en assurant une cadence importante.</p>
 	 	 

- **Laboratoire du contrôle qualité :**

Afin d'assurer la qualité de ces produits, et en plus de tous les contrôles qualité effectués sur la ligne de production, la SOTUVER a un service nommé « Laboratoire contrôle qualité » dont lequel s'effectue les contrôles des matières premières et des produits finis. L'humidité et la granulométrie des matières premières sont contrôlées lors de chaque arrivage. Tandis que, le contrôle des produits finis se fait par échantillonnage selon un plan de contrôle prédéfini pour chaque article.

Etape n°2 : Collecte des informations de base

Généralement les formes de pertes ou gaspillages dans la ligne de production sont cachées. De ce fait, la cartographie des flux décrite auparavant a été réalisée pour avoir une vue d'ensemble sur le processus de production.

Concernant le laboratoire de contrôle qualité, l'observation sur place et la discussion entamée avec les membres du laboratoire nous ont permis d'identifier les dysfonctionnements.

Etape n°3 : Enquête du processus et étude des thèmes de pertes

La cartographie par VSM ainsi que les visites terrain menées au niveau des zones modèles suivies de discussions avec les opérateurs ont permis de relever les thèmes de pertes suivants :

Tableau 9 : Enquête du processus

Ligne de production		Laboratoire du contrôle qualité
Bout chaud	Bout froid	Espace de travail
<p>Machine de formage bouteilles :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Temps de changement de série -Hauteur des chariots et mouvements d'opérateurs -Lay out des chariots lors du changement 	<p>Machine de contrôle M:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Temps de changement de série -Lay out des chariots lors du changement <p>Palettiseur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les boudins renfermant cinq références ne sont pas triés ni bien arrangés. 	<ul style="list-style-type: none"> -Les équipements de contrôle ne sont pas identifiés -L'espace de travail est sale (sol et murs) -La vitrine des défauts n'est pas identifiée - Les différents déchets du laboratoire y compris les produits chimiques et dangereux, les déchets banals, les déchets verre, les déchets plastique et carton sont jeter dans la même poubelle. - Les fiches de contrôle, de nettoyage et le suivi des réalisations ne sont pas affichées.

Etape n°4 : Création de la Matrice Kaizen

Tableau 10 : La matrice Kaizen

	Valeurs actuelles / Etats	Valeurs cibles / Etats	Actions
Machine de formage bouteilles :	111 min	90 min	<ul style="list-style-type: none"> - SMED - Emplacement des chariots - Instruction de changement - Hauteur du chariot
Machine M :	188 min	151 min	<ul style="list-style-type: none"> - SMED - Instruction de changement - Achat d'équipements manquants (servante de travail, visseuse, aspirateur, support pour mettre les bouteilles de référence)
Palettiseur :	Encombrement des pièces Temps de recherche d'articles assez important Conditions de travail pénibles	Gagner en : <ul style="list-style-type: none"> - Espace - Temps de recherche d'articles - Conditions de travail 	5S <ul style="list-style-type: none"> -Tri et identification des pièces défectueuses. -Regrouper les pièces selon leurs références.
Laboratoire du contrôle qualité	Espace de travail inadéquat Conditions de travail pénibles	Gagner en : <ul style="list-style-type: none"> - Espace - Temps de recherche d'articles - Conditions de travail 	<ul style="list-style-type: none"> - Réaménagement du laboratoire en appliquant le chantier 5s.

Etape 5 : Identification du plan Kaizen et affectation de l'équipe Kaizen

Afin de mieux visualiser le changement de série, les opérations de changement ont été filmées. Ainsi, dans le but de la réduction du temps de changement, nous avons commencé par l'analyse des temps de changement de l'année 2018 (fréquence, article, type de changement, temps ...).

Après cette analyse, nous avons décidé de choisir comme type pilote de machine de fromage, le type de changement le plus fréquent (30%) qui est un changement 3,5

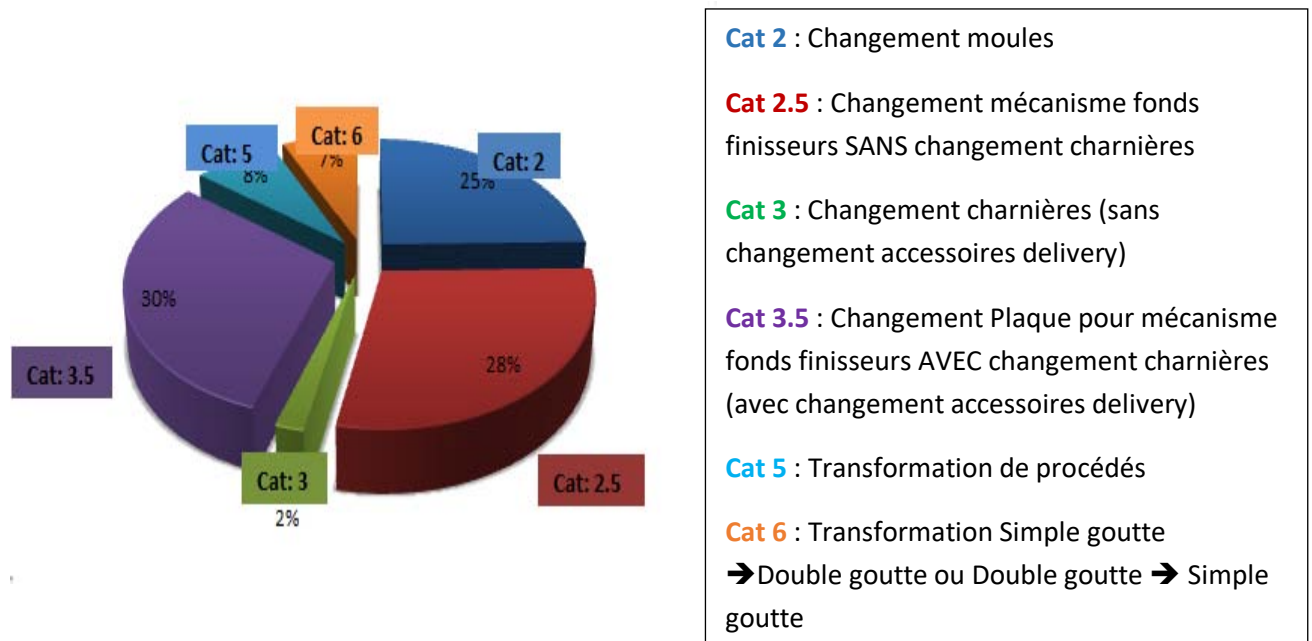


Figure 14 : Fréquence de changement de la Machine de fromage pour l'année 2018

Concernant le type pilote de machine de contrôle M, un chronométrage de différents types de changement a été réalisé (**Tableau 11**) et nous avons choisi le changement d'un article rond à un article de forme, comme c'est le changement qui demande le temps le plus long.

Tableau 11 : Chronométrage de différents types de changement de la machine M

Type de changement	Temps (h : m : s)
Article rond → Article rond	00 : 40 : 00
Article de forme → Article de forme	00 : 30 : 00
Article rond → Article de forme	02 : 30 : 00
Article de forme → Article rond	02 : 20 : 00

Cette démarche nous a permis de décrire avec précision l'ordre des opérations, le temps requis, le nombre d'opérateurs impliqués ainsi que les formes de gaspillages pour chaque opération. En ce qui concerne les équipements de palettiseur (boudins) et le laboratoire de contrôle qualité des photos ont été prises pour visualiser et analyser l'état actuel.

Etape 6 : Mise en œuvre des activités des étapes Kaizen, vérification de leurs résultats et préparation des fiches Kaizen

Sous-étape 1 : Confirmation des thèmes choisis et objectifs

Thème 1 : Perte du temps importante lors du changement de nouveau article.

Objectif : Réduction du temps de changement de 20%.

Thème 2 : Environnement de travail inadéquat

Objectif : Assurer un environnement de travail convenable.

Sous-étape 2 : Investigation et recherche de défauts relatifs aux thèmes

- A ces thèmes, on peut associer plusieurs autres pertes générées :
- Perte de productivité,
- Perte au niveau du rendement de la machine,
- Exploitation inefficace du potentiel des opérateurs,
- Difficulté de répondre aux demandes croissantes du marché.

Sous-étape 3 : Analyse de la situation actuelle

L'analyse de la situation initiale a permis d'identifier les données suivantes :

Tableau 12 : Analyse de la situation initiale

Machine de formage des bouteilles	Machine M	Palettiseur et laboratoire de contrôle qualité
<ul style="list-style-type: none"> - Temps de changement de série : 111 min - Personnel chargé du changement : 7 opérateurs - Distance parcourue par les opérateurs et les chariots - Hauteur des chariots non adaptée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps de changement de série : 188 min - Personnel chargé du chargement : 1 opérateur - Distance parcourue par les opérateurs et les chariots - Chariot non adéquat. 	<ul style="list-style-type: none"> - Equipements non identifiés ni organisés, - Milieu de travail inadéquat.

Sous-étape 4 : Elaboration des contre-mesures et planification des actions

✓ **Utiliser la méthode SMED pour réduire le temps de changement**

- Ordonner les différentes opérations réalisées lors du changement,
- Répartir les opérations en internes et externes,
- Etudier la possibilité d'externaliser certaines opérations internes,
- Réduire la durée des opérations internes.
 - Améliorer l'ergonomie de l'espace de travail : utiliser des chariots adaptés et optimiser le layout,
 - Réduire les distances parcourues et les mouvements inutiles.
- ✓ **Utiliser le chantier 5s** pour trier et réarranger les équipements du palettiser et les équipements de laboratoire du contrôle qualité.

Sous-étape 5 : Mise en œuvre des actions Kaizen

- Un essai avec hauteur adapté des chariots a été réalisé pour améliorer l'ergonomie lors du changement des moules au niveau de la machine de formage au bout chaud,
- Une nouvelle conception d'une servante d'atelier a été proposée au lieu de l'ancien chariot utilisé lors du changement d'équipements de la machine M au bout froid aussi une vesseuse et un aspirateur facilitant les tâches de démontage et nettoyage ont été proposés.
- Une identification et un tri des équipement relatives au palettiseur,
- Un réaménagement du laboratoire de contrôle qualité.

Sous-étape 6 : Confirmation des résultats et standardisation

Dans cette étape, il s'agit de confirmer l'efficacité des résultats et de mettre en place des normes internes et des instructions.

La vérification et la validation finale des résultats devraient être assurées par la réalisation de plusieurs essais.

Pour la standardisation, trois fiches peuvent être utilisées :

- Une fiche d'instruction détaillée décrivant les actions à faire.
- Une fiche de passation qui devrait être remplie par les trois groupe (le matin, l'après-midi et le soir)
- Fiche de nettoyage qui devrait être remplie quotidiennement

Etape 7 : Confirmation finale du résultat des activités Kaizen et mise en œuvre du développement horizontal et présentation du système de suggestion Kaizen

Afin d'instaurer la culture Kaizen au sein l'entreprise, une boite de suggestion a été proposée pour que les opérateurs puissent suggérer des idées d'amélioration qui servent à déceler d'autres thèmes Kaizen.

1.2.2 Le chantier Kaikaku

Définition

KAIKAKU acronyme de « réforme » est un terme qui appartient toujours à l'état d'esprit Japonais (Eponine, Pauchard, 2011 ; Yamamoto, Yuji 2013) se traduit littéralement par la réorganisation, la mise en ligne ou encore l'innovation de rupture. En fait afin d'initier la méthode LEAN, il est important de donner un coup d'impulsion sans simulation, et donner un exemple aussi rapide que visible.

Contrairement au chantier Kaizen qui améliore en continue l'existant, le Kaikaku (Vincent, Bronet, 2006) est fondue sur la rupture avec l'état actuel et se concrétise souvent par des grands investissements technologiques. Tandis que le Kaizen est perçu notamment comme une opportunité, le Kaikaku se révélera le plus souvent comme une nécessité.

Le principe de ce chantier se base sur la réalisation d'un changement radical sur un périmètre délimité où les résultats actuels sont faibles et les gains potentiels importants, dans un temps court (entre 2 semaines et un mois) et avec une équipe pluridisciplinaire. Les facteurs clés de succès d'un chantier Kaikaku sont fondés sur une limite claire du chantier, un recueil de données permettant de connaître l'orientation à donner à savoir l'intérêt du diagnostic rapide, un animateur capable de gérer la tension de l'équipe afin de l'amener à l'objectif.

Pourquoi le Kaikaku

Bien que l'objectif général de l'incrémentation du chantier Kaizen dans la SOTUVER soit d'améliorer en continue la performance afin de garder son positionnement concurrentiel, cette méthode ne peut à elle seule garantir sa compétitivité. Pour y arriver le système de production de cet organisme doit faire preuve d'une capacité à réaliser des améliorations radicales et innovatrices traduites par le chantier Kaikaku.

Démarche de travail

Malgré que la ligne de production e la SOTUVER est automatisée, le sous processus d'emballage composé par la palettisation et le housage présente une étape manuelle qui consiste à former les bacs à carton (plateaux) par pistolet de colle à chaud. Cette tâche critique présente plusieurs impacts négatifs sur la qualité du produit final à savoir le risque de colle sur la sécurité alimentaire, et les tâches laborieuses en termes du temps et d'un excès d'effort physique (Muri) vu que la chaine de production est de grande cadence, et dans ce cas, l'opérateur ne peut pas gérer ce nombre gênant par la méthode manuelle qui peut causer par la suite une imbrication.

De ce fait, une réflexion a été faite sur l'automatisation de la formation de bac. Une équipe pluridisciplinaire composée par le responsable QHSEEN, le responsable d'amélioration continue, le responsable du bout froid, et le chef de section d'emballage a été formée. Un brainstorming a été réalisé pour discuter la faisabilité de passer d'un mode manuel à un autre automatique par la mise en place d'une formeuse automatique plateaux carton.

La réflexion sur la mise en place d'une machine formeuse de bacs à mener à l'identification des points suivants :

- Gain en termes du temps et d'effort physique,
- L'assurance d'une sécurité alimentaire des bouteilles destinées à la consommation alimentaire et qui présente 91% (33 635 CA d'une totalité de 36 721 CA) de la production de SOTUVER ,
- La satisfaction des exigences du client, surtout que nous avons reçu des réclamations par rapport aux bouteilles contaminées par la colle (**figure 15**).
- L'implication de personnel à savoir l'équipe de qualité et l'équipe de maintenance pour le design/choix de la bonne machine.



Figure 15 : Article contaminé réclamé par un client

Ce chantier a duré 1 mois entre la réflexion, le benchmarking, la prise de la décision et le lancement de commande.

2. Conclusion

A la fin de ce chapitre, nous avons pu avoir une visibilité plus claire sur la ligne de production de la SOTUVER grâce au diagnostic fait par le VSM. La détection des gaspillages nous a permis à identifier les chantiers Lean Manufacturing à réaliser pour améliorer le taux de productivité dans cette ligne et par conséquent la productivité globale. Les résultats menés par les chantiers Kaizen et Kaikaku seront présentées dans le chapitre suivant.

Les conditions de travail ont été très adéquates avec une ambiance amicale. Tout le personnel a montré une agilité, une implication et un engagement à l'égard de ce travail. Une aide précieuse ainsi qu'une accessibilité très facile à l'information ont été appréciées.

Chapitre 3 :
Analyse de résultats

Chapitre 3 : Analyse de résultats

Dans ce chapitre nous allons présenter et interpréter les résultats obtenus suite au dépouillement des chantiers Lean Manufacturing.

1. Interprétation des résultats obtenus

1.1. Value stream mapping

Un zoom a été réalisé sur la ligne de production commençant par l'étape de compofusion jusqu'à l'étape de housage. Les données ont été collectées directement sur le terrain à un moment « t ». Les informations essentielles apportées par le VSM notamment le Tc, le Tch, le TRS, le lead time et le temps de valeur ajoutée sont présentées dans la figure ci-dessous.

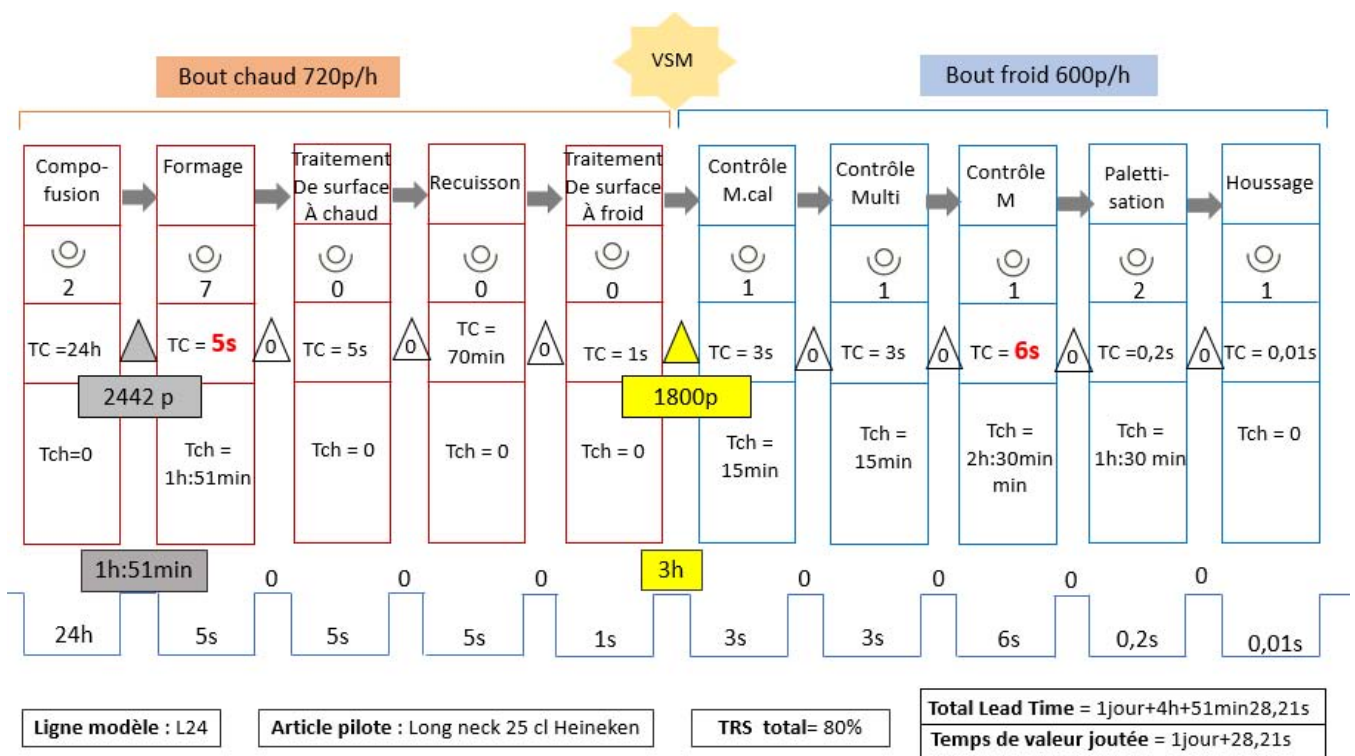


Figure 16 : Value stream mapping

La cartographie de flux a été réalisée sur la ligne 24, où l'article long neck 25cl Heineken a été considéré comme l'article pilote. A un moment « t » un chronométrage a été réalisé pour déterminer le Tc ainsi que le Tch de chaque étape.

Le VSM a été devisé en deux pour mieux visualiser et dégager les types de gaspillages possibles ainsi que les améliorations à faire :

- **Bout chaud** : L'étape entre la compofusion et le formage se fait en 11 coups/min ce ≈ qui donnera 22 pièces/min. Le temps requis pour le changement de série de la machine de formage est 1h.51min (111min) donc on a une perte de **2442** pièces (déchets/rebut) (111×22).
- **Bout froid** :
 - La capacité de production du bout froid est 600 p/h (poste goulot est 6s ce qui donne $3600/6 = 600$ p/h) alors que celle de bout chaud est 720 p/h donc sur le plan théorique on aura une accumulation de 120 p/h (surproduction). Sur le plan pratique et à un moment t nous avons détecté l'accumulation de 1800 p.

La production sur cette ligne se fait en flux continue donc la réduction du temps de changement de série permettra d'augmenter la valeur ajoutée. La machine de formage ainsi que la machine du contrôle M demandent le temps le plus long du changement alors que le changement des machines de contrôle Multi et Mcal et le palettiseur se fait en temps masqué.

Le TRS globale de la ligne est égal à 80% et qui est directement impacté par le taux de disponibilité ou le temps utile. Donc, afin d'améliorer le taux de rendement de la ligne de conditionnement L24, nous allons essayer d'améliorer le taux de disponibilité tout en éliminant les pertes majeures dont l'objectif d'augmenter le TRS jusqu'à atteindre 85%.

Les détails de calcul du TRS sont présentés dans le tableau en dessous.

Tableau 13 : Calcul de taux de rendement synthétique de la ligne 24

Données de Production		L2400		
Quantité produite en Pièce		272 800		
Code Article:		1103100203		
Description Article:		Biere Long Neck 25cl DZ		
Poids:		0,18		
Vitesse de fonctionnement en Boutielle/min		222		
Vitesse théorique en Bouteille/min		222		
Quantité rebutées en Bouteille		46 880		
Temps		Heures	%	
Temps Total (TT)		24h	100	
<i>Temps d'attente</i>		0	0	
Pannes temps masqué		0	0	
Maintenance préventive		0	0	
TOTAL TEMPS MASQUES		0	0	
Temps requis (TR)		24h	100	
Maintenance préventive qui induit un arrêt de production		0	0	
Pannes qui induit un arrêt de production		50min	3	
Préparation et lancement de la machine		0	0	
Rupture d'alimentation des fluides et énergie:(Pannes utilitaires)		0	0	
TOTAL TEMPS D'ARRET		1	3	
Temps de fonctionnement (TF)		23h	97	
Rupture de stock(matière et emballage)		0	0	
Coupure pour raisons de production:		0	0	
	Blocage	0	0	
	Nettoyage	0	0	
	Absentéisme	0	0	
	Accidents	0	0	
Réduction de la vitesse		0	0	
TOTAL PERTES DE CADENCE		0	0	
Temps Net (TN)		23h	97	
PERTES DE QUALITES		4h	15	
Temps Utile (TU)		19h,39	82	
Indicateurs de performance		Objectif	Réalisation	Ecart
Taux d'occupation brut =TR/TT		100,0	100,0	0%
Do	:Disponibilité opérationnelle =TF/TR	97	96,5	0%
Dm	:Disponibilité maintenance =(TR-AM)/TR	96	96,5	1%
P	:Taux de Performance =TN/TF	90	100,0	11%
Q	:Taux de Qualité =TU/TN	80	84,8	6%
TRS	:Taux de rendement synthétique =TU/TR	85	80,0	-5%
TRE	:Taux de rendement économique =TU/TT	70	80,0	10%

⇒ L'analyse de la ligne de production par le VSM nous a permis de dégager deux types de gaspillages (rebuts et surproduction) et de cerner les chantiers Lean à réaliser (SMED et le 5S) afin de chasser aux gaspillages et d'augmenter le TRS globale. Les résultats de ces chantiers sont présentés dans la partie Kaizen et un VSD est présenté à la fin de ce travail présentant le nouvel état obtenu suite aux améliorations effectuées.

1.2. Chantier Kaizen

1.2.1 Chantier SMED : Outil de réduction des durées de changements de formats

En premier lieu une identification des différents changements de série a été réalisée. Par la suite des observations pour repérer les phases et préparer leur chronométrage ont été effectuées. Une fois les étapes de changements ont été chronométrées et filmées, une analyse critique des activités de changement a été réalisée et le séquençement des opérations est comme suit :

A. Machine de formage bouteilles

Tableau 14 : Feuille de relevé pour la méthode SMED appliquée sur la machine de formage bouteilles

Coté	Ordonnement	Actions	Temps chronométrage H :m :s	Type d'actions	Commentaire
FEEDER	1	Changement de l'Orifice	00 :14 :00	Interne	Il faut libérer la machine
Convoyage (Temps masqué)	-	Arrêter la tapis convoyeur	00 :00 :30	Interne	
	-	Arrêter le cross convoyer	00 :00 :30	Interne	
	-	Nettoyage de la roue de transfert	00 :20 :00	Externe	
	-	Changement des doigts de transfert	00 :10 :00	Externe	
	-	Changement de la bras stacker	00 :10 :00	Externe	
Machine de traitement à chaud	-	Arrêter la machine de traitement à chaud	00 :00 :30	Interne	Après le démontage des moules et des charnières
	-	Nettoyage de la	00 :20 :00	Interne	

(Temps masqué)		machine de traitement à chaud			
	0	Nettoyage machine coté ébaucheur	00 :10 :00		Il faut libérer la machine
	S	S désigne les opérations de changement pour 6 sections qui se passent simultanément (1 opérateur assure le changement de deux sections)			
Ebaucheur	E1	Arrêter la section	00 :00 :30	Interne	
	E2	Arrêter la ventilation de refroidissement des moules	00 :00 :30	Interne	
	E3	Démontage du couvercle anti flexion Ebaucheur	00 :02 :00	Interne	
	E3.0	Démontage	00 :01 :00	Interne	
	E3.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
	E4	Démontage des cuvettes	00 :01 :00	Interne	
	E4.0	Démontage	00 :00 :30	Interne	
	E4.1	Transfert	00 :00 :30	Externe	
	E5	Démontage des tampons	00 :02 :00	Interne	
	E5.0	Démontage	00 :01 :00	Interne	
	E5.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
	E6	Démontage des Dees	00 :01 :00	Interne	
	E6.0	Démontage	00 :00 :30	Interne	
	E6.1	Transfert	00 :00 :30	Externe	
	E7	Démontage des poinçons	00 :01 :00	Interne	
	E7.0	Démontage	00 :00 :30	Interne	
	E7.1	Transfert	00 :00 :30	Externe	
	E8	Démontage des charnières	00 :02 :00	Interne	
	E8.0	Démontage	00 :01 :00	Interne	
	E8.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
	E9	Démontage des deux défecteurs	00 :02 :00	Interne	
E9.0	Démontage	00 :01 :00	Interne		
E9.1	Transfert	00 :01 :00	Externe		

E10	Démontage des deux couloirs	00 :02 :00	Interne	
E10.0	Démontage	01 :06 :00	Interne	
E10.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
E11	Montage charnière	00 :02 :00	Interne	
E11.0	Montage	00 :01 :00	Interne	
E11.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
E12	Montage convercle anti flexion	00 :02 :00	Interne	
E12.0	Montage	00 :01 :00	Interne	
E12.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
E13	Réglage inversion (réglage niveau bras moule de bague par rapport des charnières)	00 :03 :00	Interne	
E14	Réglage niveau cylindre poinçon	00 :01 :00	Interne	
E15	Montage des dees	00 :01 :00	Interne	
E15.0	Montage	00 :00 :30	Interne	
E15.1	Transfert	00 :00 :30	Externe	
E16	Montage des poinçons	00 :01 :00	Interne	
E16.0	Montage	00 :00 :30	Interne	
E16.1	Transfert	00 :00 :30	Externe	
E17	Montage des cuvettes	00 :01 :00	Interne	
E17.0	Montage	00 :00 :30	Interne	
E17.1	Transfert	00 :00 :30	Externe	
E18	Montage des tampons	00 :01 :00	Interne	
E18.0	Montage	00 :00 :30	Interne	
E18.1	Transfert	00 :00 :30	Externe	
E19	Réglage du niveau des bras de compression	00 :02 :00	Interne	
E20	Réglage du niveau des bras cuvettes	00 :02 :00	Interne	
E21	Montage des couloirs	00 :02 :00	Interne	
E21.0	Montage	00 :01 :00	Interne	

	E21.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
	E22	Montage des déflecteurs	00 :02 :00	Interne	
	E22.0	Montage	00 :01 :00	Interne	
	E22.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
	E23	Montage des moules Ebaucheurs	00 :02 :00	Interne	
	E23.0	Montage	00 :01 :00	Interne	
	E23.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
	E24	Démarrage de la section	00 :00 :20	Interne	
			00 :33 :20		
Finisseur	M0	Nettoyage machine coté finisseur	00 :10 :00		Il faut libérer la machine
	M1	Démontage des moules	00 :02 :00	Interne	Démontage et transfert des parties démontées par le même opérateur
	M1.0	Démontage	00 :01 :00	Interne	
	M1.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
	M2	Démontage des cloches de soufflage	00 :02 :00	Interne	
	M2.0	Démontage	00 :01 :00	Interne	
	M2.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
	M3	Démontage des Moules de bagues	00 :01 :00	Interne	
	M3.0	Démontage	00 :00 :30	Interne	
	M3.1	Transfert	00 :00 :30	Externe	
	M4	Démontage des bras Take out	00 :02 :00	Interne	
	M4.0	Démontage	00 :01 :00	Interne	
	M4.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
	M5	Montage des cloches de soufflage	00 :01 :00	Interne	
	M5.0	Montage	00 :00 :30	Interne	
	M5.1	Transfert	00 :00 :30	Externe	
	M6	Montage des moules Finisseurs	00 :02 :00	Interne	

M6.0	Montage	00 :01 :00	Interne	
M6.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
M7	Réglage Inversion coté Finisseurs (réglage du niveau des bras moules de bagues)	00 :03 :00	Interne	
M8	Réglage niveau des bras de soufflage	00 :02 :00	Interne	
M9	Montage des moules de bagues	00 :01 :00	Interne	
M9.0	Montage	00 :00 :30	Interne	
M9.1	Transfert	00 :00 :30	Externe	
M10	Montage des fonds Finisseurs	00 :02 :00	Interne	
M10.0	Montage	00 :01 :00	Interne	
M10.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
M11	Réglage niveau du fond Finisseur	00 :02 :00	Interne	
M12	Montage des Bras porte pince Take out	00 :02 :00	Interne	
M12.0	Montage	00 :01 :00	Interne	
M12.1	Transfert	00 :01 :00	Externe	
M13	Réglage niveau des bras porte pince Take out	00 :02 :00	Interne	
M14	Réglage de dégageurs	00 :01 :00	Interne	
M15	Démarrage section	00 :00 :20	Interne	
		00 :25 :20		
<p>Une fois le changement de 6 premières sections a été réalisé, 2 opérateurs enchainement avec le changement de 4 sections restantes pendant une durée de 00 : 37 : 20.</p>				

- ⇒ **Le temps total de changement de série de la machine de formage est 111 min.**
- ⇒ **Notre objectif est de diminuer le temps de changement de 20% de ce fait un plan d'action a été mis et le résultat est présenté ci-dessous :**

Action 1 : Emplacement des chariots lors du changement :

Les observations ainsi que les inspections des vidéos enregistrés ont montré que :

- L'opération de montage/démontage de chaque pièce demande 2 opérateurs : un sur la machine pour le montage sur le convoyeur de la machine et un autre pour le transfert de l'accessoire du convoyeur au chariot comme le montre les **figures (17&18)** :



Figure 17 : Emplacement d'opérateurs

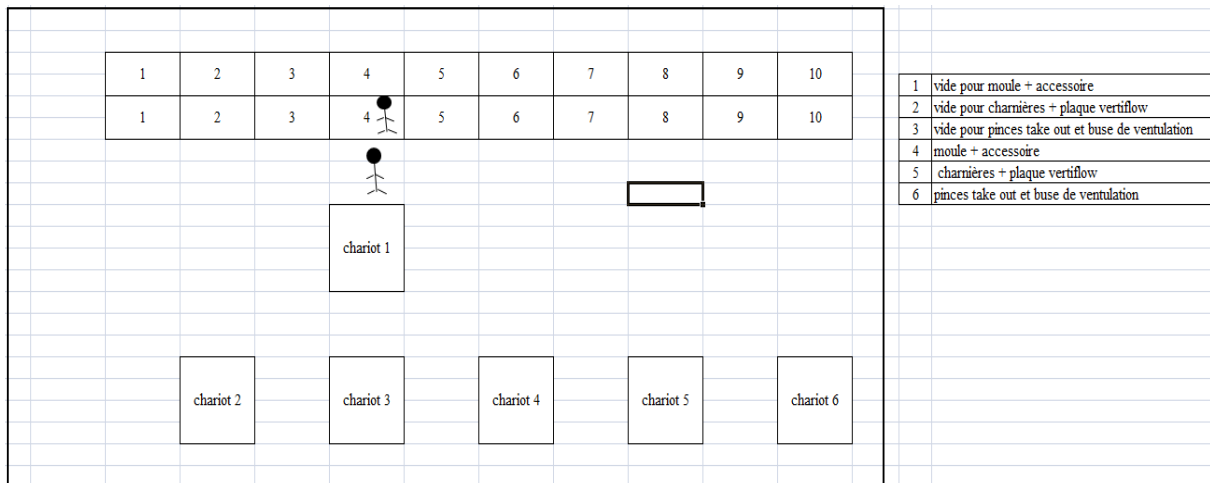


Figure 18 : Ancien emplacement du chariot

- Une simple réflexion sur l'emplacement du chariot qui devrait être juste à côté du convoyeur de la machine IS nous a permis de gagner de l'espace, de diminuer le nombre d'opérateurs et le trajet ainsi que le temps du transfert
- ⇒ **Cette action nous a permis de diminuer le temps de changement de 10%.**

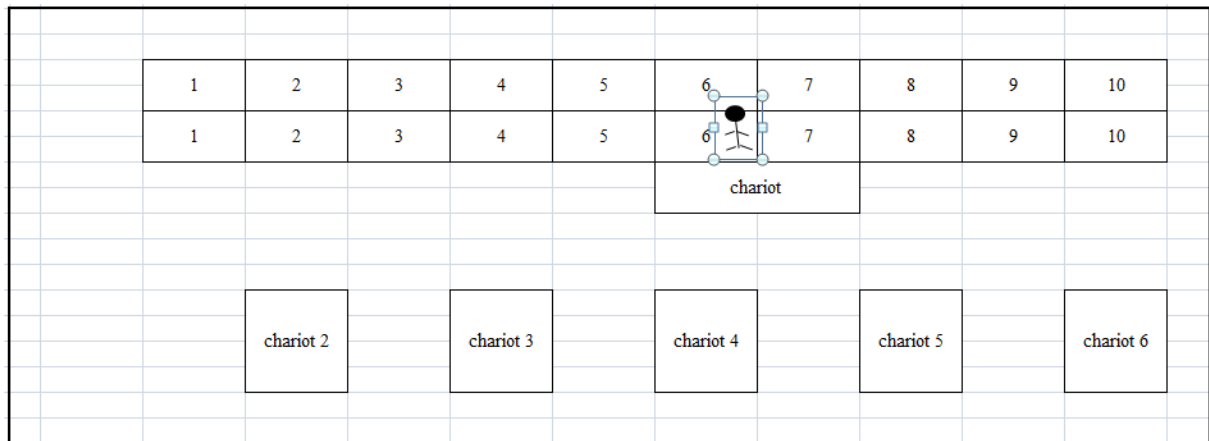


Figure 19 : Nouvel emplacement du chariot

Action 2 : Modification des hauteurs des chariots

L'opération du montage/démontage des accessoires nécessite un effort physique important qui pose un risque ergonomique.



Figure 20 : Positionnement d'opérateur lors du changement

Afin de minimiser les mouvements de l'opérateur nous avons opté pour :

- L'augmentation de la hauteur des chariots de 20 cm pour minimiser le temps pendant lequel l'opérateur est penché.

- La modification de la surface supérieure du chariot par une surface lisse pour faciliter le glissement des accessoires du dessus et minimiser l'effort physique de l'opérateur.

⇒ **Cette action nous a permis de diminuer le temps du changement de 10%.**



Figure 21 : Chariot modifié

Action 3 : Remplacement du chariot classique par un autre élévateur réglable en hauteur

⇒ Cette action est planifiée mais n'est pas réalisée faute du budget disponible. Le gain escompté de la mise en place de cette action est environ 30%.

- ✓ **En conclusion le test préliminaire du chantier SMED effectué sur la machine de formage nous a permis d'atteindre notre objectif escompté en diminuant le temps du changement de série de 20%, notamment de 111 min à 90 min**

Action 4: Fiche de passation du bout chaud

⇒ Pour rendre le contrôle de machines une tâche standard, une fiche de passation a été proposée (**Annexe 4**)

B. Machine de contrôle M

Tableau 15: Feuille de relevé pour la méthode SMED appliquée sur la machine de contrôle M

N°	Tâche/Opération	Type d'action	Nombre de pièce à changer	Temps chronométrage H :m :s	Temps optimisé H :m :s
Démontage d'équipements d'un article rond					
1	Etoile corps	Interne	1 (7vis)	00 :04 :00	00 :02 :00
2	Etoile col	Interne	1 (7vis)	00 :04 :00	00 :02 :00
3	Sabres	Interne	2 (4vis)	00 :02 :00	00 :01 :00
4	Vis d'introduction	Interne	1	00 :02 :00	00 :02 :00
5	Calibre débouchage	Interne	1	00 :02 :00	00 :02 :00
6	Calibre extérieur	Interne	1	00 :02 :00	00 :02 :00
7	Extracteur acier débouchage	Interne	1	00 :02 :00	00 :02 :00
8	Tête planéité	Interne	1	00 :03 :00	00 :03 :00
9	Secteur entrée col	Interne	1	00 :02 :00	00 :02 :00
10	Présence article	Interne	1	00 :02 :00	00 :02 :00
11	Secteur entrée corps	Interne	1	00 :02 :00	00 :02 :00
12	Secteur guide corps	Interne	2	00 :02 :00	00 :02 :00
13	Tiges galet rotation d'article	Interne	3	00 :4 :00	00 :4 :00
14	Mécanisme sortie par tambour	Interne	1	00 :04 :00	00 :04 :00
15	Nettoyage machine avec air	Externe	1	00 :10 :00	00 :4 :00
	Temps de démontage			00 :47 :00	00 :36 :00
Montage d'équipements d'article de forme					

16	Chargement du nouvel article	Interne	1	00 :02 :00	00 :02 :00
17	Etoiles corps	Interne	2(14 vis)	00 :10 :00	00 :05 :00
18	Etoile col	Interne	1 (7vis)	00 :05 :00	00 :02 :00
19	Vis d'introduction	Interne	1	00 :01:00	00 :01:00
20	Sabres	Interne	2(4vis)	00 :02:00	00 :01:00
21	Moteur brosse	Interne	1	00 :02:00	00 :02:00
22	Secteur entrée corps	Interne	1	00 :02:00	00 :02:00
23	Secteur entrée col	Interne	1	00 :02:00	00 :02:00
24	Présence d'article	Interne	1	00 :02:00	00 :02:00
25	Tête planéité	Interne	1	00 :03:00	00 :03:00
26	Secteurs guide col	Interne	2	00 :03:00	00 :03:00
27	Tiges galet rotation d'article	Interne	3	00 :03:00	00 :03:00
28	Extracteur acier débouchage	Interne	1	00 :02:00	00 :02:00
29	Calibre débouchage	Interne	1	00 :01:00	00 :01:00
30	Calibre extérieur	Interne	1	00 :01:00	00 :01:00
	Temps de montage	Interne	1	00 :41 :00	00 :32:00
Réglage mécanique d'équipements montés					
31	Position étoiles corps et col	Interne	3	00 :03:00	00 :03:00
32	Secteur entrée corps et col	Interne	1	00 :02:00	00 :02:00
33	Position présence article	Interne	1	00 :02:00	00 :02:00
34	Entrée vis	Interne	1	00 :03:00	00 :03:00
35	Tête débouchage	Interne	1	00 :03:00	00 :03:00
36	Tête planéité	Interne	1	00 :03:00	00 :03:00

37	Position secteurs guide col	Interne	2	00 :03:00	00 :03:00
38	Position galets rotation article	Interne	3	00 :03:00	00 :03:00
39	Sortie article (moteur brosse) +sabres	Interne	1	00 :10:00	00 :10:00
	Temps de réglage mécaniques			00 :32 :00	00 :32 :00
Réglage de défauts					
40	Fissure bague	Interne	1 capteur	00 :05:00	00 :03:00
41	Glaçure fond	Interne	2 capteurs	00 :05:00	00 :03:00
42	Glaçure filet	Interne	1 capteur	00 :05:00	00 :03:00
43	Glaçure sous bague	Interne	3 capteurs	00 :15:00	00 :11:00
	Temps de réglage défaut			00 :30 :00	00 :20 :00
	Temps total d'un changement			02 :30 :00	02 :00:00

Action 1 : Externaliser la tâche de nettoyage

Cette opération peut se faire juste avant le changement même si les résidus de verres ne peuvent pas être éliminer complètement mais ça nous a fait **gagner 06 min.**

Action 2 : Utilisation d'une visseuse

Le changement de série de la machine M nécessite le montage et le démontage de 43 vis. **Chaque vis demande environ 40s et donc le montage/démontage de 43 vis nécessite environ 29 min qui ont été réduits à 14 min.**



Figure 22 : Opération de montage/démontage de vis manuellement et par la visseuse

Action 3 : Mise en place d'un support des bouteilles de référence

Les bouteilles de référence sont utilisées pour faire les réglages de défauts (fissure bague, glaçure fond, glaçure filet...). Un support a été mis en place tout en identifiant le type de défaut. Ceci nous a permis d'éviter le mouvement inutile d'opérateur pour récupérer la bouteille placée juste en bas du chariot et d'éliminer le risque d'oublier la bouteille de référence et donc le temps du trajet parcourus pour la récupération.

⇒ **Cette action nous a permis de gagner 5 min du temps total de réglage des défauts et de verrouiller l'erreur (risque d'oubli) puisque ce support (Poka Yoké) est toujours placé juste à côté de la machine de contrôle M.**

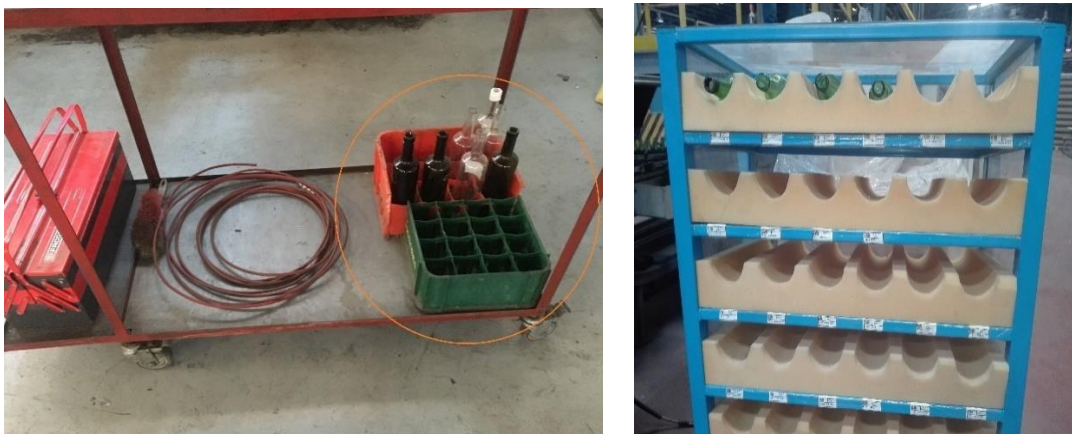


Figure 23 : Ancien et nouveau emplacement des bouteilles de référence.

Action 3 : Achat d'un aspirateur industriel

L'aspirateur industriel triphasé permet de diminuer le temps de nettoyage et d'augmenter son efficacité en le comparant avec la méthode déjà utilisée et basée sur la pression d'air par un tuyau et une brosse de nettoyage comme montrée dans la figure ci-dessous.



Figure 24 : Outils de nettoyage actuel

⇒ **Cette action est planifiée, un devis a été obtenu et un bon de commande a été lancé mais faute du temps que cette action n'a pas été réalisée. Le gain escompté de cette action est de 10%.**

Action 4 : Remplacement du chariot de travail par une servante d'atelier

Le chariot utilisé est composé de deux tablettes une en bas pour mettre les bouteilles de référence, le tuyau ainsi que la brosse de nettoyage, et la caisse d'outils. La tablette en haut ou la table de travail servira pour mettre les anciens et les nouveaux équipements changés. L'architecture de ce chariot n'est pas pratique induisant des mouvements inutiles pour récupérer les outils placés en bas ce qui engendra à son tour une perte du temps. Ainsi des pannes fréquentes touchant les caméras et les miroirs ont été identifiées et c'est plus utile d'amener des pièces de rechange en réserve que d'interrompre le changement et perdre du temps, sauf que cette opération n'est pas possible avec ce chariot vu que les pièces sont très sensibles. En se basant sur ces arguments une servante d'atelier monobloc à 4 tiroirs et 2 tablettes a été proposée.

Une tablette en haut pour mettre les nouveaux équipements et une autre en bas pour les anciens. Les deux tiroirs en haut servira pour ranger les outils de travail et les deux en bas servira pour ranger les pièces de rechange (système détrompeur).

⇒ Cette action est planifiée mais n'est pas réalisée faute du budget. Le gain escompté de cette action est 30%.

Action 5 : Fiches de passation et d'instruction

⇒ Comme étape de standardisation au niveau du bout froid, une fiche d'instruction détaillant les étapes de changement de la machine de contrôle M (**Annexe 5**) et une fiche de passation (**Annexe 6**) ont été proposées.



Figure 25 : Ancien chariot



Figure 26: Nouvelle servante d'atelier

1.2.2 Le chantier 5S

Dans le but de gagner du temps, d'espace, d'assurer une meilleure organisation et d'optimiser les milieux de travail pour améliorer la qualité, un chantier 5S a été appliqué. En effet, la démarche est un outil de gestion de la qualité qui vise à optimiser de manière permanente les conditions et le temps de travail en assurant l'organisation, la propreté et la sécurité du plan de travail (Hohmann 2010 ; Gaussman,2012).

Les 5S proviennent du nom japonais des cinq opérations qui la composent :

- **Seiri** = Débarrasser : supprimer tout ce qui est inutile pour l'activité à réaliser,
- **Seiton** = Ranger : Une place pour chaque chose et chaque chose à sa place,
- **Seiso** = Tenir propre son poste de travail et son environnement de travail,
- **Seiketsu** = Standardiser : définir les nouvelles règles pour maintenir les acquis,
- **Shitsuke** : Impliquer, Pérenniser : respecter les standards établis.

A. Réarrangement des équipements du palettiseur



Les boudins présentent l'équipement le plus important du palettiseur. De ce fait, leur tri et leur réarrangement présente le facteur clé de la réduction du temps du changement du palettiseur. Bien que ce dernier se fait en temps masqué mais un retard lors du changement peut retarder directement l'étape de suivi de la machine du contrôle M. Le tri réalisé nous a permis d'identifier 5 références (27,37,47,57,67) puis chaque famille a été rangée dans un terroir tout en mettant la référence correspondante (figure 25).

⇒ Le chantier 5s nous a permis de réduire le temps du changement de 15 min.



Figure 27: Espace de rangement des boudins (avant et après)

B. Réorganisation du laboratoire du contrôle qualité

Thèmes	Constats	Actions d'amélioration
Equipements de contrôle	<p>Les équipements de contrôle ne sont pas identifiés et en particulier ceux de la salle principale.</p> 	<p>Identification de tous les équipements de contrôle en utilisant la verrine.</p> 
Murs	<p>Mûrs contenant des clous qui ont fait auparavant l'objet de support pour tableaux.</p>	<p>Débarrasser le mûr des clous et autres supports inutilisables. Des certificats ont été affichés sur le mur.</p>

		
	<p>Mûrs contenant plusieurs saletés.</p> 	<p>Procéder à la peinture des murs du laboratoire en prévoyant une couleur autre que la blanche plus résistante à la saleté.</p> 
<p>Extincteurs</p>	<p>Absence de support pour l'extincteur du laboratoire</p> 	<p>Prévoir un support pour l'extincteur</p> 
<p>Vitrine de défauts</p>	<p>Absence d'identification de la vitrine des échantillons de défauts.</p>	<p>Identification de la vitrine des défauts et des différents types de défauts.</p>



Câblages

Câbles nus et non protégés.

Prévoir l'arrangement et la protection des différents câbles.

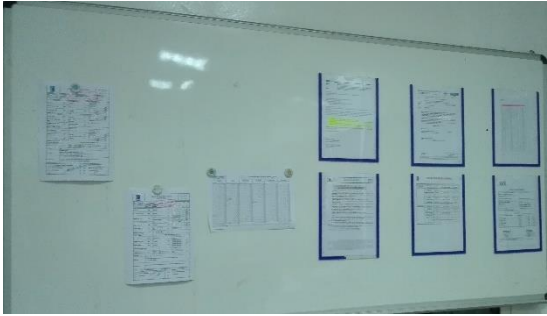


Nettoyage

Absence de la fiche de contrôle du nettoyage dans le laboratoire.

Prévoir l'affichage de la fiche de contrôle de nettoyage et le suivi des réalisations.



Affichage	Manque d'un tableau d'affichage grand format.	Prévoir un tableau d'affichage. 
------------------	---	---

⇒ **Le chantier 5S réalisé sur le laboratoire du contrôle qualité nous a permis d’assurer un milieu de travail propre, dégagé de tout élément inutile, et une visibilité plus claire en termes de tableau d’affichage, d’identification de chaque équipement et d’instruction du travail.**


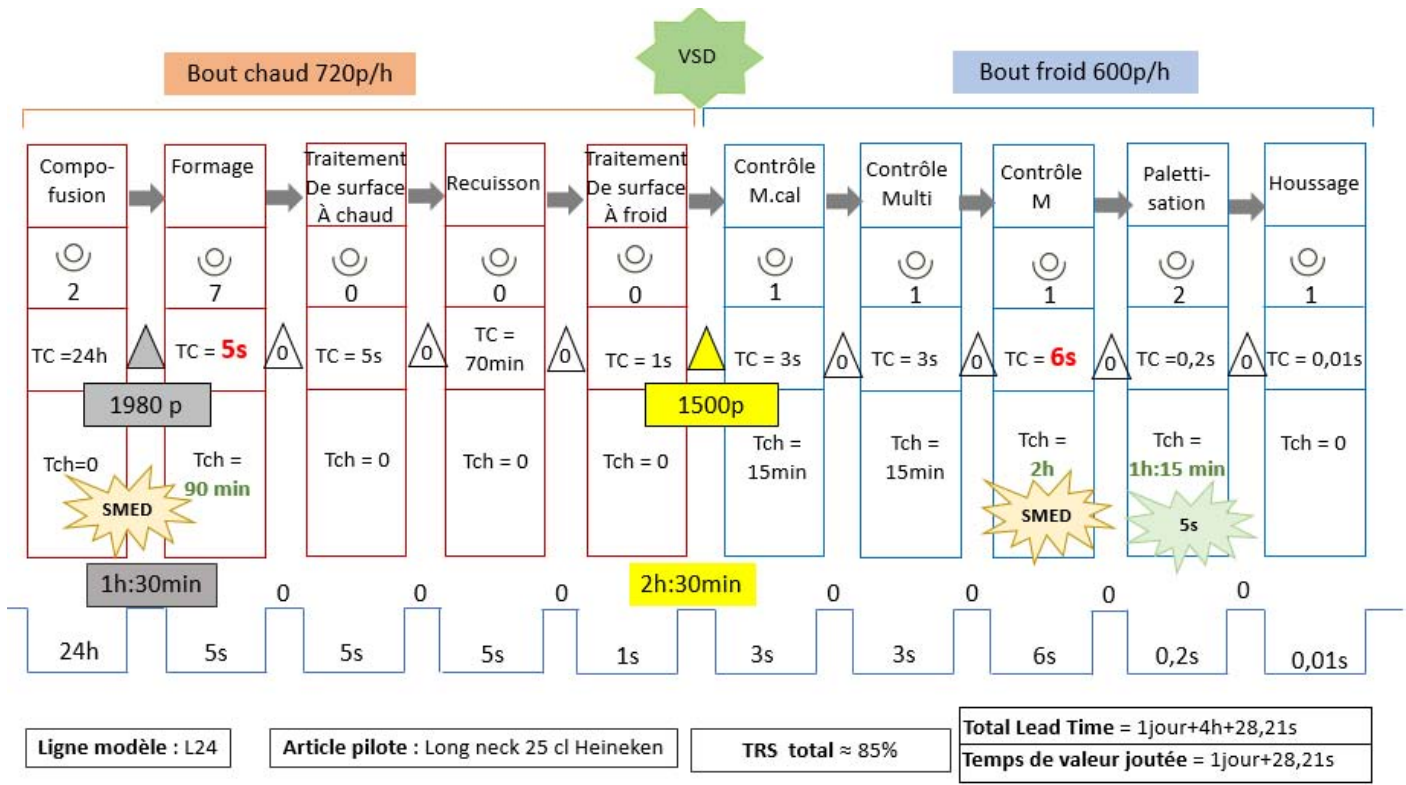
 **A la fin du chantier Kaizen une boîte de suggestion a été mise à la disposition de tout le personnel de SOTUVER.**



Figure 28 : Boîte de suggestion

1.3. Value Stream Design

Une fois que l'analyse du VSM (état initial) a été réalisée, il est nécessaire d'élaborer le VSD (Value stream design) représentatif de l'état futur que nous souhaitons atteindre et que nous avons pu le faire suite aux chantiers Lean appliqués.



→ Le ratio de valeur ajoutée, calculé par la somme des durées de cycles d'opération à valeur ajoutée sur la durée totale (lead time) est de lors de 20% traduit par la réduction du temps de changement de la machine de formage et celle de contrôle.

→ Une augmentation de 5% du TRS globale a été effectuée suite à l'augmentation du temps utile (TU) par 51 min et par conséquent nous avons atteint la valeur cible (85%).

→ Une diminution de nombre de pièces (rebuts et surproduction d'environ 1760 par changement) a été réalisée.

→ Le nombre de changement total par an est égal à 271 avec un pourcentage de 30% pour le changement de type 3.5 soit 51 donc en totalité nous avons pu gagner 90816p/an.

1.4. Chantier KAIKAKU

En général, le Kaikaku est une rupture avec l'existant permettant un gain significatif de la performance. Cependant, en allant plus profond dans la définition de cette méthode, il avérait qu'elle cache plusieurs définitions attribuées par différents théoriciens de l'amélioration de la performance à savoir Kondou, Uno, Ikaida ou encore Womack et Jones. Le tableau ci-dessous résume toutes les définitions.

Tableau 16 : Définitions du Kaikaku (Vincent, Bronet, 2006)

Womack and jones (1996)	Concept radical pour éliminer les gaspillages se concrétisant par le passage d'une production en lot à une production en continu.
Kondou (2003)	Un processus pour atteindre des résultats spectaculaires en remplaçant les pratiques existantes par de nouvelles. Il est indispensable d'acquérir de nouvelles connaissances et de nouvelles méthodologies déjà établies dans d'autres entreprises/industries (Benchmarking).
Uno (2004)	Changement fondamental vers l'état idéal, renonçant à la voie conventionnelle
Ikaida (2007)	Un processus résultant de l'accumulation de nombreuses activités d'amélioration ayant conduit à un changement important. Le Kaikaku doit faire partie intégrante de chacun des acteurs comme de leur ADN.

Le chantier Kaikaku réalisé au cours de ce travail se base sur la définition émise par **Kondou** où il y'a un remplacement de l'existant (formation de bacs manuellement) par un autre nouveau concept (formeuse automatique de bacs). Le benchmarking et la veille technologique sont requis pour avoir une idée générale sur les nouvelles stratégies adoptées pour la formation automatique de bacs à carton.

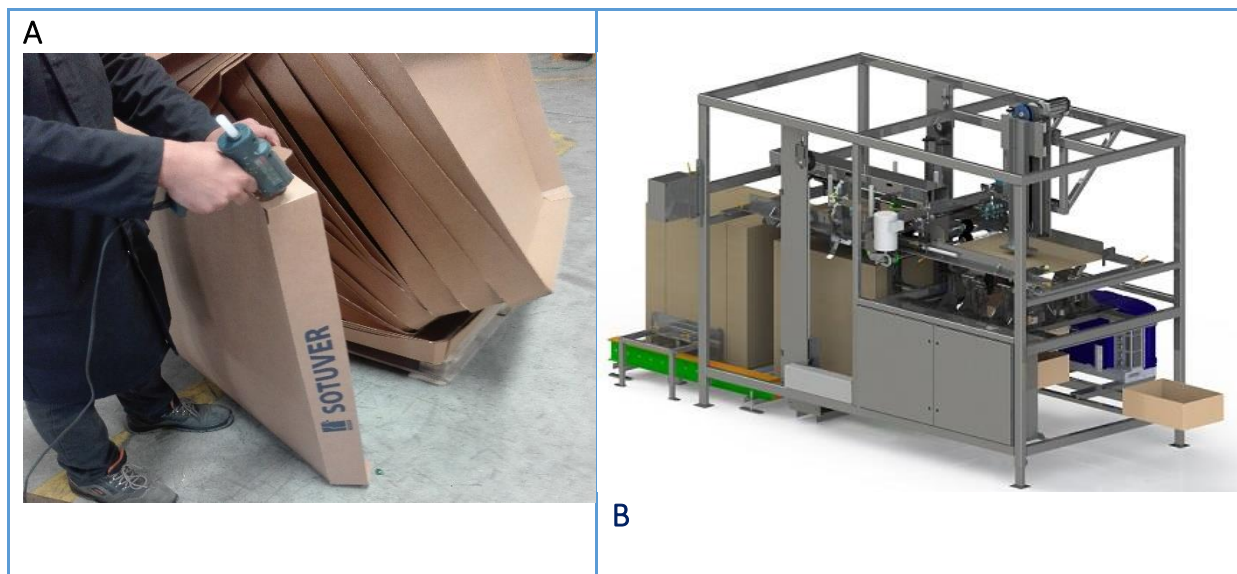


Figure 29 : Formation de bacs à carton : (A) état actuel, (B) changement escompté

1.4.1 Analyse fonctionnelle des besoins : Diagramme tête à cornes

Afin de cerner le projet Kaikaku et de déterminer tous ses constituants une analyse fonctionnelle des besoins a été réalisée en utilisant le diagramme tête à cornes.

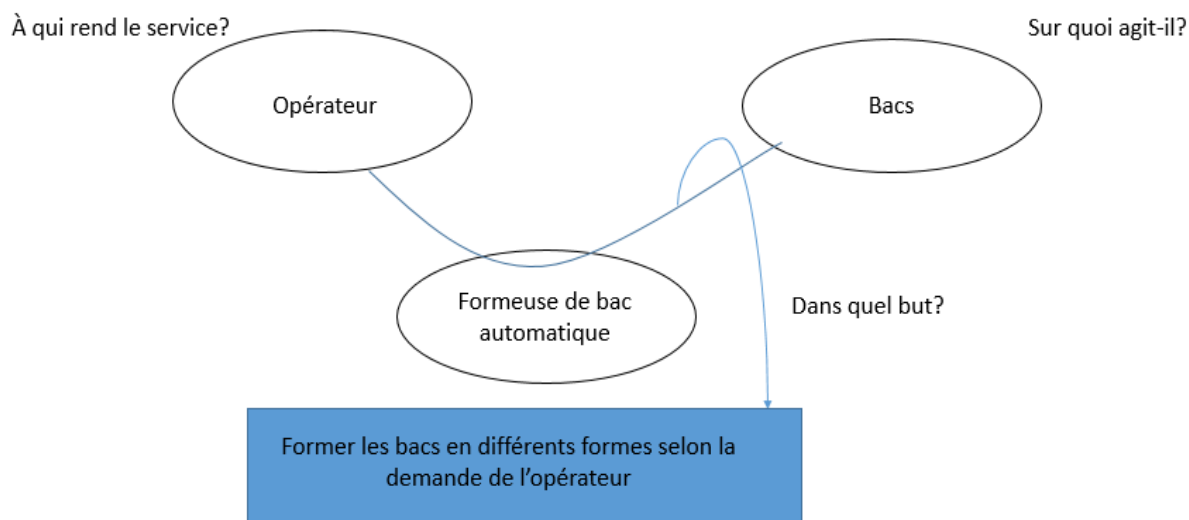


Figure 30 : Analyse fonctionnelle des besoins par le diagramme tête à cornes

1.4.2 Benchmarking

Dans un but de passer de l'état manuel de la formation de bacs vers une formeuse automatique afin d'augmenter les gains en termes de productivité, du temps et

d'efficacité de l'exécution, un benchmarking a été réalisé et le résultat est comme suit :

Tableau 17 : Benchmarking sur les formeuses automatiques de bacs

<p>Les systèmes de forme existants sur le marché</p> <p>⇒ En raison de sécurité alimentaire la colle thermo fusible a été privilégiée à la graffe.</p>	<p>A colle thermo fusible ou hotmelt:</p>  <p>A graffe :</p> 
---	--

- Toujours dans un souci de sécurité alimentaire un deuxième benchmarking à été réalisé sur les différentes familles de colle thermo fusible pour choisir le plus « safe ».

Tableau 18 : Benchmarking sur les différents types de colle thermo fusible

Fournisseurs	Référence	Avantages	Caractéristiques	Applications
Vecta colle	ADEFLEX 2857	<p>Très bonne accroche sur supports avec surface fermée.</p> <p>Colle résistante à l'humidité, à l'eau.</p> <p>Vitesse de prise rapide</p> <p>Bonne adhésion sur supports difficiles</p>	<p>Jaune pale</p> <p>Flexible, souple, résistant</p> <p>Pastilles</p> <p>Point de ramollissement : 105-120°C</p>	<p>Utilisé dans l'industrie de l'emballage.</p> <p>Montage de plateaux Lourds (Fruits, Légumes)</p> <p>Température d'application recommandée : 140–180°C</p>

	ADEFLEX 2931	Très bonne accroche sur supports avec surface vernis ou métallisée Colle résistante à l'humidité Utilisation manuelle et automatique Economique	Jaune pale Flexible, souple, résistant Pastilles Point de ramollissement : 75°C	Utilisé dans l'industrie de l'emballage et de la PLV. Fabrication de caisses, plateaux, montage de box, présentoirs... Température d'application recommandée : 140 – 180°C
	ADEFLEX 3219	Pas d'odeur Haute stabilité thermique Gamme d'application très large Pas d'encrassement machine	Blanche Point de ramollissement : 105 Pastilles	Blanc et sans odeur, spécialement développé pour l'industrie de l'emballage alimentaire
TEX YEAR	EVA	Éventail d'adhérence et de traitement rapide	Base : EVA, en caoutchouc, polyoléfine, polyamide, MPO Couleur blanche, transparente, Plastique, métal, verre, cuir, papier, tissu, bois	Décorations/Handcrafts/les matériaux d'Impact-absorption toutes sortes d'emballage.

⇒ **La colle ayant la référence ADEFLEX 3219 a été privilégiée vu son application dans l'emballage alimentaire.**

- Après avoir choisir le type de formeuse de bacs ainsi que la colle la plus « safe », un benchmarking sur les différents types de carton a été réalisé et le résultat a révélé que le carton ondulé déjà utilisé dans le sous-processus d'emballage de la SOTUVER présente la meilleure qualité. Il est constitué de plusieurs feuilles de papier cannelé collées ensemble entre des feuilles de

papier plan. Son appellation varie selon le nombre de feuilles : ondulé simple face (1 face lisse, 1 face ondulée, épaisseur de 0,4 à 4 mm), ondulé simple cannelure ou double face (2 faces lisses), ondulé double cannelure ou double-double face (épaisseur 7 mm) et ondulé triple cannelure (épaisseur 15 mm). En outre, le carton ondulé est un matériel d'emballage léger, solide, pas cher, synthétisé naturellement, durable et 100% recyclable.

1.4.3 Analyse fonctionnelle des besoins : Diagramme de pieuvre (montage et utilisation)

Une idée générale sur les formuses de bacs existantes sur le marché a été prise en analysant les données collectées de benchmarking et une autre analyse fonctionnelle des besoins plus profonde que la première a été réalisée. Les facteurs liés au montage et à l'utilisation de cette machine ont été présentés dans les diagrammes ci-dessous.

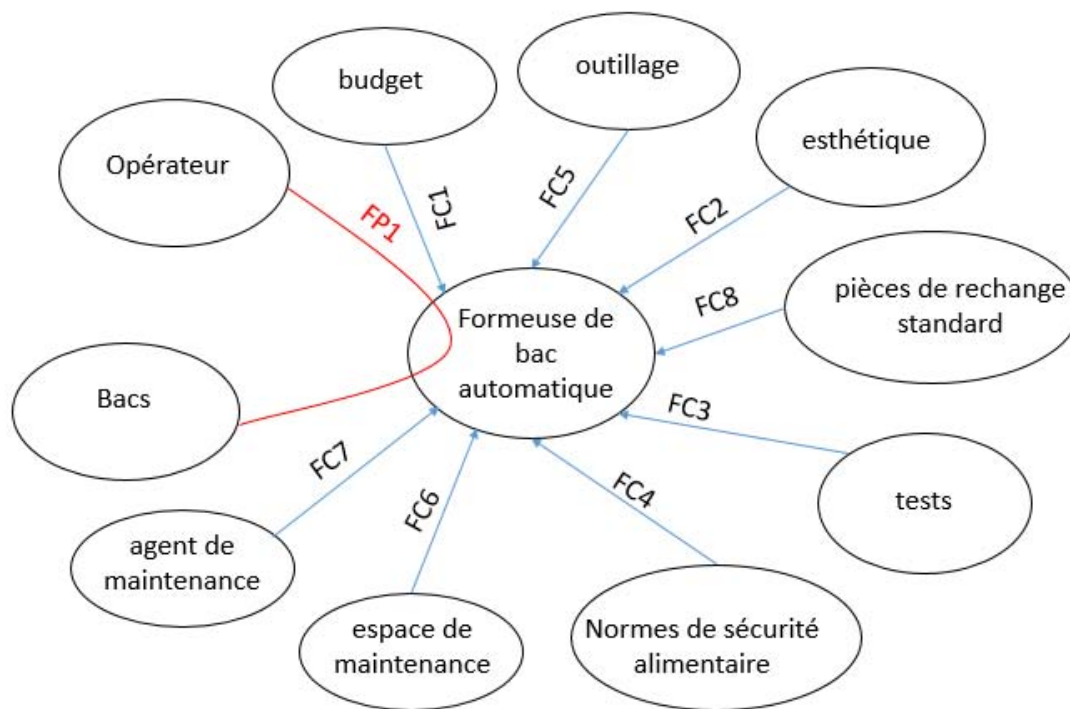


Figure 31 : Diagramme : séquence de montage

Tableau 19 : Analyse de diagramme « séquence de montage »

Fonctions principales	Fonctions contraintes
FP1 : Permettre à l'opérateur de former des bacs sans aucun effort physique.	FC1 : Coût le plus bas possible.
	FC2 : Avoir une structure industrielle.
	FC3 : Voir des tests de fonctionnements.
	FC4 : Respecter les normes de sécurité alimentaire.
	FC5 : Utiliser des outillages locaux.
	FC6 : Assurer un accès facile pour la maintenance.
	FC7 : Ne doit pas présenter de risque pour l'agent de maintenance.
	FC8 : Disponibilité des pièces de rechange.

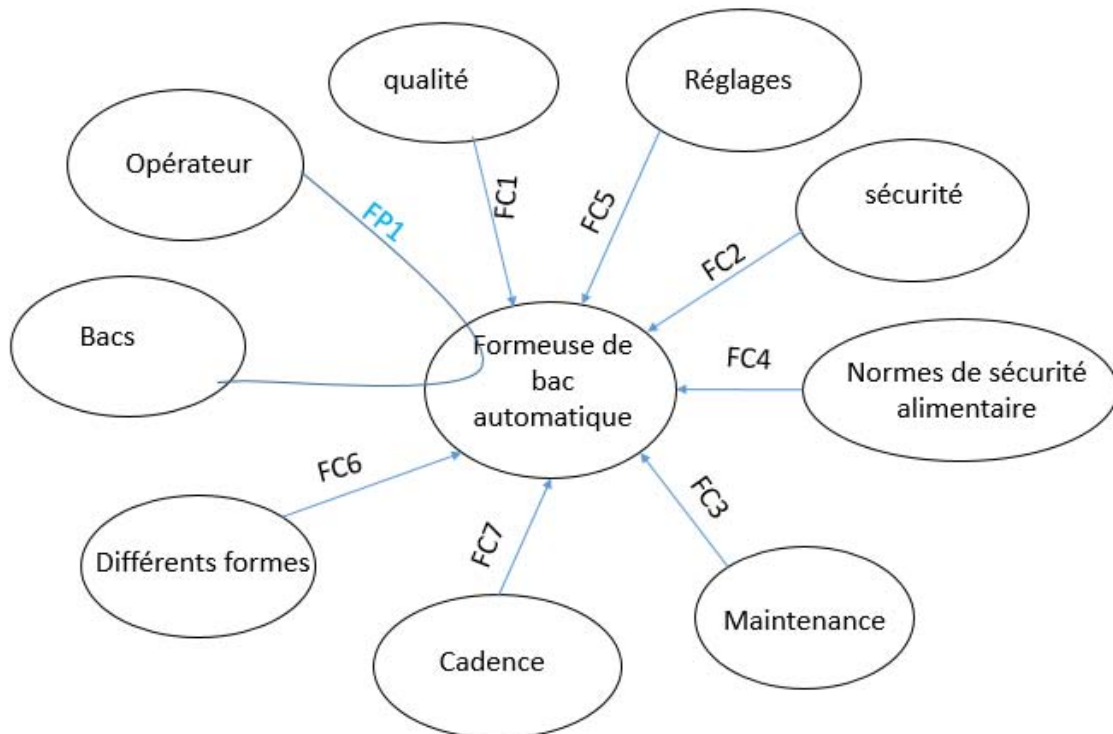


Figure 32 : Diagramme : séquence d'utilisation

Tableau 20 : Analyse de diagramme « séquence d'utilisation »

Fonction principale	Fonctions contraintes
FP : Permettre à l'opérateur de former des bacs sans aucun effort physique.	FC1 : S'adapte à une démarche de qualité.
	FC2 : Ne doit pas présenter de risque pour l'utilisateur.
	FC3 : Assurer un accès facile pour la maintenance.
	FC4 : Respecter les normes de sécurité alimentaire.
	FC5 : Assurer un accès facile pour le réglage.
	FC6 : Permettre de produire différentes formes des bacs.
	FC7 : Suivre la cadence de la ligne de production.

⇒ **Les différents éléments révélés par l'analyse de diagramme de pieuvre (montage et utilisation) ainsi que les résultats de benchmarking ont été prises en considération lors du choix de la formeuse automatique de bacs.**

- Un devis de cette machine a été demandé et le service achat s'est chargé de faire un tableau comparatif sur les gains escomptés en termes de chiffre d'affaires. Le responsable d'amélioration continue s'est chargé aussi de poursuivre la procédure de la mise en place de cette formeuse. La livraison prendra entre 90/120 jours de la réception de la commande.

2. Conclusion

Le chapitre suivant se focalise sur les piliers d'améliorations que nous avons proposées.

Nous pouvons donc conclure qu'à partir des cartographies réalisées (VSM et VSD) que le chantier Kaizen incluant les méthodes SMED et 5S sont des facteurs clés pour l'amélioration continue de la productivité. Ceci est traduit par la réduction de Mudras à savoir les rebuts, la surproduction (encours), le temps de changement, les mouvements inutiles...).

Au-delà de l'amélioration continue par Kaizen nous avons opté à une amélioration radicale qui rompe avec l'existant et suit le rythme concurrentiel pour garder une éventuelle compétitivité. Pour se faire nous avons procédé avec le chantier Kaikaku et une étude d'une transformation d'un état manuel de formation de bacs à un état automatique a mené à dégager les gains escomptés en termes du temps, élimination des Muri (excès d'effort physique) et de productivité.

Les deux chantiers ont montré une complémentarité puisque le kaizen agit sur l'amélioration de la ligne de production et le kaikaku améliore une étape très importante qui devrait suivre toujours la cadence de cette ligne.

Bien que 80% des actions planifiées ont été réalisées, des contraintes du temps ou de budget ont empêchées la réalisation des actions restantes.

Discussion

L'efficience et la compétitivité représentent le défi majeur que chaque entreprise fait face. Pour surmonter cette issue critique, le Lean Manufacturing une approche économique a été développée en Japon en 1950 par Toyota (PARISOT et al, 2014). Le rôle crucial de cette stratégie est de détecter et éliminer toute source de gaspillage (Delpech et al 2012) et de diminuer les activités à non-valeur ajoutée, ce qui permet aux entreprises de livrer leur produit dans les délais avec un coût le moins cher et la qualité la plus élevée afin de satisfaire les attentes et les exigences de leurs clients (IMAI et al 1989).

Bien que la notion d'amélioration continue est très utilisée dans la démarche Lean, l'amélioration par changement radical est beaucoup moins utilisée (MICHAEL et al 1993).

La philosophie Lean vise à améliorer soit en continuité soit en rupture avec l'existant ou encore en utilisant ces deux approches en synergie.

Kaizen désignant l'amélioration continue à petit pas et Kaikaku désignant le changement radical ont été utilisés dans plusieurs études et le résultat de ces travaux a montré une complémentarité et une corrélation entre ces deux concepts (EPONINE et al, 2011).

Dans un but d'amélioration de la production de la SOTUVER nous nous sommes inspirés par ces deux approches Japonaises. En fait, le Kaizen, suivant un management bottom-up, est orienté vers la résolution d'un problème ponctuel qui n'obéit pas à la révolution instantanée tant que le Kaikaku, suivant un management Top-down, met en mouvement toutes les forces internes de l'entreprise pour mettre en place un changement radical. L'amélioration continue est un complément pour maintenir dans le temps la rupture réalisée par le Kaikaku et c'est là où réside la complémentarité (YAMAMOTO et al, 2013).

Une cartographie de flux par VSM (*Value Stream Mapping*) a été considérée par plusieurs études comme étape indispensable permettant de visualiser l'état actuel et par conséquent d'envisager les améliorations (WIKILEAN, 2014). Cette étape a été réalisée dans notre projet, et malgré que le résultat soit spécifique pour chaque entreprise la démarche ainsi que la finalité sont les mêmes. La visualisation nous a permis d'envisager les outils SMED et 5S pour enchaîner avec le chantier Kaizen. Le SMED acronyme de Single Minute Exchange of Die est une méthode d'organisation qui vise à réduire de façon systématique le temps de changement de série. Les domaines d'application de cette méthode sont vraiment vastes (LECONTE et al, 2008).

Dans notre cas, l'application du SMED sur deux machines de la ligne de production nous a permis de diminuer le temps de changement de 20% qui induit l'augmentation du taux de rendement synthétique et donc l'augmentation de la productivité. De même que l'outil SMED, l'outil 5S est applicable dans tous les secteurs, pharmaceutique, industriel, médical, ect ([Hohmann et al, 2010](#)). D'après la littérature, des grands groupes tels que l'Oréal, PSA, Safran, Essilor ou Alstom ont appliqué cette méthode et les gains sont effectifs. Cette combinaison magique de 5 mots Japonais Seiri (supprimer l'inutile), Seiton (situer les choses), Seiso (faire scintiller), Seiketsu (standardiser), Shitsuke (suivre et faire progresser) a été appliquée dans la SOTUVER.

Les gains significatifs obtenus par le chantier Kaizen en utilisant les deux outils SMED et 5S ont été présentés dans le VSD (Value Stream Design).

L'amélioration de la chaîne de production de la SOTUVER n'était pas limitée sur l'amélioration continue mais une amélioration radicale traduite par le chantier Kaikaku a été implémentée. Une petite révolution sur la formation manuelle de bacs a été déclenchée pour un but d'éliminer le Muri présenté par un excès d'effort physique de l'opérateur qui malgré tout n'arrivera pas à suivre la cadence de la ligne de production.

Cet essai prouve parfaitement la théorie de complémentarité entre les deux approches Lean, bien que tout semble opposer mais le tout ramène à la même finalité, la réduction des coûts par une remise en question des processus de l'entreprise

En conclusion, dans un but de conserver leur compétitivité, les entreprises doivent implémenter ces deux approches qui fonctionnent en synergie, pour générer des gains significatifs et durables.

Références

- David, S.** (2004). Value Stream Management for The Lean Office. Quality Progress 37(8): 97
- Delpech, Anne-Laure.** Guide de repérage des gaspillages. [En ligne] 2012. <http://parcours-performance.com/wp-content/uploads/2014/01/guide-gaspillages-V3.pdf>
- Eponine, Pauchard.** kaizen, kaikaku ... késaco ? *Visez l'excellence opérationnelle !* [En ligne] 2011 <http://www.eponine-pauchard.com/2011/11/amelioration-continue-ou-changement-radical/>
- Gaussman.** Thèse : La place du management visuel dans le pilotage de la performane globale d'une unité de production pharmaceutique. s.l. : Université de Lorraine, 2012
- Hohmann, Christian.** Guide pratique des 5S et du management visuel pour les managers et les encadrants. [éd.] Eyrolles. 2010. ISBN : 2212545029
- Imai, Masaaki.** La clef de la compétitivité Japonaise. s.l. : Eyrolles, 1989. 2212035230
- Kamma, T. K.** (2010). Framework for lean thinking approach to healthcare organizations: Value stream mapping. to reduce patient waiting time. M .S. 1488974, Southern Illinois University at Carbondale
- Leconte, T.** La pratique du SMED: obtenir des gains importants avec le changement d'outillage rapide. s.l. : Eyrolles, 2008. 2212540175
- Michael Martin Hammer, James A. Champy.** Le reengineering: réinventer l'entreprise pour une amélioration spectaculaire de ses performances. s.l. : Dunod, 1993
- PARISOT, Frédéric,** « Il y a une vie après le lean manufacturing - Usine nouvelle », 23-janv-2014. XL group, « Lean Management - Dossier Spécial »
- Ray, B.** (2003). Value Stream Management for the Lean Office: Eight Steps to Planning, Mapping, and Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas. Civil Engineering 73(10): 82
- Vincent, Bronet.** Thèse: Amélioration de la performance industrielle à partir d'un processus référent. 2006
- Wikilean.** La Visual Stream Mapping. Wikilean. [En ligne] 2014 <http://www.wikilean.com/Articles/Le-Juste-A-Temps/5-La-Visual-Stream-Mapping>
- Yamamoto, Yuji.** Thèse : Kaikaku in production toward creating unique production systems. s.l., Suède Mälardalen University, 2013