



**Année universitaire : 2013/2014**

**Mémoire de Projet de Fin d'Etude pour l'obtention  
du diplôme d'Ingénieur d'Etat en**

**Industries Agricoles & Alimentaires**



**Mise en place de la démarche Lean Manufacturing  
dans la ligne bouteille au sein du Domaine  
Agricole Site Oued Nja**

**Réalisé par l'élève ingénieur:**

**SOUMATI Bouchra**

**Encadré par :**

**Mr : E. M. EL HADRAMI: FST Fès**

**Mr: Said ZELAI: Domaine Agricole**

**Présenté le 25 Juin 2014 devant le jury composé de:**

- ↪ **Mr : E. M. EL HADRAMI      FST Fès**
- ↪ **Mr : L. AARAB                      FST Fès**
- ↪ **Mr : A. HARRACH                  FST Fès**
- ↪ **Mr : S. ZELAI                          Domaines Agricoles**

**Réalisé au sein de la société: Domaine Agricole – site Oued Nja**

# Dédicaces

## À mes très chers parents

Pour leur patience et de tous les sacrifices qu'ils ont consentis pendant mes longues années d'étude. Aucune dédicace ne saurait leur exprimer mon profond amour et mon attachement. Que Dieu leur procure santé, bonheur et longue vie afin que je puisse leur combler à mon tour.

## À mes chers frères et sœurs

## À mes chers frères et sœurs

## À ma chère famille

## À mes amies

## À tous ceux qui comptent pour moi

## À tous ceux pour qui je compte

En guise de reconnaissance pour leur affection, conseil, aide et appui

Je leur dédie ce modeste travail..

# Remerciements

Je rends grâce à Allah, pour m'avoir accordé lucidité, santé, vigueur et patience durant ce stage et toutes ces années d'études.

La réalisation de ce travail n'a été possible sans la contribution de plusieurs personnes.

Je tiens pour cela à remercier particulièrement :

- **Mr. BENSEDDIK Fayçal**, directeur du Domaine Douiet pour m'avoir accordé cette opportunité de passer mon projet fin d'études au sein de son établissement.
- **Mr. ZELAI Saïd** mon encadrant professionnel, responsable du projet Lean Manufacturing, pour ses remarques pertinentes, le temps qu'il a bien voulu me consacrer et l'intérêt qu'il a porté à mon projet de fin d'études.
- **Mr. MANSOURI Ahmed**, coordinateur performance pour sa gentillesse, sa collaboration et son aide.
- **Mr. EL Mestafa EL HADRAMI** mon encadrant pédagogique au niveau de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, qui a pris la responsabilité de me diriger et m'orienter pour enrichir le contenu de ce rapport.
- **Le personnel de l'usine Oued Nja**, pour le climat d'échange convivial et familial qu'ils nous ont procuré.

Mes remerciements vont également à Messieurs les professeurs membres du jury pour avoir supporté la fastidieuse tâche de lecture de ce rapport, son évaluation et sa discussion.

Enfin, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes professeurs de la Faculté des Sciences et Techniques pour avoir contribué, chacun par son domaine, à notre formation d'Ingénieurs.

## Avant-propos

Si par le passé les petites entreprises étaient «absorbées» par les grandes, désormais, ce sont les plus actives et les plus rapides qui «absorbent» les plus lentes. Toute pause dans le voyage vers l'excellence permet aux concurrents, qui continuent de leurs côtés à y travailler, d'améliorer leurs avantages compétitifs.

En effet, le niveau de performance s'élève en performance, l'excellence d'aujourd'hui et la norme de demain. La recherche de la performance est donc une quête continue, un voyage sans fin.

“It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent, but the most responsive to change.” Charles Darwin

# Cahier de charge fonctionnel du projet de fin d'études

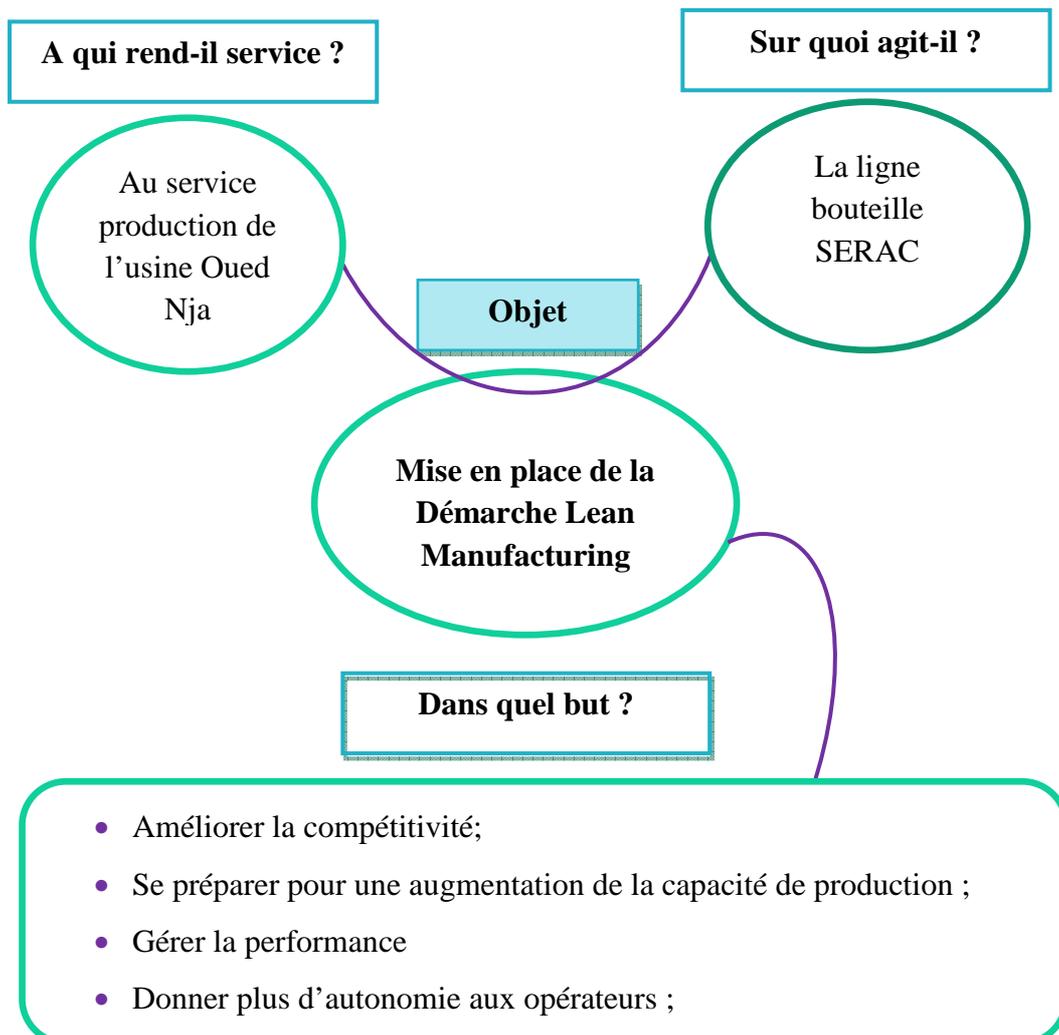
## Sujet : La mise en place de la Démarche "Lean Manufacturing" dans la ligne bouteille "SERAC."

### 1- Contexte pédagogique

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Industries Agricoles et Alimentaires délivré par la Faculté des Sciences et Techniques de Fès. Ce stage a été effectué au sein du Domaine Agricole site Oued Nja.

### 2- Besoin exprimé

Les spécifications correspondant aux attentes de l'entreprise d'accueil à travers la mise en place de ce projet se résument dans le diagramme « Bête à corne » suivant :



**Figure1: Diagramme «Bête à corne» des besoins exprimés par l'usine Oued Nja**

### 3- Acteurs du projet

Les acteurs intervenant dans ce projet sont :

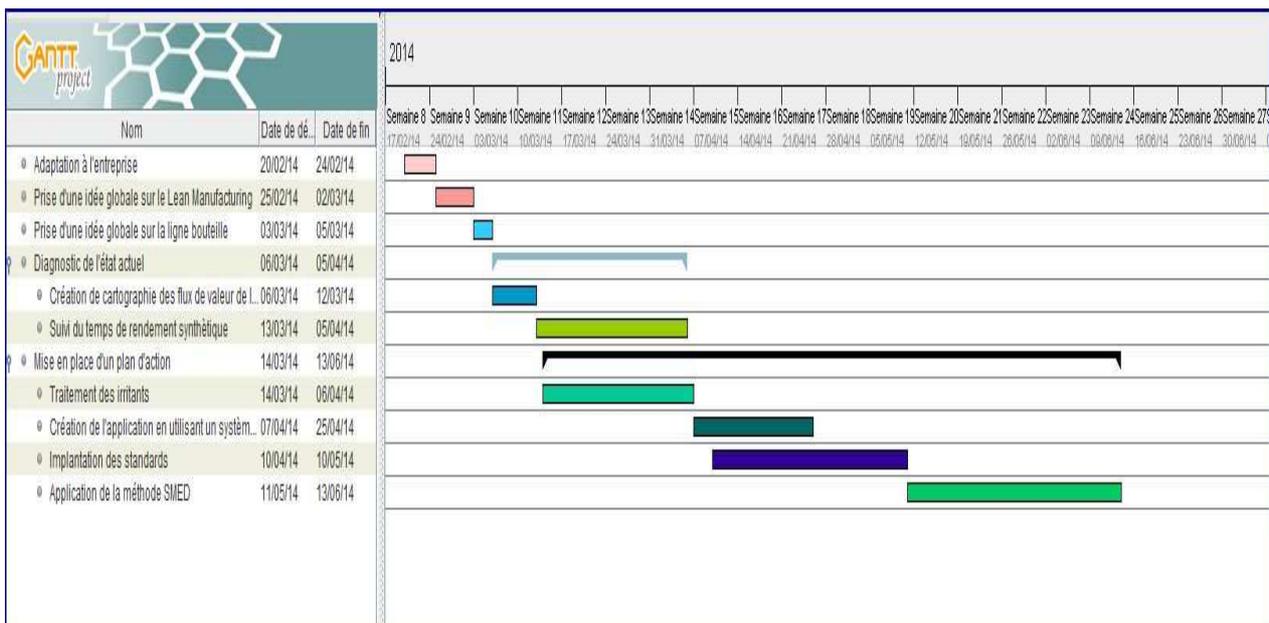
↳ **Maître d'ouvrage** : Mr ZELAI Saïd responsable production

↳ **Equipe projet** : elle est composée de :

- Maître d'œuvre : SOUMATI Bouchra: Elève-ingénieur d'état en industries agricoles et alimentaires.
- Pilotes SERAC
- coordinateur performance
- responsable maintenance.

### 4- Planification du projet

Le planning de réalisation de notre projet est présenté dans la figure ci-dessous :



**Figure 2 : Diagramme de Gantt du déroulement du stage**

### 5- Contraintes

- Contrainte du temps : Le projet nécessite plus du temps
- Absence de prérequis en outils d'amélioration continue notamment Lean Manufacturing
- Inaccessibilité à des informations au sein de l'entreprise vu l'aspect confidentiel des données.
- Manque de documentation accessible en français sur la démarche Lean Manufacturing

# Glossaire

## D

**Diagramme de GANTT** : C'est un outil utilisé en ordonnancement et gestion de projet permettant de visualiser dans le temps les diverses tâches liées, ainsi Il permet de représenter graphiquement l'avancement du projet.

**Diagramme bête à corne** : C'est un outil d'analyse fonctionnelle permettant de définir le besoin éprouvé par l'utilisateur pour un produit.

## L

**Lean** : C'est un terme pour signifier «sans gras», d'où l'élimination des gaspillages par l'optimisation des processus, donc d'augmenter les tâches à valeur ajoutée. La philosophie est habituellement d'impliquer les gens afin d'être plus rapide que la compétition pour réduire les délais et les coûts, et augmenter le taux de qualité et de productivité. Ainsi le Lean Manufacturing est relié à l'application du lean dans les usines de fabrication et de transformation.

**Lead time** : « Délai de production » le temps de traversée d'un processus, ou d'une chaîne de valeur.

## P

**Pareto** : Méthode de classement de données, afin d'hiérarchiser les problèmes par ordre d'importance.

## S

**Standard** : un document de référence visuel qui définit et organise la façon de travailler pour garantir la qualité, la sécurité et la productivité.

**SMED** : « Single Minute Exchange of Die » c'est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série

**5S** : Outil préliminaire indispensable à tout projet d'amélioration continue, permettant de construire un environnement de travail fonctionnel, régi par des règles simples, précises et efficaces. Les 5S correspondent à cinq termes japonais (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*)

signifiants : Trier en éliminant les choses inutiles, Ranger les choses à la bonne place, Nettoyer, Standardiser et Suivre le maintien des améliorations.

## T

**TRS** : Taux de Rendement Synthétique « en anglais OEE : Overall Equipment Effectiveness » est un indicateur de performance destiné à suivre le taux d'utilisation des machines. C'est le ratio entre le temps qui est nécessaire pour qu'une machine produise et le temps pendant lequel la machine produit des pièces conformes. C'est une mesure de l'efficacité d'une ligne de production.

**Temps de Cycle** : Temps nécessaire pour produire une unité.

**Takt Time** : « Temps Takt » : Mot allemand emprunté au langage musical et désignant le rythme de production avec lequel se prépare la demande client.

## V

**VSM** : « Value Stream Mapping » est le premier outil du Lean Manufacturing, c'est une cartographie descriptive des flux dans le processus étudié.

## Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	11
------------------------------------	----

### **CHAPITRE 1: PRESENTATION GENERALE DE L'ORGANISME D'ACCUEIL ET LE PROCESSUS DE FABRICATION DES PRODUITS LAITIERS**

<b>I. Présentation de l'organisme d'accueil</b> .....	14
I. 1 Domaines Agricoles .....	14
I. 2 Domaine Douiet .....	14
I. 3 Usine oued Nja.....	15
I.3.1 Fiche signalétique .....	15
I.3.2 Organigramme de l'entreprise .....	15
<b>II. Procédé de fabrication des produits laitiers</b> .....	16

### **CHAPITRE 2 : LEAN MANUFACTURING : CONCEPT ET OUTILS**

<b>I. Introduction au Lean Manufacturing</b> .....	19
I.2 Origine et Historique du LM .....	19
<b>II. Principe du LM</b> .....	20
II.1 Suppression des gaspillages .....	21
II.2 Une production en flux tendus .....	23
II.3 La réduction des cycles de développement des produits .....	23
II.4 Une attitude prospective vis-à-vis de ses clients.....	23
<b>III. Approche méthodologique de la démarche</b> .....	24
III.1 Préparation.....	24
III.2 Diagnostic .....	25
III.3 Planification.....	26
III.4 Mise en œuvre .....	26
III.5 Pérennisation des résultats : Regarder plus loin et au-delà .....	27
<b>IV. Outils du Lean Manufacturing</b> .....	27
IV.1 Outils de gestion de flux pour préparer une plateforme exploitable.....	27
IV.1.1 Value Stream Mapping (VSM) .....	27
a-Etapes d'implantation du VSM.....	28
b-Symboles utilisés dans le VSM .....	28
IV.1.2 Taux de rendement synthétique .....	29
IV.1.3 Méthode des 5S .....	29
IV.2 Outils d'amélioration des opérations individuelles.....	30
IV.2.1 Management visuel .....	30
IV.2.2 Standardisation .....	30
IV.2.3 Réduction des temps de réglage "SMED" .....	31

### **CHAPITRE 3 : MISE EN PLACE DE LA DEMARCHE " LEAN MANUFACTURING " dans la ligne bouteille**

<b>I. Introduction</b> .....	33
<b>II. Définition du Périmètre d'étude</b> .....	34
II.1 Présentation de la ligne bouteille SERAC .....	34
II.2 Aperçu global sur le fonctionnement de la ligne bouteille .....	35
<b>III. Diagnostic et analyse de l'existant</b> .....	36
III.1 Système opérationnel.....	36
III.1.1 Construction de cartographie des flux de valeur .....	36
a-Collecte des informations .....	36
b-Dessin de l'état actuel.....	37
c-Analyse du VSM.....	39
III.1.2 Suivi du taux de rendement synthétique.....	40
a-Préparation de la mesure.....	41
b-Analyse des résultats .....	44
c-Synthèse .....	46
III.2 Infrastructure managériale.....	47
III.3 Etat d'esprit et comportement .....	47
<b>IV. Application des outils d'amélioration</b> .....	47
IV.1 Traitement des irritants .....	48
IV.2 Gestion de performance .....	50
IV.2.1 Identification de besoin .....	50
IV.2.2 Généralité sur WAMPserver [8].....	51
a- Concept de base .....	51
b- Fonctionnement .....	51
c- Critères de choix .....	52
IV.2.3 Application.....	52
IV.3 Standardisation.....	56
IV.3.1 Standard de préparation et démarrage de la ligne .....	57
IV.3.2 Standard du changement de format.....	58
IV.3.3 Standard du changement de gamme.....	60
IV.3.4 Standard du changement de consommable .....	60
III.4 SMED.....	64
IV.4.1 Application de la méthode SMED sur le changement de format.....	64
a- Actions d'amélioration .....	68
IV.4.2 Application de la méthode SMED sur le changement de gamme.....	72
a- Actions d'amélioration .....	73
IV.4.3 Synthèse des résultats.....	77

## Liste des abréviations

L.M : Lean Manufacturing

IED : Input Exchange of Die.

OED : Output Exchange of Die.

SMED: Single Minute Exchange of Die.

5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

TPS: Système de production toyota

TRS : Taux de Rendement Synthétique.

VSM: Value Stream Mapping.

NVA : Non Valeur Ajoutée

VA : Valeur Ajoutée

TT : Takt time

TC : temps de cycle

WAMP: Windows, Apache, Mysql, PHP

PHP: Personal Home Page

MySQL : SGBD Système de Gestion de Base de Données

http : Hypertext Transfer Protocol

HTML : Hypertext Markup Language

WWW : World Wide Web

## Introduction générale

Sur le théâtre de l'économie mondiale, les entreprises sont désormais poussées par une concurrence très féroce. Cherchant normalement à se différencier par leur compétitivité en termes de coût et de service, les entreprises font de plus en plus appel aux techniques les plus efficaces qui ont fait leur preuve dans le Manufacturing : le Lean Manufacturing.

Le Lean, c'est «penser petit» et s'améliorer sans cesse.... Appliquer le Lean-Manufacturing, c'est adopter les fondamentaux et les techniques Lean sans hésitation et avec détermination. En effet, l'impact du Lean Manufacturing est très significatif puisque c'est un antidote aux gaspillages, vise l'amélioration continue, en améliorant la gestion des matières et des informations, en discriminant les opérations à non valeurs ajoutées, qui nuisent à la fois à la productivité et à la performance.

Le Lean Manufacturing offre une palette de méthodes et d'outils qui permettent d'améliorer sensiblement l'efficacité et la performance des flux en amont et en aval de la production. D'autres méthodes viennent en complément du Lean pour supporter les actions d'amélioration continue et pérenniser les résultats obtenus.

Soucieux d'améliorer ses performances industrielles, les domaines agricoles ont opté pour une démarche lean pour chasser les gaspillages et améliorer la productivité, Afin de préparer la ligne bouteille à un marché de plus en plus concurrentiel et pour rester compétitif sur la gamme bouteille.

De cette perspective de mise en place de la démarche Lean Manufacturing, dérive la philosophie de notre projet de fin d'étude intitulé " la mise en place de la démarche Lean Manufacturing dans la ligne bouteille SERAC ".

Le présent mémoire est composé de trois chapitres :

Le premier chapitre donnera une présentation de l'entreprise d'accueil, et son processus général de fabrication des produits laitiers, le deuxième chapitre aura pour objet de définir le concept du Lean Manufacturing, ainsi que la démarche suivie pour amener une étude avec ce concept. Le dernier chapitre, sera consacré à la procédure d'application de Lean Manufacturing, qui consiste à établir un diagnostic minutieux de la ligne existante par le biais de trois piliers à savoir : Système opérationnel, Infrastructure managériale, et l'état d'esprit et comportement, et à mettre en place des actions d'amélioration afin de remédier à certains types d'arrêt et minimiser les pertes qui jalonnent la ligne bouteille.

## Chapitre 1 :

### **Présentation générale de l'entreprise d'accueil et le processus de fabrication des produits laitiers**

Avant d'entamer notre projet, il convient d'abord de présenter le contexte général du projet. Dans ce cadre nous allons consacrer ce chapitre pour la présentation de l'entreprise d'accueil en mettant le point sur son historique et son organisation en premier lieu, et en second lieu on abordera les différentes étapes du processus de fabrication des produits laitiers.

## I. Présentation de l'organisme d'accueil

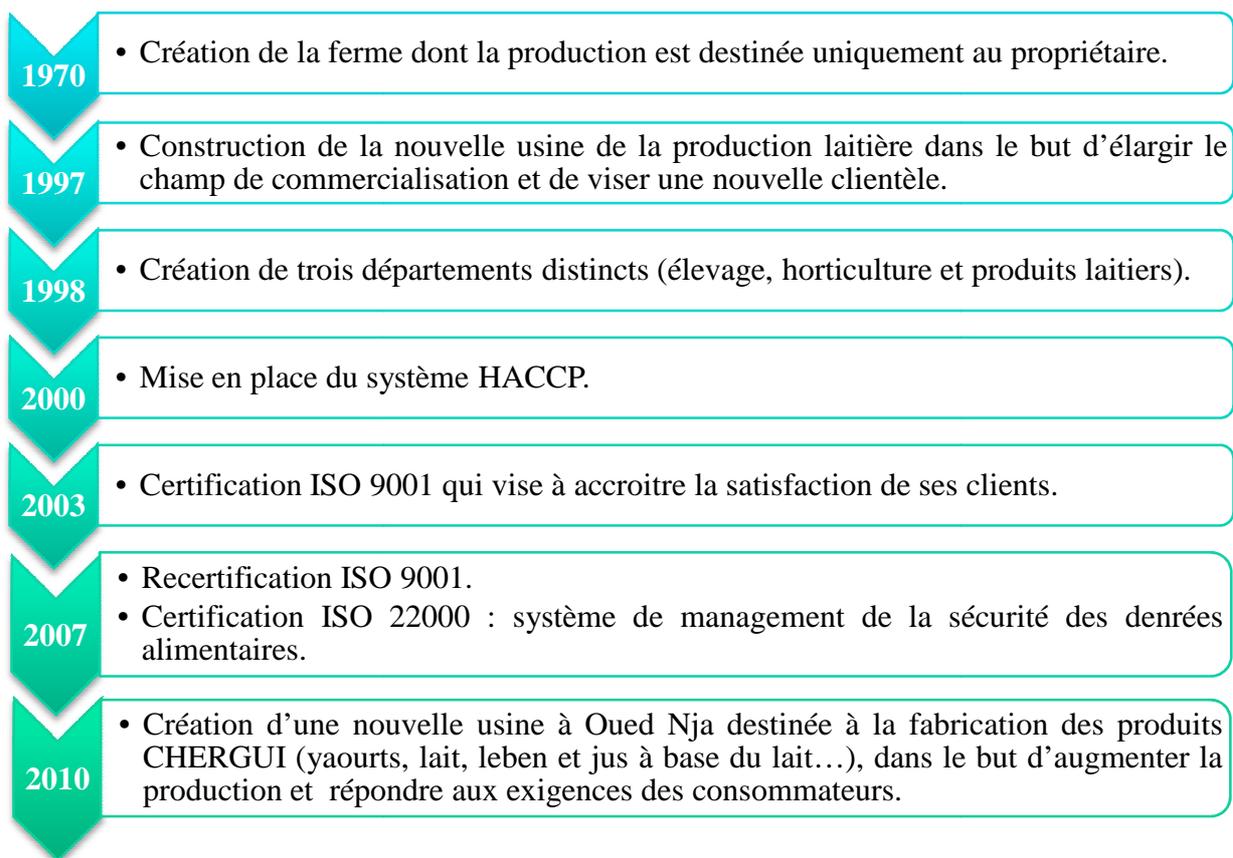
### I. 1 Domaines Agricoles

Créés en 1960, les Domaines Agricoles sont un groupe opérant dans les métiers de la production agricole et agro-alimentaire depuis plus de 50 ans. Présents sur l'ensemble des régions agricoles du Maroc avec de nombreux sites de production. Les Domaines disposent de plusieurs exploitations dont la plus célèbre celle de Douiet dans la région de Fès, fournit le fameux Chergui.

### I. 2 Domaine Douiet

Le Domaine Douiet est une exploitation agricole qui s'étend sur une superficie d'environ 700 Ha dont 330 cultivables, disposant de 2 forages « Ain Allah » et « Bourkaize », situé à 15 Km au nord-ouest de la ville de Fès. Il est constitué de divers secteurs de production animale, agricole et laitière et emploie un effectif entre 700 et 1000 personnes selon les saisons dont 32 cadres.

#### a- Historique



**Figure 3 : Historique de domaine Douiet**

### I. 3 Usine oued Nja

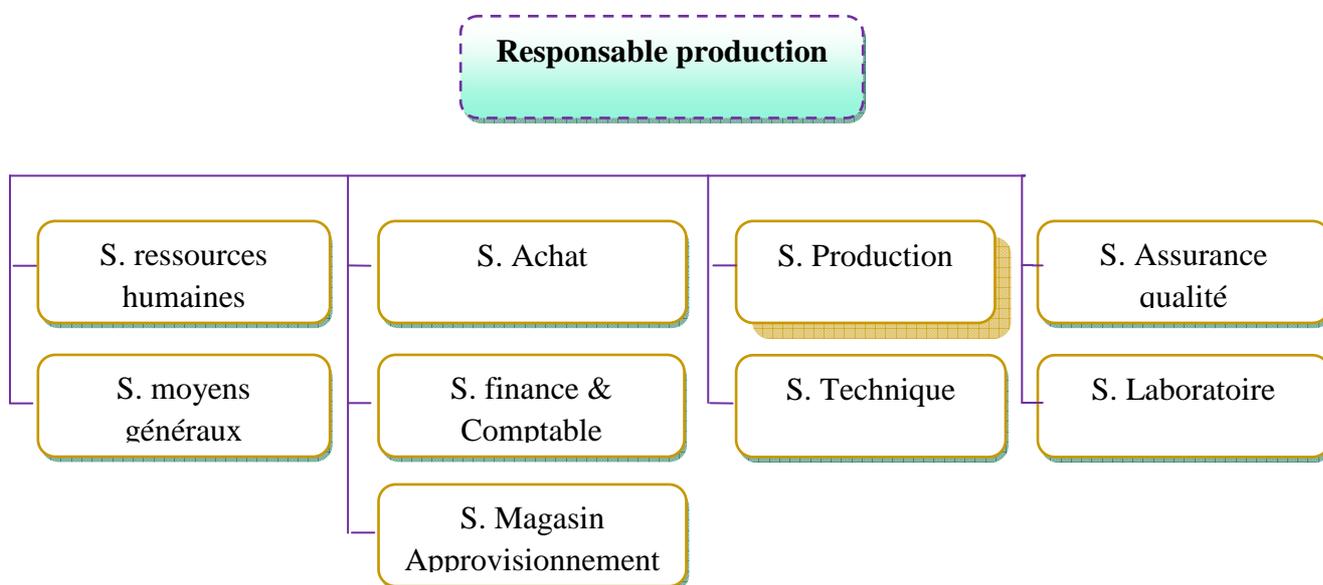
#### I.3.1 Fiche signalétique

**Tableau n° 1 : Fiche signalétique de l'usine Oued Nja**

Dénomination sociale	Domaine Douiet
Forme juridique	Entreprise privé
Date de création	2010
Activité	Production des produits laitiers
Effectif (personnel)	122
Directeur de groupe	Mr Fayçal BENSEDDIK
Siège social	Route d'Azemmour Casablanca
Téléphone / Fax	0535 7524 50 / 05 35 75 68 08
Email	dd@douiet.co.ma

#### I.3.2 Organigramme de l'entreprise

La mission confiée à l'usine est assumée par la direction qui a défini une structure et réparti les responsabilités des différents services :

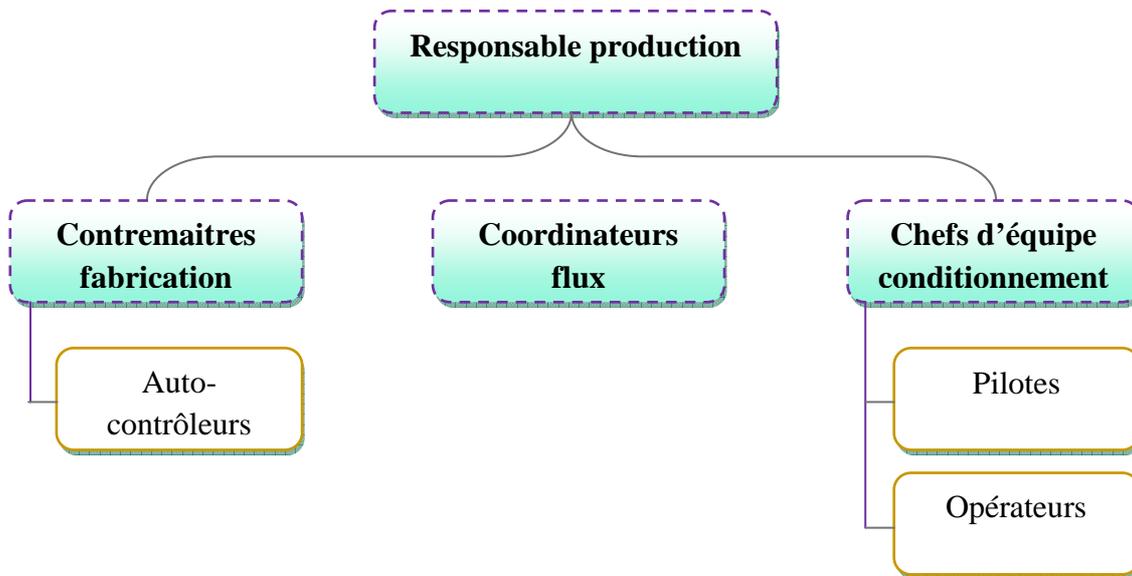


**Figure 4 : Organigramme de l'usine Oued Nja**

### a. Service Production

Nous avons effectué notre stage au sein de service Production, c'est la clef de tout le fonctionnement de la société. Ce service assure la production. Son cycle de production commence dès l'entrée des matières premières jusqu'à la sortie des produits finis vers les stocks.

La structure de ce service est comme suit :



**Figure 5 : Structure du service production**

## II. Procédé de fabrication des produits laitiers

### II.1 Réception du lait

Les domaines de Douiet, Kouacem, Bouderra et Sid Lkamel assurent constamment, l'approvisionnement de l'unité de production laitière en matière de lait cru, moyennant des camions- citernes.

Avant son dépotage vers les tanks de réception, le lait doit subir certains tests physico-chimiques de conformité pour toute préparation technologique, à savoir : pH, matière grasse (MG), densité, matière azotée protéique (MAP), test d'inhibiteur (Beta-star/Delvotest) qui permet de contrôler la présence d'inhibiteurs de coagulation et d'antibiotiques dans le lait...

### II.2 Refroidissement et stockage

Après sa filtration et son dégazage, le lait subit un refroidissement à  $4^{\circ}\text{C}\pm 2$  afin de limiter le développement des germes, puis stocké dans des cuves équipées d'agitateurs servant à homogénéiser la température du lait dans le bac.

### **II.3 Thermisation**

C'est la première étape de la chaîne de production au sein de l'usine, elle a un double rôle : d'une part elle permet la destruction d'un nombre considérable de microorganisme et d'autre part elle facilite l'étape de l'écémage.

### **II.4 Standardisation**

Pendant cette étape on écrème le surplus de la MG pour le lait entier et les yaourts à boire, et on enrichit les yaourts brassés et fermes par l'ajout de différents ingrédients que ce soit la poudre du lait pour faire augmenter le taux des protéines ainsi que de sucre, texturant et des arômes.

### **II.5 Pasteurisation**

C'est une opération de stabilisation du produit pour augmenter sa durée de conservation et par la même occasion élargir les possibilités de commercialisation et de consommation, elle assure les fonctions suivantes :

- La destruction de 90% de la flore banale et tous les germes pathogènes.
- La formation de l'acide formique qui active les bactéries lactiques.
- La dénaturation maximale des protéines solubles pour éviter le phénomène de la synérèse.

### **II.6 Maturation**

Pendant cette étape le Mix pasteurisé subira de profondes modifications notamment sur le plan organoleptique (changement de texture, aromatisation...) et physico-chimique (acidification du milieu et formation de coagulum). Ceci est dû à l'action conjuguée de deux souches de ferments lactiques, se développant en symbiose :

- Streptococcus thermophilus
- Lactobacillus bulgaricus

### **II.7 Conditionnement**

La zone de conditionnement est une grande salle de six portes, chacune d'elles mène vers une autre salle (Magasin de MP, MPF, salle d'extrusion...etc.), Elle est équipée de six conditionneuses:

- ❖ RG Galdi et VPB : Pour le conditionnement du lait, Raïb et les lebens.
- ❖ SERAC : pour le conditionnement en bouteilles des jus et yaourts à boire.
- ❖ ARCIL I, II et III : pour le conditionnement des yaourts (yaourts en pots).

### **II.8 Stockage/ Expédition**

A la sortie de la machine le produit fini est encaissé, palettisé et stocké à 4°C jusqu'à sa livraison.

## Chapitre 2 :

### **Lean manufacturing : concept et outils**

Dans ce chapitre, on va commencer par définir le concept du Lean Manufacturing, son évolution chronologique et ses bénéfices ainsi que la démarche suivie pour amener une étude avec ce concept. On va détailler par la suite, les outils d'une démarche lean manufacturing.

# I. Introduction au Lean Manufacturing

## I.1 Définition [1]

Lean veut dire mince ou agile. Lean Manufacturing (L.M) se traduit littéralement par «production mince », «production au plus juste », c'est une technique de gestion de la production essentiellement concentrée vers l'élimination de toutes les activités à non-valeur ajoutée et la réduction des pertes générées à l'intérieur d'une organisation.

Un système lean a pour objectifs d'optimiser la qualité, les coûts et les délais de livraison, tout en agissant sur les sources d'inefficacité de tout système opérationnel : les gaspillages, la variabilité et la rigidité. En outre, les études ont permis de montrer des liens entre les trois objectifs et les sources d'inefficacité :

- Éliminer les gaspillages diminue les coûts ;
- Supprimer la variabilité améliore la qualité ;
- Réduire la rigidité permet d'optimiser les délais.

## I.2 Origine et Historique du LM [2]

Avant la deuxième guerre mondiale de 1939-1945, les modèles industriels étaient basés sur une production de masse destinée à réduire les coûts de production, tel celui de Ford. A cette époque, la demande était plus importante que l'offre et les entreprises ne connaissaient pas la surproduction.

Au cours de la deuxième guerre mondiale, les Etats-Unis ont envoyé leurs ouvriers à la guerre pour soutenir les alliés, créant ainsi un manque de main d'œuvre qualifiée dans leurs usines et plus particulièrement dans les usines d'armement.

Le département de la défense du gouvernement américain décide alors de lancer un programme de développement des méthodes de formation et d'apprentissage entre 1940 et 1945 : le Training Within Industry (TWI)

Les japonais, qui sortent affaiblis de la guerre, recherche alors un système de production flexible qui ne produit qu'à hauteur des besoins du client. Monsieur « Taïchi Ohno » et d'autres personnes de Toyota, ont observé les méthodes innovantes aux Etats-Unis et les ont adaptées pour créer le Système de Production Toyota (TPS).

Depuis cette période, le TPS n'a jamais cessé d'évoluer et de s'améliorer. James Womak en 1990 synthétise ces concepts pour former le Lean Manufacturing.

La traduction littérale du mot anglo-saxon « Lean » par « Maigre » porte à croire que la démarche Lean consiste à réduire les gaspillages et les ressources. Ce mot «Lean » a été trouvé par cet Américain dans un esprit de compétition : un coureur à pied ou cycliste, a besoin d'un corps léger et puissant pour gagner sa place sur un podium.

### **I.3 Bénéfices du L.M [3]**

Les processus du Lean Manufacturing impliquent des vrais changements positifs, productifs dans l'entreprise. Ces changements auront un impact mesurable sur les résultats financiers. L'application du L.M permet une amélioration sur les plans suivants :

#### ➤ Par rapport aux opérations :

- Augmentation de la productivité ;
- Réduction des délais de livraison, stocks et des surfaces utilisées ;
- Réduction des coûts associés à la qualité.

#### ➤ Par rapport aux équipes :

- Communication efficace et coordonnée ;
- Développement des capacités personnelles (autonomie et compétence, motivation)
- Minimisation du risque ...

#### ➤ Envers les clients :

- Meilleure réactivité dans la réponse aux attentes ;
- Meilleure Flexibilité ;
- Accentuation de la confiance.

## **II. Principe du LM [3]**

Le Lean Manufacturing a pour objectif d'améliorer la performance industrielle tout en dépensant moins. Pour atteindre ce niveau dans une entreprise, on doit s'appuyer sur un certain nombre de points clés :

- La suppression de toute sorte de gaspillages ;
- Une production en flux tendus ;
- La réduction des cycles de développement des produits ;
- Une attitude prospective vis-à-vis de ses clients.

## II.1 Suppression des gaspillages

Pour dépenser moins, il faut se rapprocher le plus possible de l'optimum, ne dépenser que ce qui est indispensable pour apporter de la valeur ajoutée au produit.

### II.1.1 Différents types de gaspillages " MUDA "

Un terme très usité et pertinent dans la philosophie Lean, est le terme « MUDA ». Cela signifie gaspillage. On distingue 7 types de MUDA ou 7 types de gaspillages :

**a- Surproduction :** Produire plus que le besoin du client ou produire en avance par rapport à la date de besoin du client.



#### Exemple :

- ❖ Produire un lot de production qui dépasse la quantité demandée par le client et conserver en stock la quantité non expédiée
- ❖ Produire la quantité demandée par le client plusieurs jours en avance pour éviter de faire un changement de production.

#### Cause :

- ❖ Changement d'outils longs ;
- ❖ Utilisation d'un algorithme de calcul pour déterminer les tailles des lots;
- ❖ Ordonnancement peu efficace ;

**b-Attentes :** Personnel ou pièces qui attendent pour compléter un cycle de production.



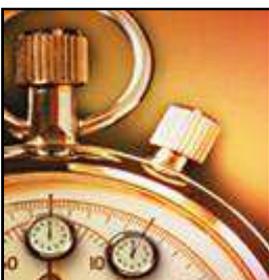
#### Exemple :

- ❖ Une équipe de production qui attend que la maintenance de la ligne de production soit finie pour reprendre son poste de travail.
- ❖ Postes de travail d'une ligne d'assemblage non équilibrés entraînant des attentes de certains opérateurs à chaque cycle de production ;

#### Cause :

- ❖ Lots de grandes tailles ;
- ❖ Mauvais état des machines ;
- ❖ Mauvaise utilisation de la main d'œuvre ;

**c-Déplacements inutiles :** Mouvements d'opérateurs, de pièces ou de machines qui n'apportent pas de valeur ajoutée (mouvements au sein d'une même étape de production).



#### Exemple :

- ❖ Se déplacer sur son poste de travail pour saisir un outil

**d-Transport :** Déplacements de pièces superflus entre les différents processus.



**Exemple :**

- ❖ Stocker les pièces nécessaires pour la production loin du poste de travail
- ❖ Positionner le bureau du responsable de production loin de l'atelier
- ❖ Faire le tour de la machine pour réinitialiser un cycle

**Cause :**

- ❖ Mauvaise organisation physique des bureaux ou de positionnement des équipements.

**e-Sur- Qualité :** Produire au-delà de la qualité requise par le client



**Exemple :**

- ❖ Chauffer une pièce à forger plus longtemps que la durée préconisée
- ❖ Peindre l'intérieur du capot d'un véhicule
- ❖ Imprimer un document qui peut être lu sur l'écran de l'ordinateur

**f-Sur-stockage :** Matières premières, pièces en cours ne recevant aucune valeur ajoutée ou produits finis immobilisés



**Exemple :**

- ❖ Commander plus de matière première que nécessaire
- ❖ Constituer un stock important en aval d'une machine tombant fréquemment en panne pour éviter les arrêts de production.

**g-Retouches :** Répétition ou correction d'un process; tâches additionnelles qui n'ajoutent aucune valeur au produit ou service et induisent un surplus d'énergie pour corriger le dysfonctionnement.



**Exemple :**

- ❖ Visser et dévisser plusieurs fois la même vis
- ❖ Repeindre une carrosserie rayée
- ❖ Envoyer 2 fois le même courrier à un client.
- ❖ Contrôler plusieurs fois les mêmes spécifications produits.

## II.2 Une production en flux tendus

Jean de La Fontaine avertissait : « Il ne faut pas vendre la peau de l'ours avant de l'avoir tué ». Le Lean Manufacturing nous dit au contraire : « Ne tuez pas l'ours avant d'avoir vendu sa peau, cela risque de faire du stock, la peau peut s'abîmer et vous n'êtes pas sûr de la vendre ! ».

Ceci nous permet de saisir les différences fondamentales qui existent entre la gestion traditionnelle et le Lean Manufacturing. Dans le premier cas, on fabrique puis on vend, dans le second, on vend puis on fabrique. En revanche, la production devrait être organisée de façon à répondre dans un délai acceptable par le client.

La production en flux tendus permet à l'entreprise de réduire de façon considérable ses cycles de production afin de ne produire que ce que le marché demande. Cette tension des flux s'accompagne d'une accélération de la vitesse de circulation des produits sur le site de production. Elle consiste à réduire considérablement les délais de production afin de les rendre le plus synchrone possible avec les évolutions du marché. Cette synchronisation entre le marché et la production présente bien des intérêts :

➡ **Limiter le fond de roulement, le stock...** Plus le délai de production est important, plus l'investissement en MP et en valeur ajoutée est décalé par rapport au paiement des clients.

➡ **Éviter les coûteuses opérations de soldes :** À partir du moment où l'entreprise a des stocks, il lui faut régulièrement les apurer. On y procède par des opérations de soldes et de démarques.

## II.3 La réduction des cycles de développement des produits

Le L.M est lié à l'accélération du fonctionnement des processus. Ceci est non seulement vrai pour le processus de production, mais valable aussi pour les autres processus comme le développement de nouveaux produits, la facturation, les approvisionnements.

Le délai de développement est un facteur décisif de compétitivité. Il est donc vital de réduire les temps de cycle. Traditionnellement, le processus de développement est un processus séquentiel composé d'une succession d'étapes et de jalons.

## II.4 Une attitude prospective vis-à-vis de ses clients

Pour pouvoir réagir rapidement, une entreprise doit se doter d'une structure agile et réactive, mais il faut également développer des organes quasi sensoriels pour se placer à l'écoute de la société. Pour se mettre à l'écoute des clients, il faut engager une action en profondeur dans leur sens.

Il est donc indispensable d'instaurer un système d'étude de marché permanent et le plus complet possible pour bien identifier les besoins.

En résumé, le Lean a pour principe : « Le client en premier ». Sa satisfaction est indispensable à la pérennité de l'entreprise.

### III. Approche méthodologique de la démarche [4]

Comme déjà mentionné, le L.M consiste à identifier puis éliminer toutes sortes de gaspillage qui jalonnent de la chaîne de valeur. Etant une démarche, le L.M suit un cheminement de type :



**Figure 6: Diagramme représentant les étapes de la démarche L.M**

#### III.1 Préparation

La préparation est l'élément clé pour garantir le succès du démarrage de la phase de diagnostic, elle se base sur trois éléments :

##### Constitution d'équipe

- Construire l'équipe qui sera impliquée à temps plein et au quotidien – responsables progrès et collaborateurs
- Réserver des entretiens avec des experts si besoin agents de changements des vagues précédentes, experts de processus clés,...
- Organiser tout l'aspect logistique (salle de réunion, projecteurs, imprimantes, internet ...)

##### Organisation et planification

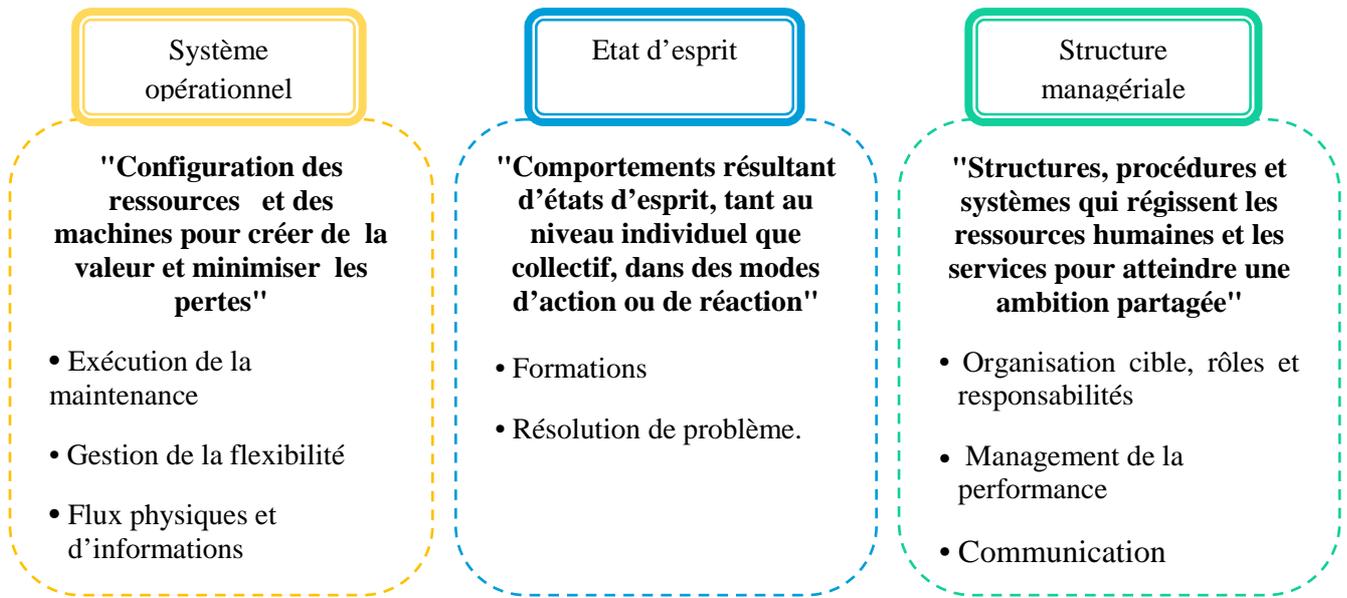
- Etablir le plan et l'emploi du temps sur un délai précis pour les opérations spécifiques devant être diagnostiquées
- Organiser des réunions avec le personnel des opérations à diagnostiquer
- Formation des agents de changements à l'observation terrain

##### Initiation à la collecte de données

- Envoyer les requêtes de collectes de données pour les analyses devant être effectuées

### III.2 Diagnostic

Pour une transformation Lean, il fallait tous d'abord comprendre la situation actuelle de l'entreprise par la réalisation d'un diagnostic, ce dernier attaque simultanément trois grands éléments : le système opérationnel, l'infrastructure de management, et l'état d'esprit et les comportements internes. Ces éléments jouent le rôle de piliers de la plate forme (chacun doit être, à la fois, solidement en place et relié aux deux autres pour assurer la stabilité de l'ensemble.



**Figure 7: Trois éléments de diagnostic**

#### a- Système opérationnel

Il permet par l'identification des sources de pertes et la gestion des actifs, des ressources et du personnel, de créer de la valeur et de la transférer au client. Dans une configuration idéale, les flux sont optimisés et les gaspillages sont limités au strict minimum.

↳ Outils utilisés :

- Cartographie des flux
- Analyse du TRS
- Analyse quantitatives
- Observations
- Entretiens

#### b- Infrastructure managériale

L'objectif de cette partie de diagnostic est de Comprendre des lacunes et les faiblesses dans le mode de gestion des individus et des processus.

Les mécanismes de développement des compétences et la structure de l'organisation doivent être alignés avec le système opérationnel pour que le mode de travail lean devienne la norme, au lieu de demander d'énormes efforts ou le travail exceptionnel d'une équipe. L'ensemble du système de management doit être conçu de manière à soutenir le système opérationnel, afin de favoriser un niveau de performance élevé et de développer une culture d'amélioration continue.

↳ Outils utilisés :

- Diagnostic de la gestion de la performance
- Analyse des tâches quotidiennes du management
- Évaluation des compétences
- Analyse des fonctions de support.

### **c- L'état d'esprit et les comportements du personnel**

L'opinion des salariés sur ce qu'ils font, leur attitude vis-à-vis de leur travail, leurs aspirations et leurs objectifs, ainsi que l'effet de ces différents facteurs sur leurs actions, doivent être en cohérence avec le système opérationnel et l'infrastructure managériale. Pour que les efforts d'amélioration puissent se maintenir dans la durée, il est impératif de gagner les cœurs et les esprits à la cause du changement, et de faire en sorte que chacun, à tous les niveaux de l'organisation, comprenne le nouveau mode de fonctionnement, ait une idée claire de la cible visée et s'engage à fond pour que celle-ci soit atteinte. Si on arrive à intégrer ces trois éléments dans un ensemble cohérent, la plate-forme de changement sera solide et durable.

↳ Outils utilisés :

- Entretiens
- Enquêtes
- Observations.

### **III.3 Planification**

Le diagnostic nous a permis de définir les problèmes et les lacunes qui provoquent des pertes de rendement, et sur lesquels nous devons agir. Afin de résoudre ces problèmes et réduire l'influence des lacunes sur la performance de l'entreprise, un planning doit être établi rassemble : Le plan de travail, les réunions, le suivi hebdomadaire et la formation de l'équipe consacrée à la mise en œuvre.

### **III.4 Mise en œuvre**

Selon le problème défini auparavant, ses causes principales et l'environnement de l'entreprise un plan d'action efficace devrait être mis en action.

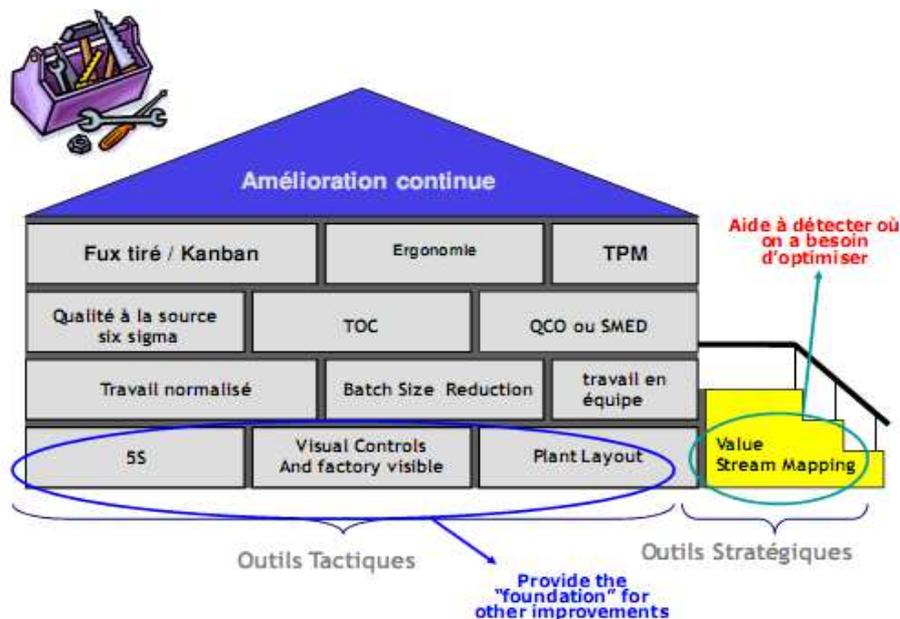
Ce plan d'action et le suivi de sa réalisation est une étape qui nécessite l'engagement de l'ensemble du personnel et l'adoption de la philosophie Lean

### III.5 Pérennisation des résultats : Regarder plus loin et au-delà

Nous ne pouvons nous arrêter à ce niveau, car une fois que les causes principales ont été identifiées, il conviendrait de trouver une solution qui permettrait de pérenniser nos résultats à long terme.

## IV. Outils du Lean Manufacturing [5]

Nous pouvons distinguer entre les outils du LM, ceux qui ont pour but de gérer le flux physique, ceux qui améliorent la productivité de l'homme et de la machine en séparant les opérations individuellement et ceux qui ont pour but d'assurer une amélioration continue.



**Figure 8 : Les outils du Lean Manufacturing.**

### IV.1 Outils de gestion de flux pour préparer une plateforme exploitable

#### IV.1.1 Value Stream Mapping (VSM)

Le VSM est une méthode qui permet de cartographier visuellement le flux des matières et de l'information allant de la matière première jusqu'au produit fini.

Le flux de matières, dans cette définition, veut dire tout mouvement des matières premières et des produits. Ainsi le flux d'informations c'est lui qui permet à chaque unité de production de savoir ce qu'elle va faire ou fabriquer dans les minutes qui viennent. Cet outil a l'intérêt de :

- ☞ Visualiser le flux de production dans son ensemble ;
- ☞ Visualiser les relations entre les flux de matière et d'information ;
- ☞ Identifier les gaspillages et ses causes ;
- ☞ Faire communiquer les gens impliqués.

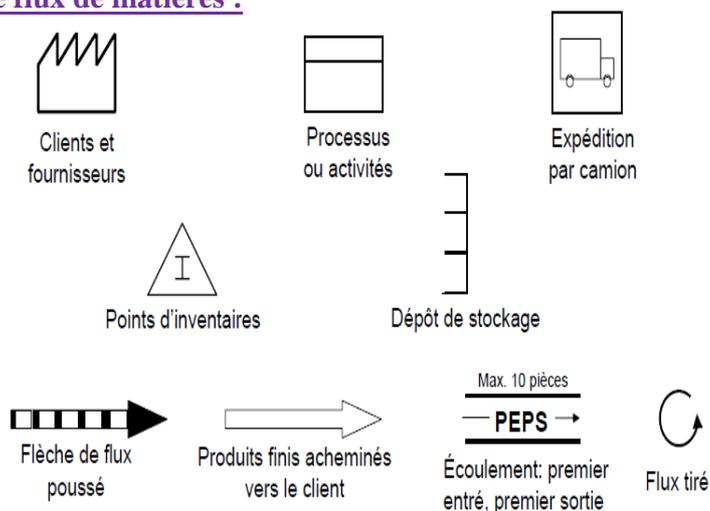
### a- Etapes d'implantation du VSM

La mise en place du VSM consiste en trois phases distinctes :

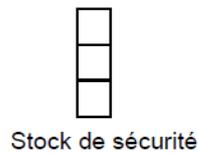
- ☞ Déterminer les exigences des clients ;
- ☞ Dessiner les étapes de processus
- ☞ Collecter les données sur le processus : Collecter et ajouter les données relatives au processus :
  - Temps de cycle
  - Taille des lots
  - Nombre d'opérateurs
  - Nombre d'équipes
- ☞ Collecter les données sur le stock
- ☞ Déterminer les flux externe de matière :
  - Fréquence de réception des livraisons
  - Fréquence des livraisons client
  - Fréquence des coûts pour livraison express
- ☞ Dessiner les flux interne de matière et d'information : Déterminer s'il s'agit d'un flux poussé ou tiré
- ☞ Calculer le délai et le temps travaillé et non travaillé.

### b- Symboles utilisés dans le VSM

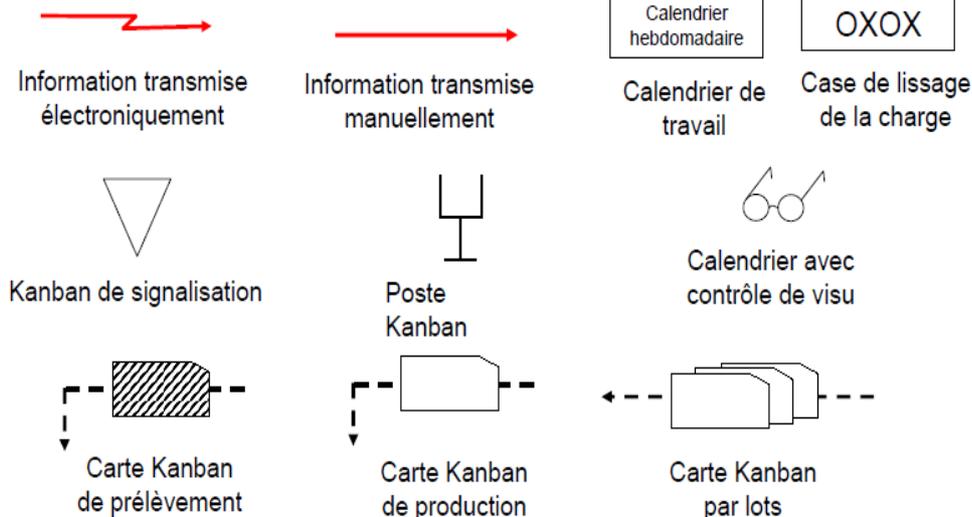
#### ➤ Icônes de flux de matières :



➤ □ Icônes générales :



↻ Icônes de flux d'information :



#### IV.1.2 Taux de rendement synthétique

Le Taux de Rendement Synthétique est un indicateur fondamental de la mesure de la performance industrielle. Il est employé dans la majeure partie des cas dans des industries de manufacture (Système de production). Il permet de répondre à de nombreuses questions stratégiques (actions à engager pour optimiser la production, efficacité de l'organisation, besoin d'investissement...).

Il exprime la réalité de fonctionnement par rapport à un idéal de fonctionnement, et permet de visualiser les différentes pertes de rendement d'utilisation, de performances et de qualité.

$$\text{TRS} = \text{Taux de disponibilité} * \text{Taux de performance} * \text{Taux de qualité}$$

#### IV.1.3 Méthode des 5S

Les 5 S ont pour objectif de standardiser les activités de rangement, de mise en ordre et de nettoyage des lieux de travail afin d'améliorer l'état actuel de l'entreprise et préparer une plateforme capable d'accepter les nouveaux changements apportés par la philosophie du Lean Manufacturing. 5S signifie cinq mots en japonais qui commencent par S et qui veulent dire :

- a-Eliminer
- b-Ranger
- c-Nettoyer
- d-Standardiser
- e-Respecter

## IV.2 Outils d'amélioration des opérations individuelles

### IV.2.1 Management visuel

Le management visuel est basé sur la visibilité et la transparence des résultats en temps réel. Le but ici, est d'améliorer la réactivité pour réagir rapidement face aux dérives vis-à-vis de l'objectif fixé par le management, ou de corriger un problème technique. La cellule de zone souhaitée gère son propre panneau d'affichage d'indicateurs in situ.

Les membres de l'équipe sont autonome et mettent à jour leurs indicateurs analysent leur performance et décident des actions correctives nécessaires.

### IV.2.2 Standardisation

Le Standardized Work, est l'exécution d'une séquence selon la meilleure façon de procéder, le standard. Il vise à garantir la répétabilité des performances des opérations, ainsi que d'éliminer les variations qui pourraient diminuer ces performances.

Les principes du Lean fonctionnent mal si chacun est autorisé à choisir sa propre méthode de travail ou la séquence de travail pour accomplir une tâche, car le résultat est imprévisible. Dans un tel contexte, l'amélioration continue n'amène au mieux qu'une variante de plus, qui elle-même sera parfois utilisée et souvent ignorée.

La description précise du travail, suite à l'étude attentive et aux améliorations apportées, permet de :

- ❖ former les opérateurs selon un standard, documents à l'appui et de former tous les opérateurs de la même manière, à la même manière de procéder,
- ❖ maîtriser les coûts, la qualité et les délais en éliminant les causes de variabilité
- ❖ intégrer la sécurité des exécutants dans le mode opératoire
- ❖ capitaliser les connaissances et meilleures pratiques, avant de les mutualiser par la formation.

Les étapes de la mise en œuvre :

#### **a- Observation**

**b- Atelier avec les opérateurs :** Cette étape consiste à introduire et expliquer la notion de standard et préparer l'atelier avec les opérateurs en déterminant ensemble la meilleure méthode et on identifie les leviers à améliorer.

**c- Rédaction :** Rédiger des documents relatifs au standard

**d- Formation :** Présenter le standard et visualiser de nouvelles méthodes de travail,

**e- Validation** : mise en œuvre de standard sur le terrain, et accompagnement quotidien des standards pour détecter les problèmes et s'améliorer.

#### IV.2.3 Réduction des temps de réglage "SMED"

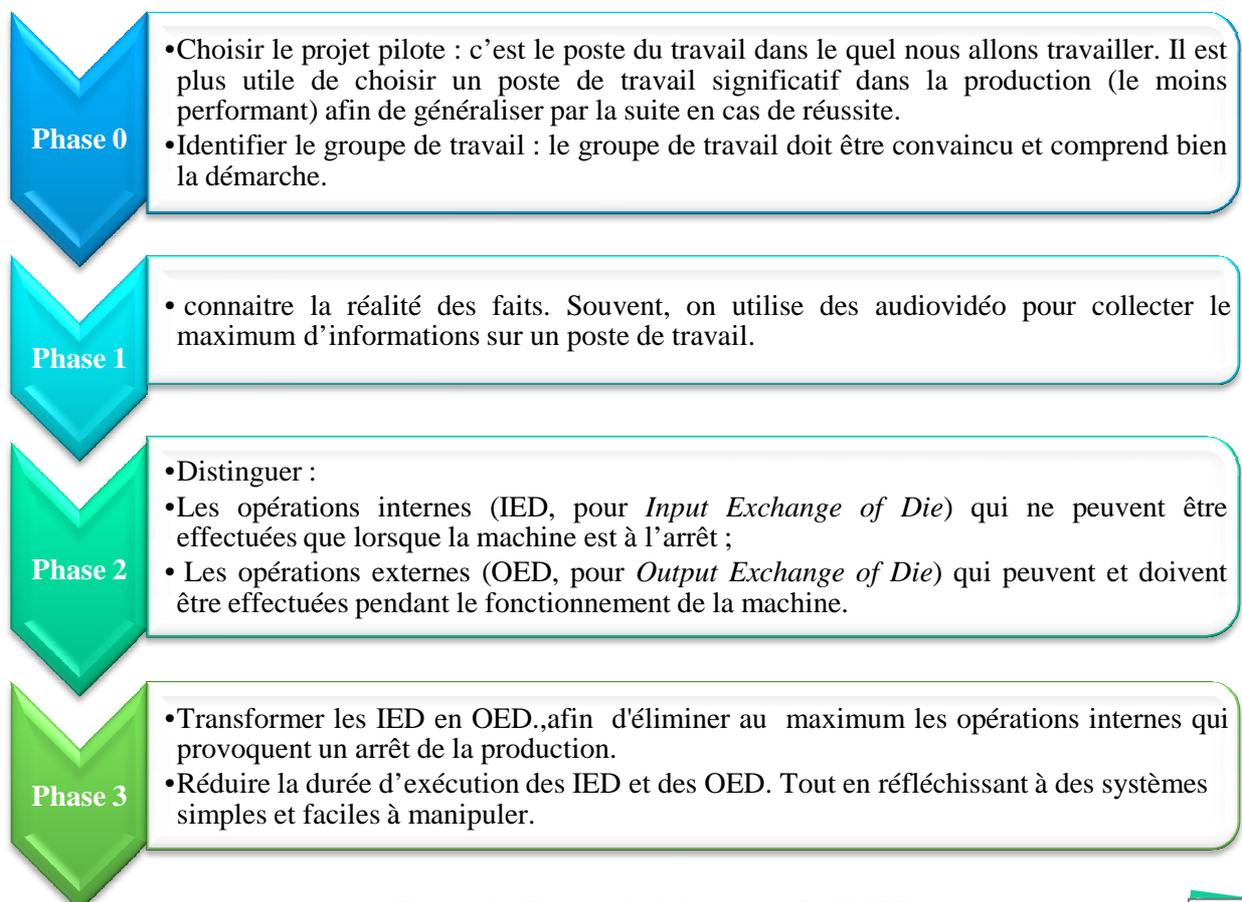
SMED (Single Minute Exchange of Die) qui signifie l'échange d'outils en moins de 10 minutes est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié.

Le SMED repose sur la distinction entre trois types d'opérations :

- Opérations inutiles : elles entraînent des pertes de temps qu'il faut éliminer ;
- IED : elles nécessitent l'arrêt complet de la machine pour pouvoir être effectuées en temps masqué. Elles consistent notamment à rapprocher les matières de la machine, à préparer les pièces à changer ou bien les outils nécessaires à ces changements....
- OED : sont celles qui peuvent être réalisées quand la machine est en marche.

L'idée générale du SMED est de supprimer toutes les opérations inutiles et de convertir les opérations internes en opérations externes afin de limiter les temps d'arrêt de la machine.

La démarche à adopter par l'entreprise peut être résumée en quatre étapes majeures :



**Figure 9 : Etapes d'élaboration de SMED**

### Chapitre3 :

## Mise en place de la Démarche “Lean Manufacturing “ dans la ligne bouteille SERAC

Après avoir défini le périmètre de notre étude, nous avons procédé à un diagnostic de l'existant afin de révéler les sources de pertes les plus pénalisantes, ensuite nous déterminerons les actions d'amélioration en vue de palier aux différents types de pertes.

## I. Introduction

Après avoir défini le périmètre de notre étude, nous avons procédé à un diagnostic de l'existant. Ce diagnostic s'opère sur trois dimensions interdépendantes à savoir :

### ↳ Système opérationnel

Et ce par le biais de deux outils suivants :

- Création de la cartographie de flux de valeur (VSM) pour ramasser les informations sur le processus de façon rapide et visuelle afin d'aider à cibler les problèmes.
- Suivre la disponibilité, la performance et la qualité de la ligne par l'indicateur TRS pour déterminer les sources de faiblesse de la ligne étudiée.

### ↳ Infrastructure managériale

Et ce par une auto-évaluation de la gestion de performance, afin de favoriser un niveau de performance élevé

### ↳ Etat d'esprit et comportement

A ce niveau, le diagnostic se fait à travers une enquête sociale auprès du personnel, celle-ci a pour but de recueillir des renseignements sur leur attitude ainsi que leur satisfaction vis à vis du changement.

A la lumière de ce diagnostic, nous avons pu mettre le point sur les sources de pertes les plus pénalisantes de la ligne bouteille. Ceci nous a guidé à la priorisation des actions qui doivent être menées, en prenant le soin de palier aux différents types de pertes.

Ce plan d'action récapitule :

- Actions d'amélioration pour les arrêts décelés au cours du diagnostic :
  - ✓ Arrêts dues au manque de charge
  - ✓ Arrêts techniques
- Gestion de performance par la création d'une application en utilisant un outil informatique spécialisé
- Application des outils de Lean Manufacturing
  - ✓ Standardisation
  - ✓ SMED

## II. Définition du Périmètre d'étude

L'étude est réalisée sur la ligne bouteille « **SERAC** ». Elle est dédiée au conditionnement de deux formats de produits : 330g, 250g. Les produits finis qui sortent de la ligne sont Comme suit:

- Jus de fruit au lait 250g (mangue, orange-fraise et pêche)
- Yaourt à boire 330g (vanille, ammande , fraise, avocat, pêche et melon)
- Raïbi 250g



**Figure10: Produits de la ligne bouteille « SERAC»**

### II.1 Présentation de la ligne bouteille SERAC

#### a- Aspect personnel

Trois équipes se succèdent alternativement sur la conduite de la ligne bouteille SERAC lors de la production afin d'assurer le fonctionnement sans arrêt pendant 24/24 h de cette ligne. Chaque équipe est composée d'un pilote et son adjoint affectés aux différents postes de la ligne.

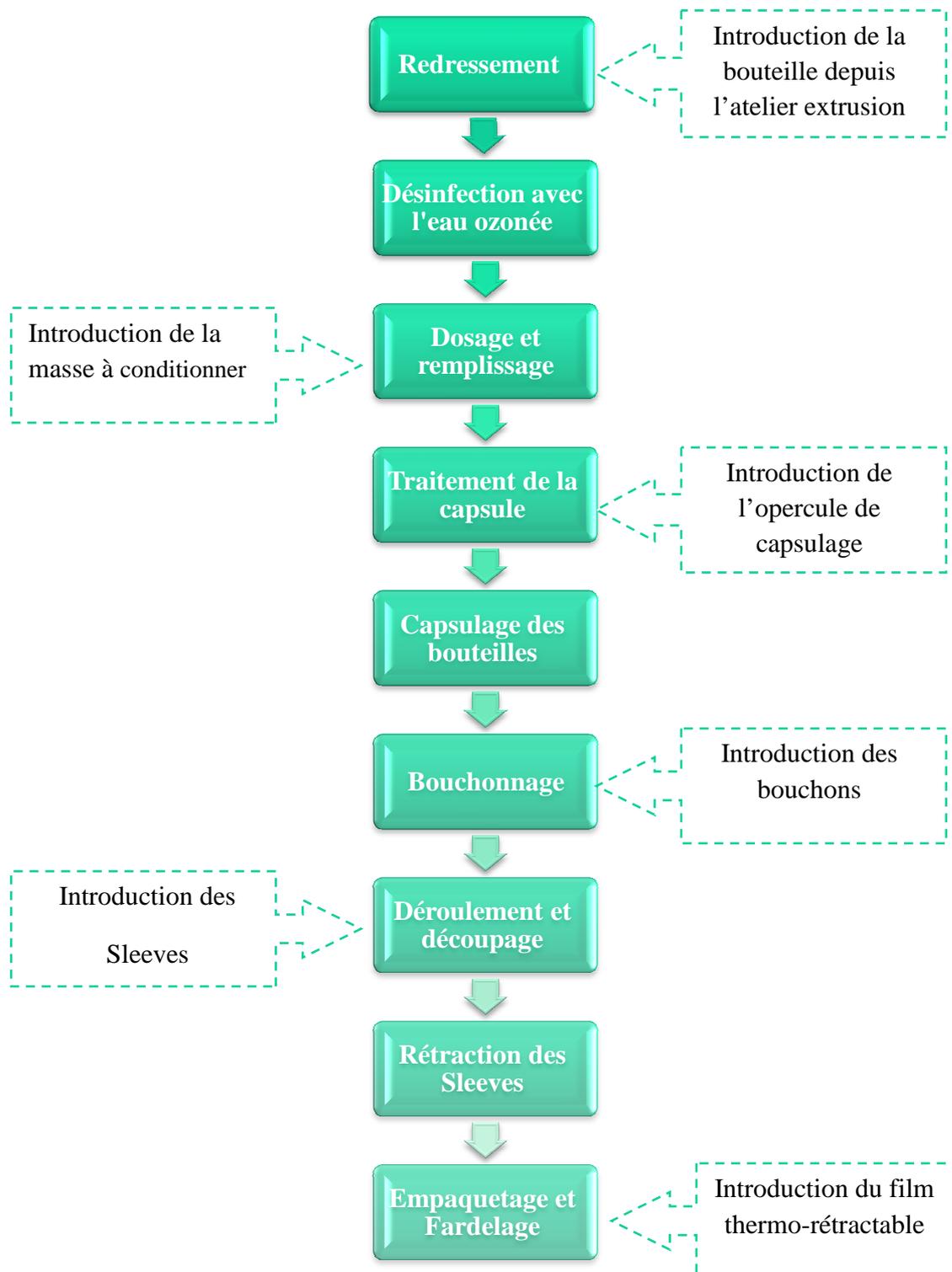
#### b- Aspect machine

La ligne bouteille SERAC regroupe les cinq machines suivantes :

- LANFRANCHI : cette machine permet le redressement et l'introduction des bouteilles depuis l'atelier d'extrusion.
- SERAC : cette machine permet le remplissage des bouteilles par du mix.
- SLEEVEUSE: cette machine permet le montage du décor (sleeve) sur les bouteilles remplies au niveau de SERAC.
- FOUR SLEEVE: permet la rétraction du décor sous l'effet de la température.
- FARDELEUSE: cette machine permet de ranger et d'emballer les bouteilles en paquets de 6 bouteilles.

## II.2 Aperçu global sur le fonctionnement de la ligne bouteille

Pour mener à bien le conditionnement des produits, la ligne bouteille SERAC passe par les différentes étapes du diagramme présenté ci-dessous :



**Figure 11 : Aperçu global sur le fonctionnement de la ligne bouteille**

### III. Diagnostic et analyse de l'existant

#### III.1 Système opérationnel

##### III.1.1 Construction de cartographie des flux de valeur

Le Value Stream Mapping est un outil efficace utilisé pendant la phase de diagnostic pour visualiser la chaîne de production dans son ensemble, allant de la matière première jusqu'au produit fini.

Afin de répondre à ce besoin, nous avons constitué la cartographie de la chaîne de valeur de l'état actuel de la ligne bouteille SERAC

Pour ce faire nous avons opté la démarche suivante :



**Figure 12 : Démarche de construction de VSM**

#### Collecte des informations

Pour tracer la carte de l'état actuel, on a besoin des informations qui figureront sur la carte, C'est pour cela on a procédé à une collecte des informations. Ces informations sont choisies en fonction des paramètres internes et du secteur d'activité.

La présentation des résultats de cette collecte est détaillée dans le tableau ci-dessous :

**Tableau n° 2 : Collecte des informations pour la construction de VSM**

<b>Exigences du client</b>	<p>Le client est le supply chain.</p> <p>La demande client est de l'ordre de <b>1373009</b> unités pendant le mois de Février.</p>
<b>Fournisseurs</b>	<p>Dans le cas de la ligne bouteille, il ya trois fournisseurs à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Salle d'extrusion : qui livre les bouteilles requis pour l'étape de conditionnement.</li><li>• Magasin matière première : qui fournit les matières premières nécessaires à la fabrication du produit (sleeve, PEHD, film rétractable, bouchons, capsule...)</li><li>• Processus : qui fournit la masse blanche.</li></ul>

<b>Étapes de processus</b>	Le produit passe par les étapes citées précédemment (figure 11)		
<b>Nombre d'opérateurs</b>	deux équipes se succèdent alternativement sur la conduite de la ligne bouteille, chaque équipe est composée de 4 opérateurs : pilote de la ligne, son adjoint et 2 opérateurs qui s'occupent de la palettisation.		
<b>Cadence</b>	La vitesse de production, il se calcule en divisant une durée par le nombre d'éléments produits par le processus pendant ce laps de temps. cadence = 250 u/ min		
<b>Temps de cycle</b>	Temps de cycle=Temps nécessaire pour produire une unité		
	Poste	Cadence	Temps de cycle
	-Redresseur bouteilles	17000 UV/H	TC=0.21s
	- Remplisseuse SERAC	15000 UV/H	TC=0.24s
	- Sleeveuse	15360 UV/H	TC=0.23s
	- Four sleeve	15360 UV/H	TC=0.23s
- Fardeuse	16200 UV/H	TC=0.22s	
<b>Takt time</b> [6]	Le Takt time C'est le temps nécessaire pour produire ce dont a besoin le client. Il se définit par le rapport : $Takt = \frac{\text{temps de travail disponible (en min)}}{\text{demande client(en unités)}}$ . Avec : Temps de travail disponible= temps de production hors pauses programmées.		
	Temps de travail disponible	Demande client	Takt time
	13786 min	1373009 unités	0,6 s
<b>Lead time</b> [6]	Temps de défilement ou délai de production. Il désigne le temps de traversée d'un processus, c'est-à-dire de la réception jusqu'à l'obtention des produits finis.		

**Dessin de l'état actuel**

La carte du flux actuel a été tracée manuellement, avant qu'elle soit refaite sous format numérique à l'aide de logiciel Edraw Max (voir figure 13).



# VALUE STREAM MAPPING DE LA LIGNE BOUTEILLE SERAC

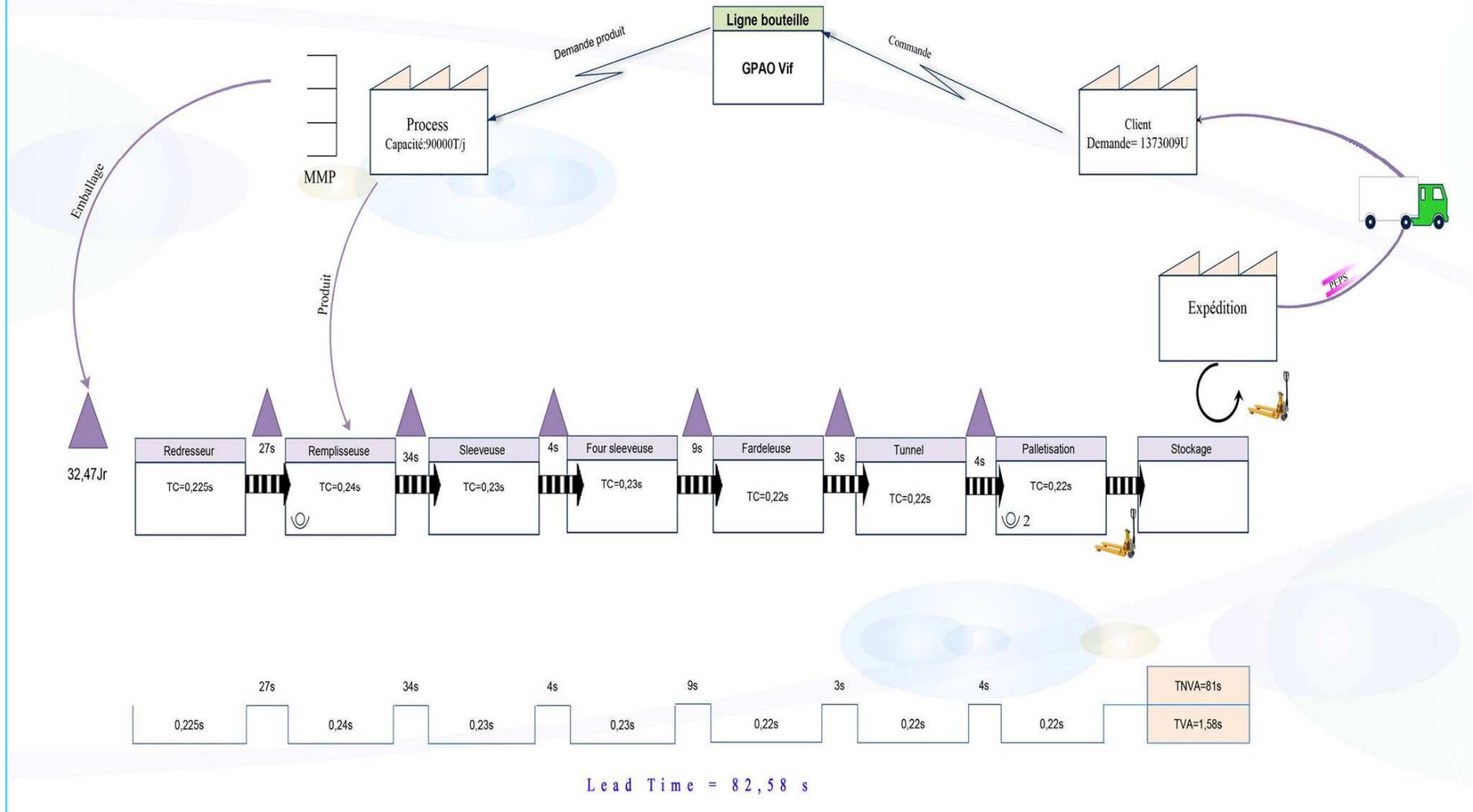


Figure 13 : Cartographie des flux de valeur de la ligne bouteille SERAC

## Analyse du VSM

L'analyse de la carte actuelle a été faite sur trois niveaux. Le premier consiste à étudier les temps d'exécution réel et théorique, le deuxième permet d'extraire les temps à valeur ajoutée et à NVA Quant au troisième niveau était consacré au diagnostic de l'état de stock.

↳ Le temps nécessaire pour produire la commande demandée par le client est de 5492,03 min sachant que la cadence de la ligne SERAC est de 250 u/min, alors qu'elle a été exécutée dans 13786 min ; notre client est prêt à payer pour 5,72 jours du travail et nous lui livrons le tous en 14,36 jr "en raisonnant sur deux équipes ". Lorsqu'on compare le temps du travail réel et celui théorique, on constate qu'il y existe une grande différence, alors d'où vient ce temps perdu ? Cet écart nous a permis de mettre en lumière les différentes causes susceptibles de générer le dysfonctionnement des machines et engendrent l'arrêt répétable de la ligne, par conséquent provoquent des pertes de temps de production.

↳ Le lead time ou le temps de défilement de processus est égal **82,58 s**, ce temps rassemble à la fois le temps des activités à VA et celle à NVA :

Temps à valeur ajoutée ou temps de traitement, il s'agit du temps de travail consacré aux tâches de production qui transforment le produit de telle façon que le client accepte de payer pour l'avoir.

$$\text{TVA} = \sum \text{TC} = 1,58 \text{ s}$$

Temps à non valeur ajoutée c'est le temps de transport de bouteille d'une machine à autre par l'intermédiaire d'un convoyeur ; malgré qu'il soit élevé, on ne peut pas le supprimer ou l'éliminer car il correspond à une activité indispensable dans le processus de conditionnement, mais on peut l'optimiser par l'augmentation de vitesse de convoyeur ou la réduction de la longueur de ce dernier afin de rendre ce temps plus petit possible et minimiser les pertes.

↳ L'inventaire de l'emballage à la date de 31 Janvier, mentionné que l'entreprise a en stock de bouteilles une quantité de 3105263 unités, ce stock nécessite un temps estimé en 32,47 jours pour le consommé selon le rythme de production :

$$\text{Stock} * \text{Takt time} = 32,47 \text{ jours}$$

D'après la comparaison du temps de conditionnement qui est de 14,36 jr avec ceux de stockage, on conclure que le stock de bouteilles est en excès par rapport à la quantité produite.

Sachant que les bouteilles sont constituées de plastique et stockées dans des sachets en grandes quantités, elles peuvent se déformées vue la manière de stockage et le poids des sachets.



**Figure 14 : Stockage des bouteilles dans des sachets**

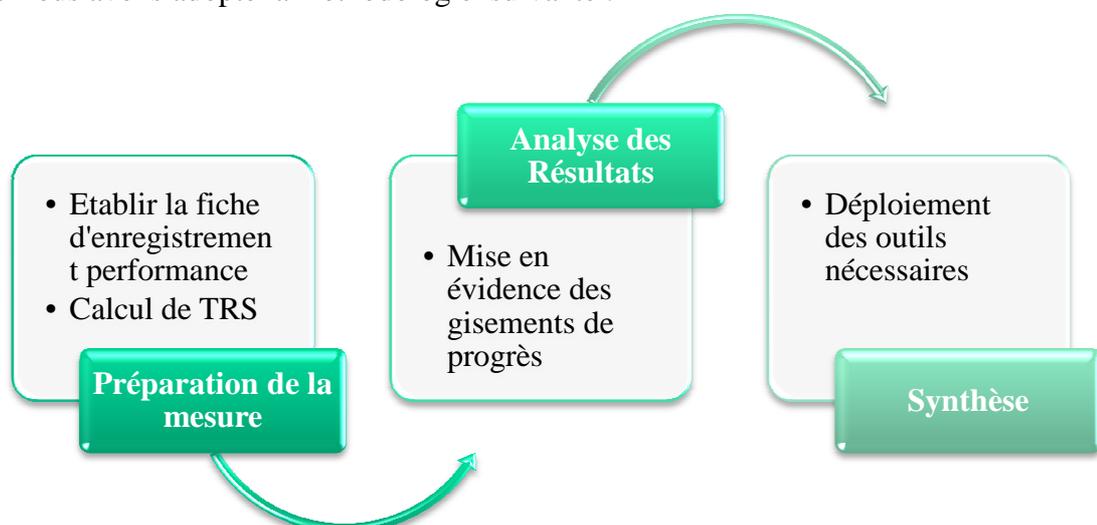
La déformation des bouteilles ainsi que le mélange entre les différents formats, provoquent des problèmes (blocage) au niveau de la ligne, influençant sur le fonctionnement des machines. Alors il faut assurer une gestion de stock qui respecte les contraintes et répond au besoin de production.

### **III.1.2 Suivi du taux de rendement synthétique**

Taux de rendement synthétique (TRS) est un indicateur clé de performance, son intérêt principal réside dans sa faculté à fournir une vision synthétique et sévère sur le niveau de la performance atteint dans une ligne de production.

En vue de mesurer l'efficacité de la ligne bouteille on a procédé un suivi mensuel de cet indicateur afin d'assurer la traçabilité des arrêts survenus sur la ligne et mettre en évidence les causes de perte de performance sur lesquelles un plan d'action est mis en place.

Pour cela nous avons adopté la méthodologie suivante :



**Figure 15: Méthodologie de suivi du TRS**

## Préparation de la mesure

### i- Fiche d'enregistrement performance

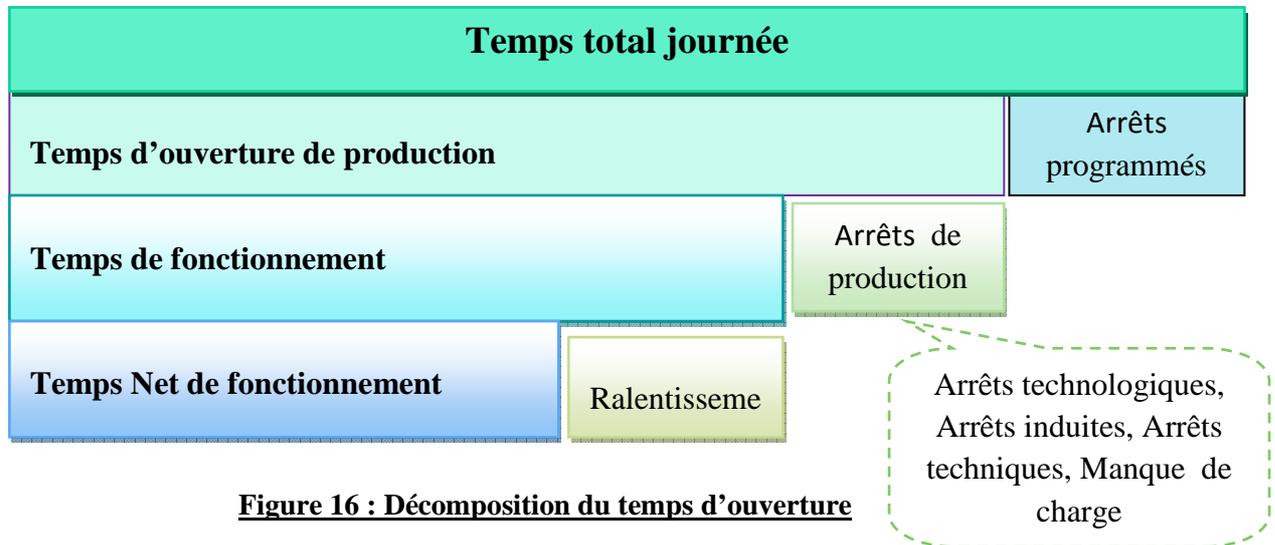
Pour effectuer le suivi de cet indicateur, on a proposé de standardiser le travail par la mise en place des fiches d'enregistrement performance ligne bouteille (**voir annexe 1**), nous avons jugé essentiel de détailler de façon claire avec la collaboration des pilotes de la ligne et de l'équipe maintenance les différents types d'arrêts cités ci-dessous

**Tableau n° 3 : différents types d'arrêts**

Arrêts programmés	<p>Ce sont les arrêts planifiés au préalable et dont la durée d'arrêts est connue.</p> <p>Ce type comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Formation des opérateurs</li><li>▪ Réunions, pauses</li><li>▪ Maintenance préventive</li></ul>
Arrêts technologiques ou opérationnels	<p>Ce type d'arrêts concerne :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Les arrêts pour changement de format : ce sont les arrêts pour passer d'une forme à une autre.</li><li>▪ Les arrêts pour changement de consommable : qui sont résumés en changement de sleeve, film thermo-rétractable</li><li>▪ Les arrêts pour changement du parfum « fruit »</li><li>▪ Les arrêts NEP (nettoyage en place)</li></ul>
Arrêts induites	<p>Ils concernent :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Manque produit</li><li>▪ Manque Ressources (Opérateurs)</li><li>▪ Manque Palettes</li><li>▪ Manque Emballage</li><li>▪ Retards Approvisionnement</li></ul>
Arrêts techniques	<p>Ils sont composés des</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Arrêts Conditionneuse</li><li>▪ Arrêts Lanfranchi</li><li>▪ Arrêts Sleeveuse</li><li>▪ Arrêts Four Sleeve</li><li>▪ Arrêts Fardeuse</li><li>▪ Problème bouteille</li></ul>
Manque de charge	<p>Ce type d'arrêt dépend de la charge de production (programme de production)</p>

## Calcul du TRS

La collecte des données relatives aux différents types d'arrêts a permis de calculer le TRS. Afin de simplifier les mesures, le calcul a été fait par excel en se basant sur les formules suivantes:



**Figure 16 : Décomposition du temps d'ouverture**

**Temps total journée** : sur 2 équipes, la durée de chaque équipe représente 8 h, donc on peut dire que le temps total journée ici est de 16h

$$\text{Temps d'ouverture de production} = \text{Temps total journée} - \text{Arrêts programmés} \quad \text{A}$$

$$\text{Temps de Fonctionnement} = \text{Temps d'ouverture de production} - \text{Arrêts de production}$$

$$\text{Temps Net de Fonctionnement} = \text{Temps de fonctionnement} - \text{Ralentissement}$$

Avec :

$$\text{Ralentissement} = \text{temps de fonctionnement- Non qualité en min} - \text{Temps utile}$$

$$\text{Temps utile} = \frac{\text{Quantités conformes}}{\text{Cadence machine}} \quad \text{B}$$

$$\text{Non qualité en min} = \frac{(\text{Quantités à recycler} + \text{Quantités non conformes} + \text{Pertes en emballages})}{\text{Cadence machine}}$$

Ainsi :

$$\text{Disponibilité machine} = \frac{\text{Temps de fonctionnement}}{\text{Temps d'ouverture de production}}$$

C

$$\text{Performance ligne} = \frac{\text{Temps Net de fonctionnement}}{\text{Temps de fonctionnement}}$$

D

$$\text{Taux de qualité} = \frac{\text{Temps utile}}{\text{Temps Net de fonctionnement}}$$

E

Le calcul du TRS a été réalisé selon la formule suivante : (Défini par la norme NF E60-182) [7]



$$\text{TRS} = C \times D \times E = \frac{B}{A}$$

Suite à des suivis quotidiens et hebdomadaires du TRS, un rapport mensuel a été élaboré afin de bien visualiser les taux de disponibilité, de qualité et de performance de la ligne étudié.

Le tableau suivant représente alors le rapport du suivi mensuel du TRS :

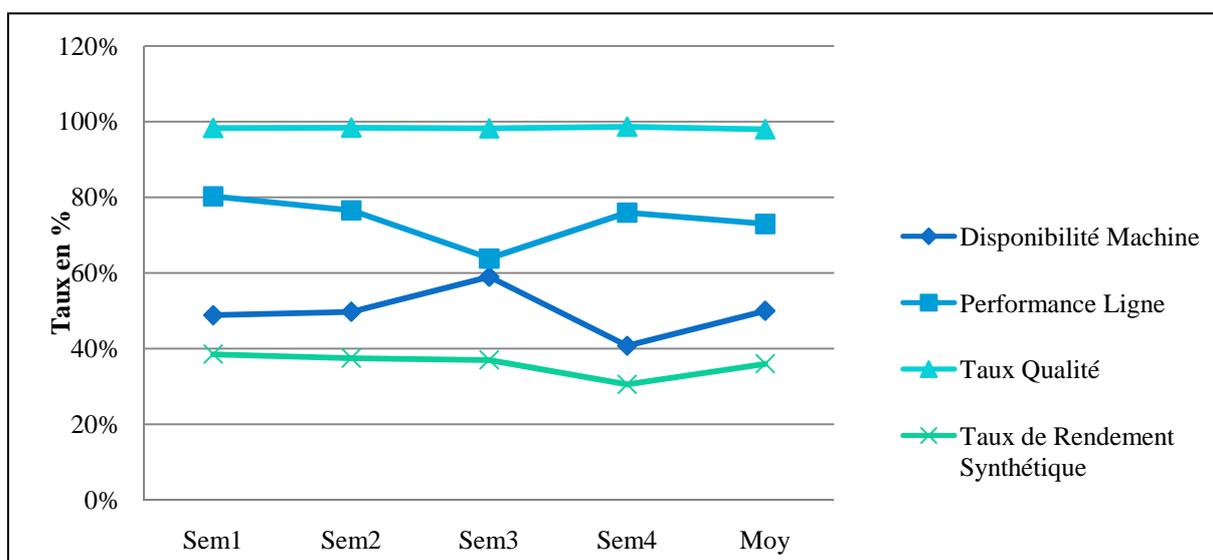
**Tableau n° 4 : Rapport du suivi mensuel du TRS de 13 mars au 5 avril**

	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Mois
Arrêts Programmés (réunion, pause...)	17	0	34	0	51
Manque de charge	343	1159	746	881	3129
NEP et/ou sanitation	140	40	37	83	300
Retards Approvisionnement	114	27	64	52	257
Changement de format	103	302	138	78	621
Changement de fruit	132	48	47	307	534
Manque Ressources (Opérateurs)	8	0	4	0	12
Manque Produit	0	5	0	0	5
Problème bouteilles	131	70	93	118	412
Changement de consommable	249	59	12	185	505
Arrêts Conditionneuse	64	416	100	0	580
Arrêts Sleeveuse	4	24	23	6	57
Arrêt lanfranchi	0	3	46	4	53
Arrêts Fardeleuse	8	18	53	277	356
Pertes Emballage Vide en unité	0	0	23	0	23
Quantité non Conforme en unités	529	1379	2031	124	4063
Quantité à recycler en unités	3649	5060	3495	3268	15472
Quantités Conformes	243981	404827	307863	256601	1213272
Temps d'ouverture	2533	4320	3326	3360	13539
Temps de fonctionnement	1237	2149	1963	1369	6718
Ralentissement	244,364	503,936	709,352	329,028	1786,68

Temps Net de fabrication	992,636	1645,064	1253,648	1039,972	4931,32
Non Qualité en min	16,712	25,756	22,196	13,568	78,232
Temps Utile	975,924	1619,308	1231,452	1026,404	4853,088
<b>Disponibilité Machine</b>	<b>49%</b>	<b>50%</b>	<b>59%</b>	<b>41%</b>	<b>50%</b>
<b>Performance Ligne</b>	<b>80%</b>	<b>77%</b>	<b>64%</b>	<b>76%</b>	<b>73%</b>
<b>Taux Qualité</b>	<b>98%</b>	<b>98%</b>	<b>98%</b>	<b>99%</b>	<b>98%</b>
<b>Taux de Rendement Synthétique</b>	<b>38,5%</b>	<b>37,48%</b>	<b>37,0%</b>	<b>30,5%</b>	<b>36%</b>

### b- Analyse des résultats

Pour faciliter l'interprétation des résultats du suivi de TRS, une représentation graphique est effectuée comme suit :



**Figure 17 : L'évolution mensuelle du TRS pour la ligne SERAC**

Les résultats de la figure montrent un TRS diminuant graduellement de la première à la quatrième semaine d'étude. On obtient finalement un TRS global de l'ordre de 36% sur les quatre semaines. Ce dernier n'atteint pas une valeur supérieure ou égale la valeur visée qui est de 45%, donc la ligne bouteille SERAC est critique.

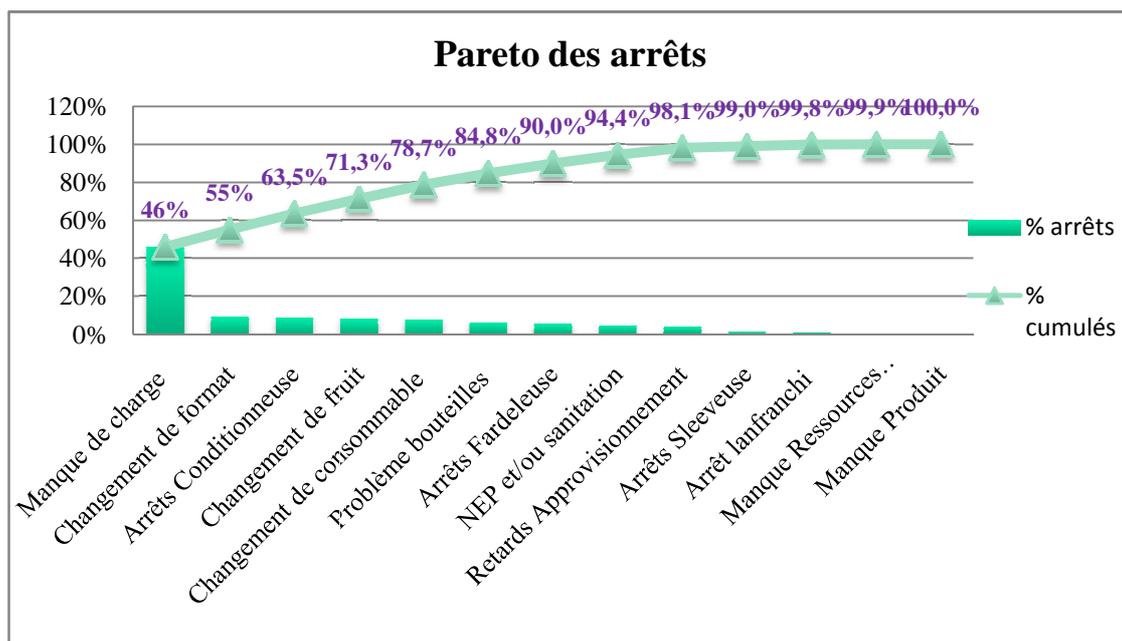
Ces faibles valeurs du TRS nécessitent d'analyser en détail les pertes engendrées par les temps d'arrêts pour se focaliser sur les plus pénalisants.

Pour ce faire, nous avons cumulé tout au long de cette période, les durées d'arrêts survenus sur la ligne en minutes. L'objectif est de mettre en évidence les pertes importantes par rapport au moins importantes comme les reflète le tableau et le diagramme de Pareto suivants :

**Tableau n° 5 : pourcentage des différents arrêts au niveau de la ligne bouteille**

Type d'arrêts	temps	% arrêts	% cumulés
Manque de charge	3129	46%	46%
Changement de format	621	9%	55%
Arrêts Conditionneuse	580	8,5%	63,5%
Changement de fruit	534	7,8%	71,3%
Changement de consommable	505	7%	78,7%
Problème bouteilles	412	6%	84,8%
Arrêts Fardeleuse	356	5%	90,0%
NEP et/ou sanitation	300	4%	94,4%
Retards Approvisionnement	257	3,8%	98,1%
Arrêts Sleeveuse	57	1%	99,0%
Arrêt lanfranchi	53	1%	99,8%
Manque Ressources (Opérateurs)	12	0,2%	99,9%
Manque Produit	5	0,1%	100,0%
<b>Total</b>	<b>6821</b>	<b>100%</b>	

D'après les données du tableau ci-dessus nous traçons le diagramme Pareto des arrêts :



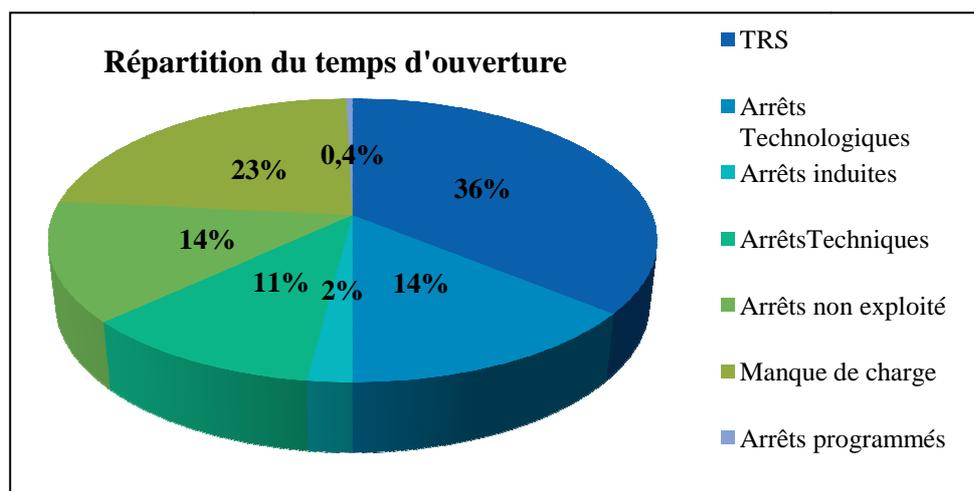
**Figure 18 : Diagramme Pareto des arrêts survenus sur la ligne bouteille**

### c- Synthèse

On constate d'après le graphique de Pareto que les six premiers arrêts sont responsables de 84,8% du temps perdu, d'où la nécessité de les retenir, ainsi les arrêts auxquels nous allons essayer d'y trouver des solutions sont les suivantes :

- Manque de charge
- Changement de format
- Arrêts conditionneuse,
- Changement de fruit,
- Changement de consommable,
- Problème bouteilles.

Pour les arrêts dus au manque de charge, nous avons trouvé d'après le graphique suivant que ce type d'arrêt représente un pourcentage de 23% des pertes totales subis par la ligne bouteille.



**Figure 19 : Répartition du temps d'ouverture**

Pour remédier à ce type d'arrêt, il convient de saturé au maximum le programme de fabrication en optimisant l'ordonnancement en fonction des commandes avec le service supply chain afin d'améliorer le TRRS de la ligne.

Ainsi, pour les arrêts techniques tel que les arrêts conditionneuse et problème bouteilles, un plan d'action est mise en place afin de mettre en évidence les causes de chaque arrêts.

Alors que pour les arrêts dus aux changements de format, changement de fruit, et changement de consommable l'application de la méthode SMED (Single Minute Exchange of Die) permettra la réduction du temps perdu par ces changements.

Le détail de ces actions d'amélioration fera l'objet des chapitres suivants.

### **III.2 Infrastructure managériale**

Le diagnostic qui a été réalisé fait ressortir les résultats suivants :

- Absence d'indicateurs synthétique de rendement pour le pilotage de l'activité ;
- Manque d'animation et de communication sur terrain pour motiver les équipes et les faire adhérer aux projets d'amélioration
- Manque de revue hebdomadaire pour le partage et l'amélioration des indicateurs de performance.

Afin d'assurer un suivi d'avancement, et une gestion permanente de performance, nous sommes fixés comme objectif la création d'une application via un système informatique spécialisé.

### **III.3 Etat d'esprit et comportement**

Le diagnostic a été fait à travers une enquête sociale auprès du personnel, celle-ci a pour but de recueillir des renseignements sur :

- ▣ leur état d'esprit vis à vis du changement
- ▣ Les problèmes et opinions susceptibles de constituer des obstacles au changement pour l'amélioration

Au cours des réunions, l'analyse de l'enquête fait ressortir les résultats suivants :

- ▣ Tout le monde est conscient du besoin au changement pour l'amélioration
- ▣ Il y a nécessité de mise en place d'un système de gestion des compétences: La récompense en fonction de la performance est la clé de réussite de la démarche lean.

## **IV. Application des outils d'amélioration**

Le diagnostic que nous avons réalisé sur la ligne de conditionnement bouteilles, nous a permis d'identifier les sources de pertes dans le système opérationnel actuel, et de déterminer les lacunes et les faiblesses dans l'infrastructure managériale. Selon les problèmes définis, et ses causes principales un plan d'action efficace était mis en action s'articule dans :

- Le traitement des irritants
- La gestion de performance via une application informatique
- l'implantation des standards
- l'application de méthode SMED.

Ce plan d'action et le suivi de sa réalisation est une étape qui nécessite l'engagement de l'ensemble du personnel et l'adoption de la philosophie Lean afin d'assurer une amélioration continue de la productivité

#### IV.1 Traitement des irritants

Le traitement efficace des irritants permet d'enchaîner sur une culture de progrès continu où les opérateurs émettent régulièrement des idées d'amélioration parce qu'ils ont confiance en leur mise en place rapide, ainsi d'établir une relation de confiance entre management et opérateurs, d'assurer une communication positive et un traitement rapide des problèmes.

Dans notre cas les irritants sont les arrêts techniques tel que les arrêts conditionneuse, et problème bouteilles... appariaient pendant la mesure de TRS et l'analyse des causes d'arrêt de la ligne.

Afin de remédier à ce type d'arrêts, des réunions quotidiennes standards faites, au cours desquelles on détermine avec le pilote de la ligne, l'équipe maintenance, le responsable de production et le coordinateur performance le plan d'action qui doit être menées pour chasser les pertes de performance de la ligne bouteille.



**Figure 20 : Réunion standard quotidienne**

Le tableau suivant représente un extrait des actions correctives misent en place pour faire face aux irritants identifiés :

**Tableau n° 6 : Extrait des actions d'amélioration visant à résoudre les irritants**

Date	Perte de performance	Cause	Action	Pilote	Délai	Réalisation	Efficacité
07/03/2014	arrêt prolongé convoyeur	casse de la chaîne par usure	Changement de la chaîne / éviter les produits chimiques, nettoyage avec l'eau et lessive	Mr Meniani / Mr boukhari	09/03/2014	Accompli	ok
07/03/2014	bourrage déviateur	déformation guide sortie SERAC	Remplacement guide	Mr Meniani	en cours		
15/03/2014	fuite au niveau des bouteilles	bouteilles percées	identification de la cause	Mr Meniani	21/03/2014	Accompli	ok
15/03/2014	Scellage	mauvaise décarottage des bouteilles	augmentation de la pression et température	Mr Meniani	15/03/2014	Accompli	ok
18/03/2014	changement de consommable	autonomie de la bobine réduite / bobine aluminium déformée	Réclamation au magasin MP	Mr Mansouri	21/03/2014	Accompli	ok
18/03/2014	problème convoyeur	coincement bouchons	bouchons non conformes	réclamation au magasin	21/03/2014	Accompli	ok
28/03/2014	sous et surdosage	préparation fraise	vérifier l'écart du dosage à la norme	Mr boukhari et Mr sordo	prochaine production YAB	Accompli	ok
28/03/2014	Manque bouchon	blocage convoyeur élévateur bouchons	nettoyage interne du convoyeur	Mr Meniani	prochain arrêt	Accompli	ok

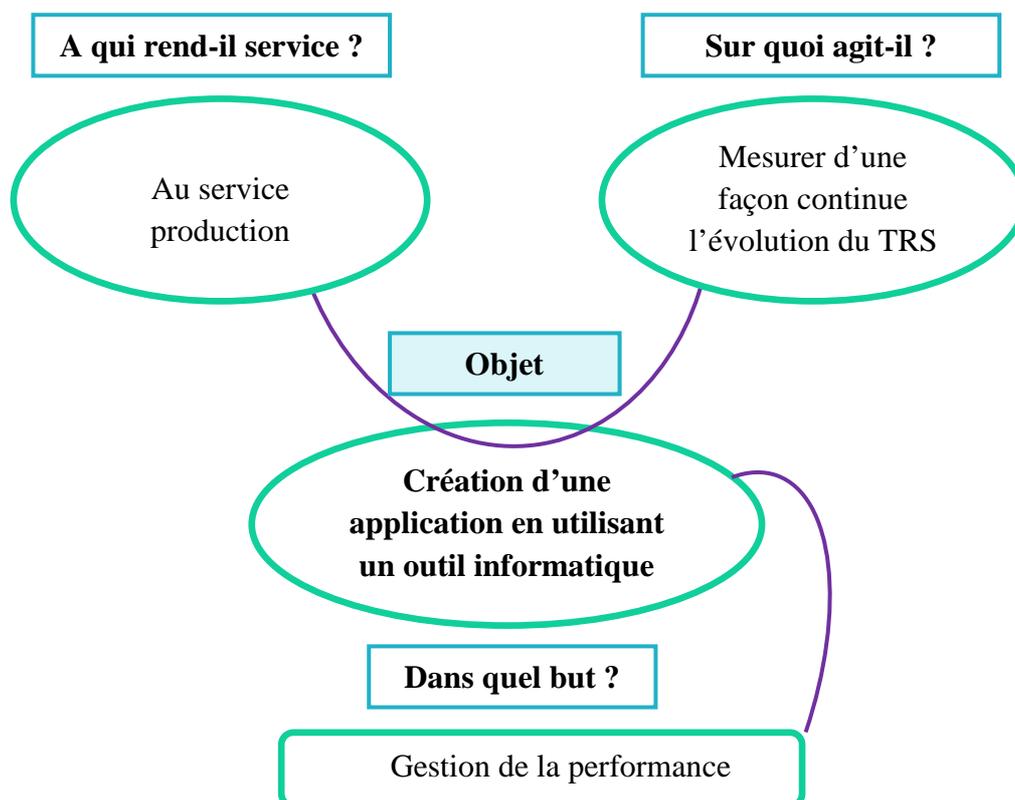
## IV.2 Gestion de performance

La gestion de la performance est l'ensemble des outils et processus permettant l'identification et le traitement des écarts au standard. Il a pour but de planifier et coordonner l'utilisation des ressources d'accroître la performance par la capture de tout le potentiel de l'amélioration continue.

Une gestion adroite et compétente des performances nécessite l'établissement d'objectifs financiers et opérationnels mais aussi la capacité à offrir des résultats de performance en peu de temps et à tous les acteurs de l'entreprise.

Le Taux de Rendement Synthétique ou TRS est un des indicateurs fondamentaux de la gestion de la performance industrielle, il exprime la réalité de fonctionnement par rapport à un idéal de fonctionnement et il permet de visualiser les différentes pertes de rendement d'utilisation, de performances et de qualité. Le suivi de cet indicateur se fait à travers un calcul et traitement des données sur Excel, ce dernier intègre des fonctions de calcul numérique, de représentation graphique....., mais nécessite une saisie fréquente des formules de calcul, ainsi que la gestion de ses résultats ne se fait pas d'une façon continu et ponctuelle c'est pour cela on a pensé à créer une application en utilisant un outil informatique spécialisé : Wamp server, une base de donnée qui permet de calculer automatiquement le TRS, limiter les contraintes de saisie, et au même temps de générer régulièrement des rapports et les analysés systématiquement.

### IV.2.1 Identification de besoin



**Figure 21: Diagramme bête à corne**

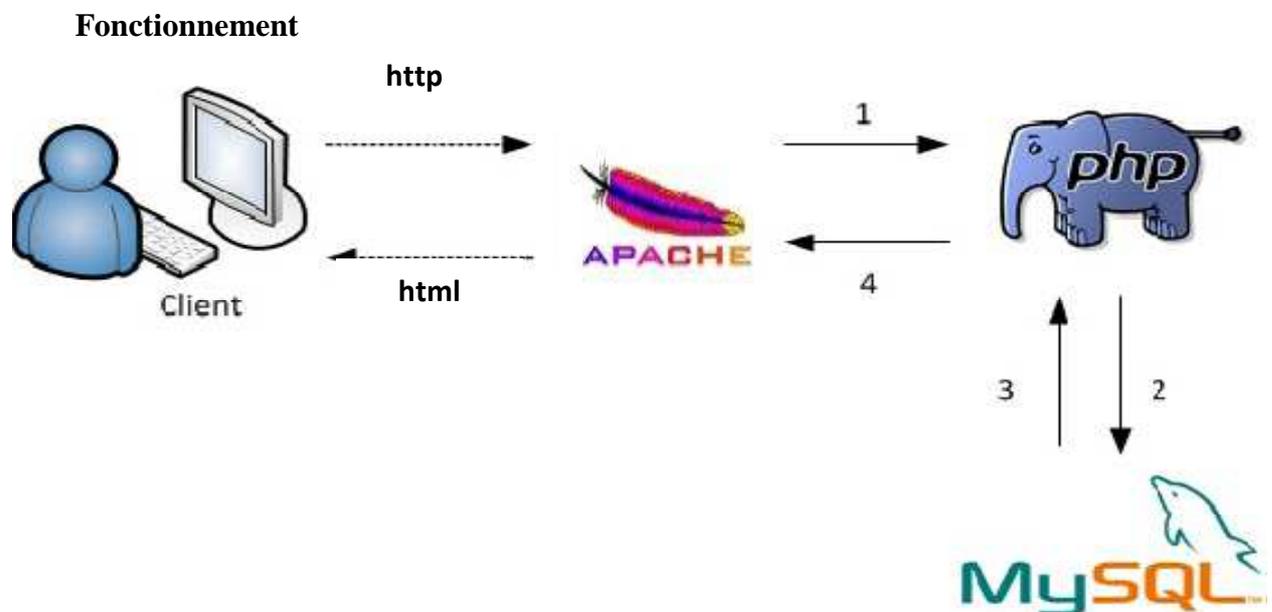
## IV.2.2 Généralité sur WAMPserver [8]

### Concept de base

WAMPserver est une plateforme de développement Web sous **Windows**, permettant de faire fonctionner localement des scripts **PHP**.

WAMPServer n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant un serveur Apache, un interpréteur ou langage de programmation **PHP**, et une base de données **MySQL**.

Il existe plusieurs paquetages qui englobent ces trois éléments : Apache + PHP + MySQL, tout prêts pour Windows, le plus utilisé c'est pack WAMP Server qui a l'avantage d'être régulièrement mis à jour et disponible en français.



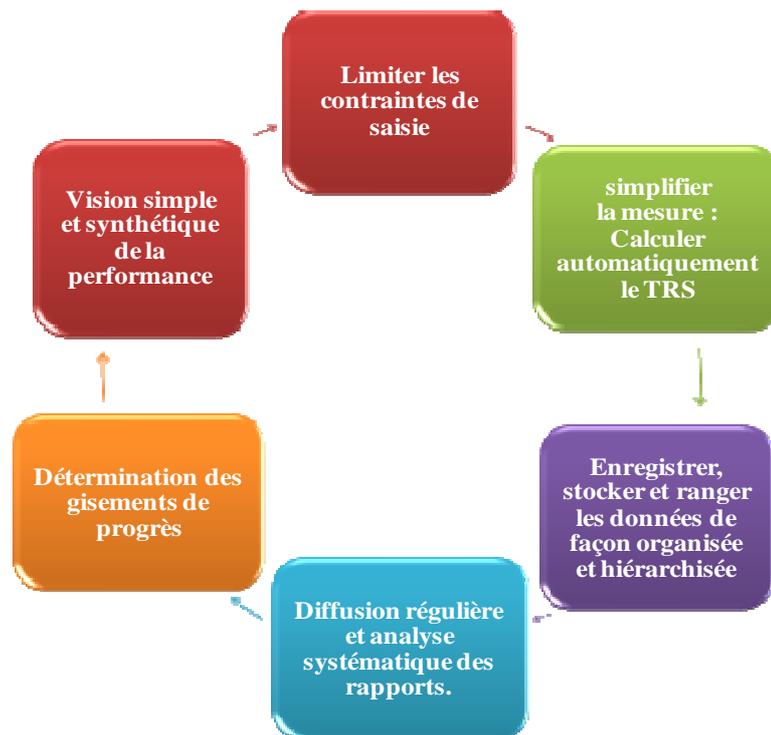
**Figure 22 : Fonctionnement de WAMPserver**

La demande client est transférée au serveur via un protocole http de communication client-serveur

- 1- le serveur apache utilise toujours PHP, il lui fait donc passer le message ;
- 2- PHP effectue les actions demandées et se rend compte qu'il a besoin de MySQL. En effet, le code PHP contient à un endroit « Va demander à MySQL d'enregistrer ce message ». Il fait donc passer le travail à MySQL
- 3- MySQL fait le travail que PHP lui avait soumis et lui répond « O.K., » ;
- 4- PHP renvoie au serveur que MySQL a bien fait ce qui lui était demandé.

La réponse s'affiche au client à travers un langage de marquage dit HTML qui est le format de données conçu pour représenter la page web.

## Critères de choix

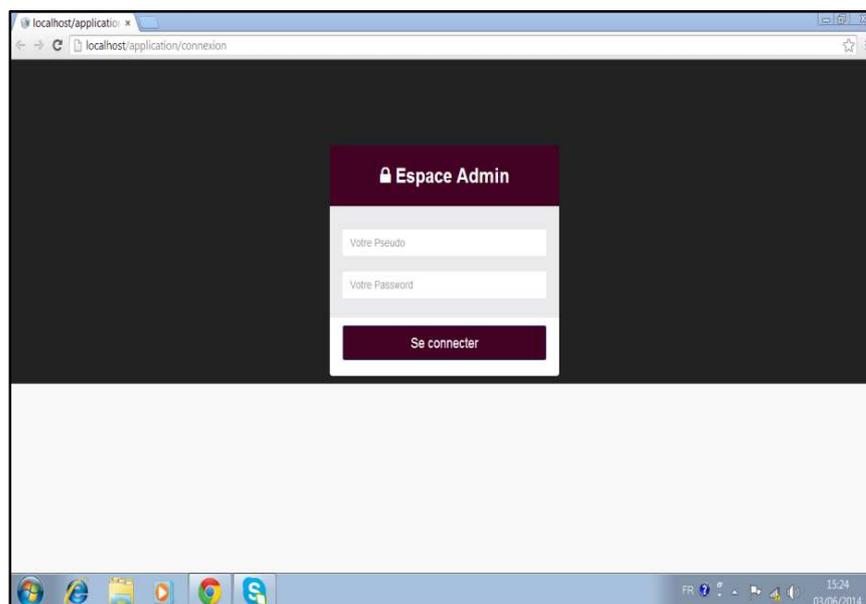


**Figure 23 : Avantages de l'application créée par WAMPserver**

### IV.2.3 Application

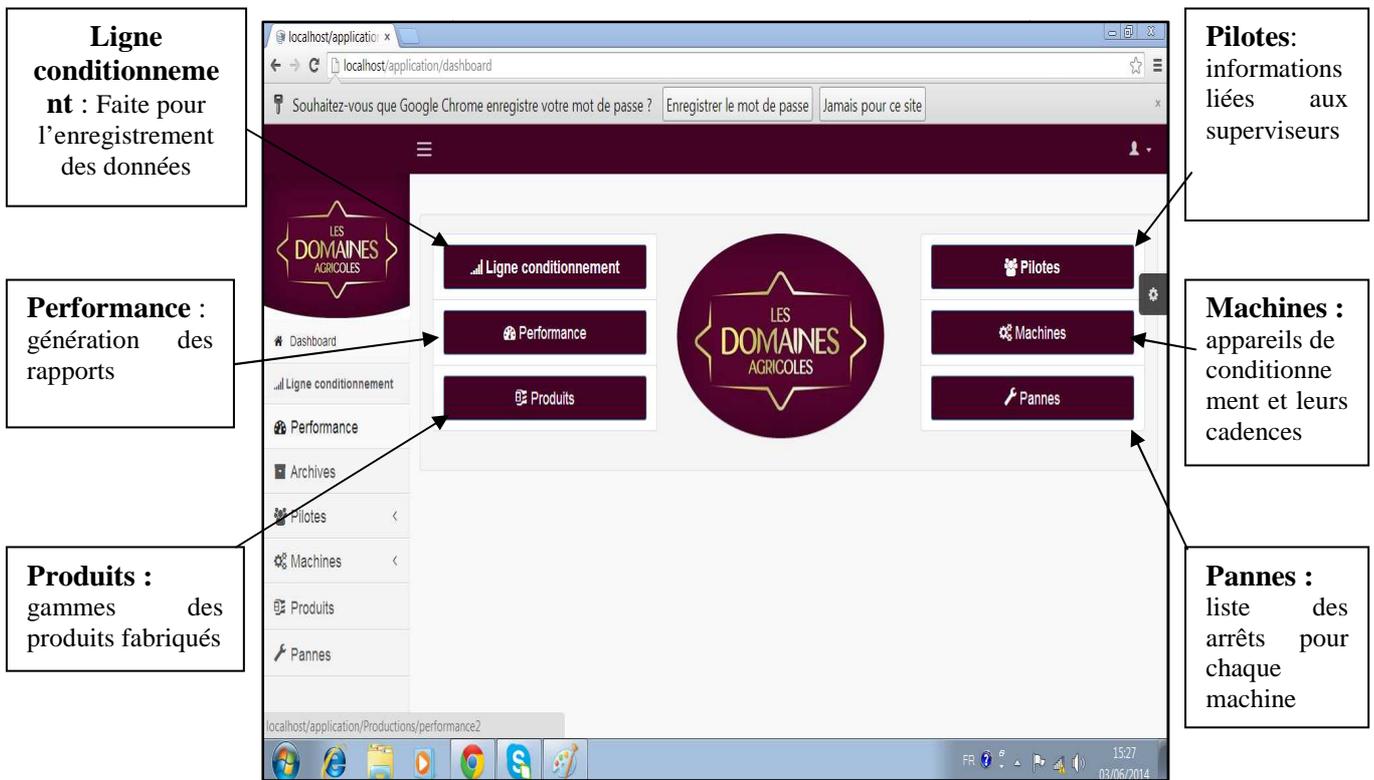
Nous présentons dans la partie suivante, des extraits de l'application créée par WAMPserver, discutées et validées avec le responsable production.

i- Avant d'accéder au contenu de l'application, l'utilisateur doit entrer le nom et le mot de passe correspondant afin d'assurer et garantir la sécurité des données.



**Figure 24 : Espace admin de l'application**

ii- Une fois le pseudo et le mot de passe validés, l'utilisateur se connecté au Page d'accueil, cette dernière comprend six rubrique à savoir :



**Figure 25 : page d'accueil de l'application**

iii-La saisie des données se fait dans la rubrique " ligne conditionnement" elle contient les éléments suivants :

- Date d'enregistrement
- La machine correspondante
- Poste ou l'équipe de travail : il s'agit de 3 équipes
- Nom de pilote
- Les produits fabriqués
- les arrêts provoqués pendant le temps de travail, leurs durées et causes.
- L'heure de démarrage et fin de conditionnement
- Temps d'ouverture
- Quantité conforme
- Quantité non conforme
- Quantité à recyclée
- Perte d'emballage vide en unité

Quand l'utilisateur termine la saisie de toutes les données nécessaires elles doivent les sauvegardées" en cliquant sur bouton 1 " pour qu'il puisse créer un rapport et suivre la performance

LES DOMAINES AGRICOLES

Enregistrement Performance Ligne Conditionnement

Date d'aujourd'hui : 7/6/2014

Machine: ARCIL1 (ARCIL)

Poste: Poste 1

Pilote: ALLAOUI Anass

Produits: Raibi

L'arrêt	Duree en minute	Remarque

+

-

Details

- Heure Démarrage Conditionnement: Heure Démarrage Conditionnement
- Heure fin Conditionnement: Heure fin Conditionnement
- Temps d'ouverture: 480
- Quantités Conformes: 0
- Quantité non Conforme en unités: 0
- Quantité à recycler en unités: 0
- Pertes Emballage Vide en unité: 0

Sauvgarder

1

**Figure 26 : éléments affichés dans la page d'enregistrement " ligne conditionnement ".**

iv- La rubrique « performance » s'occupe de créer et générer des rapports journaliers, hebdomadaires, mensuels... :

Entrer la période souhaitée du rapport dont on a besoin

Machine: SERAC2

Cadence: 250 Unités/min

Poste 1	Poste 2	Poste 3
- Temps d'ouverture	- Temps d'ouverture	- Temps d'ouverture
480	480	0
- Quantités Conformes	- Quantités Conformes	- Quantités Conformes
67042	17296	0
- Quantité non Conforme en unités	- Quantité non Conforme en unités	- Quantité non Conforme en unités
0	0	0
- Quantité à recycler en unités	- Quantité à recycler en unités	- Quantité à recycler en unités
455	0	0
- Pertes Emballage Vide en unité	- Pertes Emballage Vide en unité	- Pertes Emballage Vide en unité
0	0	0

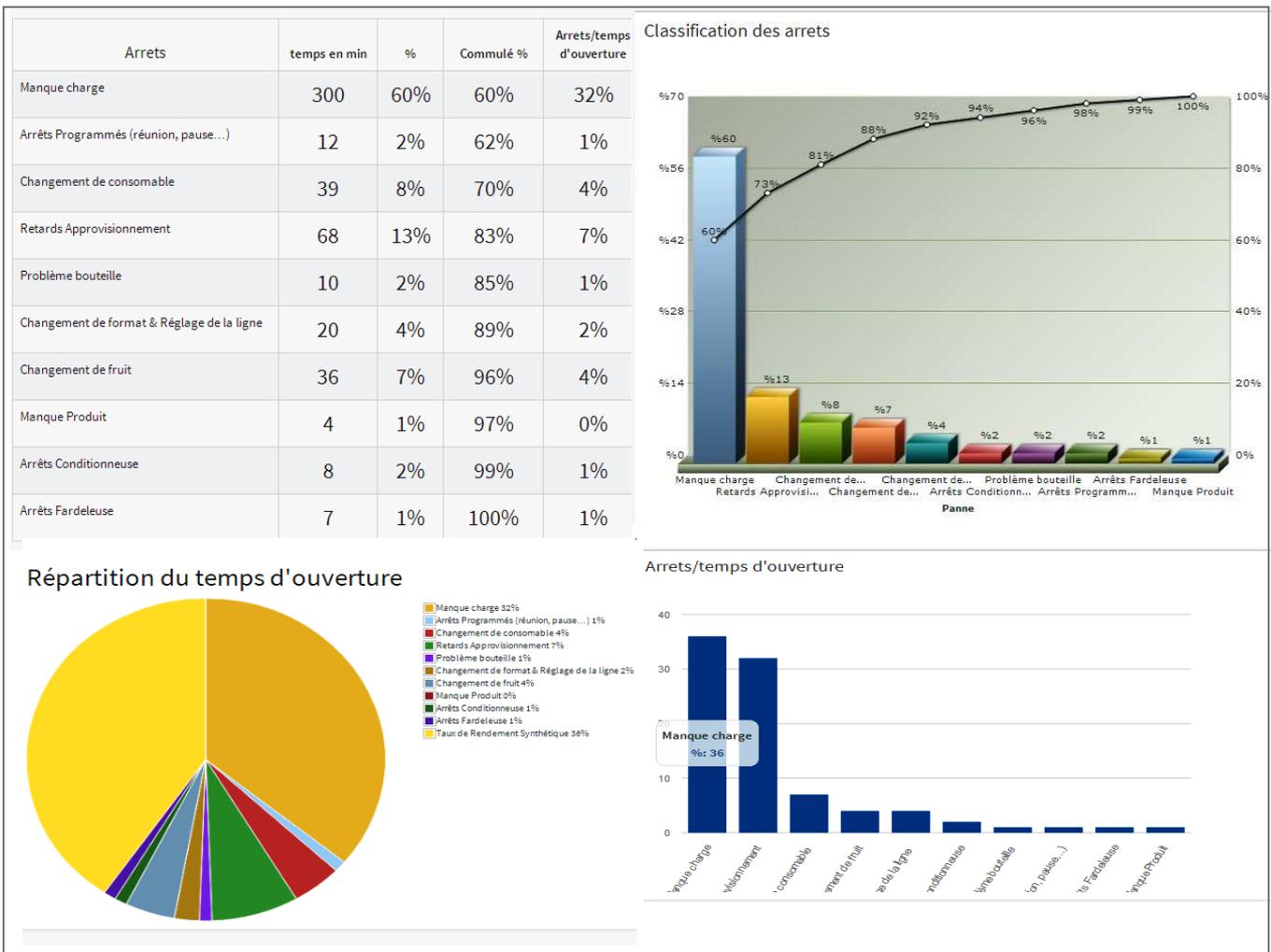
Générer le rapport

Créer un rapport

**Figure 27: procédure suivi pour générer un rapport**

v- Le rapport sera généré suite à des opérations faites automatiquement telles que le calcul du TRS, la classification des arrêts, la répartition de temps d'ouverture ..., le résultat est représenté selon la figure suivante :

	Total
Réalisé en unités	84338
Total des arrêts en (min)	504
Rendement qualité	99%
Rendement technique	48%
Performance machine	74%
Taux de Rendement Synthétique ( TRS)	36%



**Figure 28 : Résultat du rapport généré**

### IV.3 Standardisation

Chacun des conducteurs machine avait sa propre méthode de travail, certains réalisaient des pertes importantes, d'autres moindres ; Cette variation des méthodes pourrait influencer la rentabilité de l'entreprise et provoquer une diminution de leur performance, d'où la nécessité d'établir des standards qui visent à décrire les étapes du travail et toutes les actions que doit suivre l'opérateur pour réaliser une tâche.

Cette standardisation permet d'uniformiser les paramètres afin d'obtenir à chaque répétition les mêmes résultats, de minimiser les variations introduites par les opérateurs et d'éliminer leurs mouvements inutiles.

En corollaire de cela, il sera possible de réduire les gaspillages, de faciliter la résolution des problèmes, ainsi de garantir la répétabilité des performances des opérations et par conséquent une amélioration continue de la productivité.

### IV.3.1 Standard de préparation et démarrage de la ligne

D'après l'analyse de la ligne de conditionnement SERAC et de l'indicateur de performance TRS nous avons remarqué que la majorité des problèmes qui entraînent l'arrêt de la machine sont causés par un manque de contrôle et une absence de vérification des différents éléments de la ligne, la raison pour laquelle nous avons créé le standard de préparation et démarrage de la ligne qui indique les éléments à vérifier et les actions à réaliser pour commencer couramment et régulièrement le conditionnement des bouteilles et assurer le bon fonctionnement de la ligne. (voir annexe 2).

Quoi	Comment	Fréquence		
		Avant chaque démarrage	1 fois / semaine	1 fois / mois
Vérification & préparation de la machine	o Vérifier la réalisation du CIP	×		
	o Vérifier l'état de propreté de la machine	×		
	o Monter l'outillage adéquat selon le programme de production	×		
	o Réglage d'étoile de sortie, portillon entrée et vis d'entrée	×		
	o Sélectionner le bon programme pour la production	×		
	✓ Vissage			
	o Vérifier l'état des pinces	×		
	o Vérifier la mise en place de la courroie	×		
	✓ Rinceuse			
	o vérifier les buses de nettoyage	×		
	✓ Presse capsule			
	o Vérifier l'état de propreté de la machine	×		
	o Vérifier la pression d'air	×		
	o Monter la bobine capsule	×		
	o Nettoyer l'outil de formage/goulot capsulage	×		
	o Vérifier la consigne de thermo-scellage 200°C	×		
	✓ Doseur			
	o Vérifier la propreté des stations de dosage	×		
o Vérifier le bon étalonnage des becs	×			

**Tableau n° 7 : Extrait du standard pour la préparation et démarrage de la ligne**

	o Vérifier l'outillage (serrage des vis...)	x		
<b>Démarrage machine</b>	o La machine vérifie tous les paramètres automatiquement, rinçage, dosage, températures de scellage, capsule avant et après scellage, présence bouchon	x		

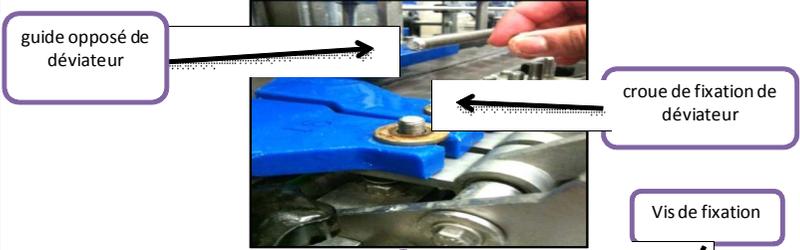
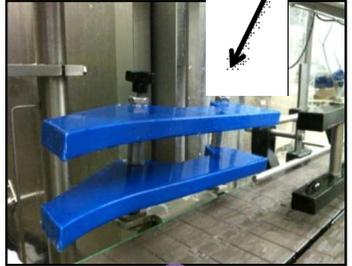
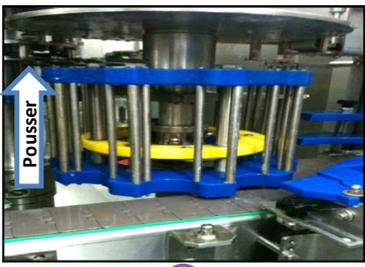
## SERAC

### IV.3.2 Standard du changement de format

A travers l'ensemble de la chronologie journalière effectuée pendant un mois, on a pu ressortir le taux des arrêts par rapport à la durée de production de la ligne tout en spécifiant chaque type d'arrêt, et on a pu constater alors que le temps de changement de série ou format de bouteilles représente une partie importante de la totalité des arrêts, et souvent varié d'un opérateur à autre, ce qui prouve la nécessité de standardiser le mode opératoire afin d'unifier le procédé de changement de format et d'augmenter le taux de production. (**voir annexe 3**)



**Tableau n° 8 : Extrait du standard du changement de format**

Changement de format : SERAC				
étape	opération	Description	Illustration	
V	Démontage de déviateur, son guide et le séparateur	1- Desserer les croues de fixation de déviateur en utilisant la clé		
		2- Desserer la vis de guide opposé associés à la main		
		3- Desserer les vis de fixation de guide de sortie (séparateur) à la main		
V	Démontage d'étoile de sortie et son guide	4- Desserer les vis de fixation du guide ( 3vis), tirer vers le haut pour le libérer		
		5- Tirer le 1/2 étoile vers le bas		
		6- Faire sélectionner le mode manuel en tournant le sélecteur du mode en position : maintenance  7- Tourner manuellement la machine à l'aide de jog a fin d'atteindre la position correcte pour libérer le demi-étoile		

### **IV.3.3 Standard du changement de gamme**

D'après une analyse des arrêts technologiques et leurs temps, on a remarqué que le temps de changement de gamme occupe presque la totalité des arrêts technologique, sachant qu'il se répète plusieurs fois par lot, et par différents opérateurs, pour cela nous avons standardisé le mode opératoire de changement de gamme pour uniformiser les tâches, afin que tous les conducteurs machines travaillent de la même manière et engendrent les mêmes pertes autant en matière qu'en temps.

### **IV.3.4 Standard du changement de consommable**

Les consommables sont le sleeve ou le décor des bouteilles et le film rétractable utilisé pour la formation d'un paquet de six bouteilles, le changement de ces derniers présente un goulot qui influence sur la productivité, le temps de fonctionnement ainsi augmente le temps valeur non ajouté, pour cela on s'est intéressé à réaliser des standards dont le but est de minimiser ce temps perdu. **(annexe 4)**

**Tableau n° 9 : Extrait du standard du changement de gamme**

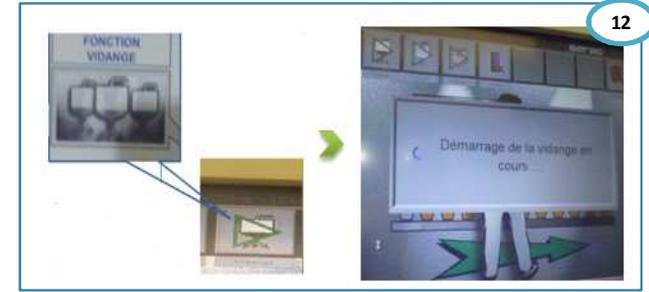
Mode opératoire du changement de gamme		
Opération	Description	Illustrations
Changement de Parfum	1-Préparer le fût à utiliser selon le produit, le programme en collaboration avec Magasin MP	
	2-Appuyer sur le bouton "Fermeture barrière" au niveau de pupitre	
	3-Fermer la vanne de fruit	
	4-Débrancher l'ancien fût de fruit et le fermer aseptiquement afin d'éviter la contamination apporté par l'extérieur	
	5-Désinfecter le joint de la pompe et celui du fût de fruit avec de l'alcool	
	6-Brancher le fût de fruit directement à la pompe	
	7-Ouvrir la vanne et vérifier le passage de fruit	
	8- Appuyer sur le bouton "Ouverture barrière" et continuer le conditionnement des bouteilles	
	9- Tourner le sélectionneur portillon en position Fermé	
	10-Arrêter la production en appuyant sur le bouton "Fin production" de Fiche production	

# Changement de Parfum

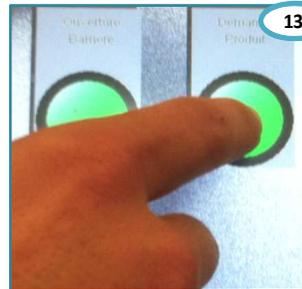
11-Placer le bac vidange dans la position **purge**



12-Démarrer la vidange en appuyant sur le bouton "**Vidange**" de la fiche vidange



13-Appuyer successivement sur les boutons suivantes:"**Demande produit**", "**Ouverture barrière**"

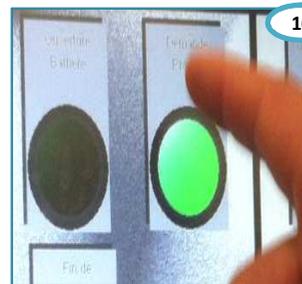


14-Purger jusqu'a l'arrivé du nouveau parfum

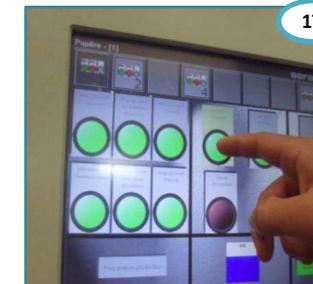


15- Assurer le contrôle organoleptique

16-Appuyer sur le bouton "**Fermeture barrière**" pour vider le reste de la trémie



17-Amorçer et remplir la trémie en appuyant sur le bouton "**Ouverture barrière**"



18- Arrêter la production

19- Remettre le bac vidange à la position **production**



20- Sortir du mode vidange



**Tableau n° 10 : Extrait du standard du changement de consommable**

Mode opératoire de l'opération changement Sleeve		
étape	Description	Illustrations
1	Préparer sleeve à utiliser selon le produit, le programme en collaboration avec Magasin MP	
2	L'alarme déclanche au moment où la photocellule détecte que la bobine arrive à sa fin	
3	Devissser la vis cipun de fixation de la porte bobine	
4	Enlever la bobine décor finie et introduire la bobine neuve	
5	Extraire manuellement l'extrémité finale de sleeve de la bobine à changer et la joindre avec du ruban adhésif à l'extrémité initiale de a nouvelle bobine	
6	Replier le ruban adhésif aux extrémités	
7	Mettre la porte bobine à sa place	
8	Serrer la vis cipun de fixation de la porte bobine	

### **III.4 SMED**

La classification des arrêts par ordre d'importance a montré que les arrêts technologiques représentent un part important de la totalité des arrêts, sachant que les causes provoquant presque 80% de ces arrêts technologique sont le changement de gamme, de consommable et le changement de format ; Afin donc de réduire de façon systématique les temps de ces changements, la mise en place de la démarche SMED reste très utile dans la mesure où elle va permettre de revoir et optimiser leurs modes opératoires effectués par les conducteurs.

Tout en diminuant le temps de changement on augmente la flexibilité du système de production, et par la suite on offre un produit avec la quantité et la date fixées par le client. Pour implanter cet outil sur la ligne de conditionnement SERAC, on va suivre les étapes suivantes :

- Analyser ce que se passe au cours de changement de format et de gamme, On utilise généralement un film audio-visuel, car il donne une image fidèle et bien détaillée du déroulement de toute les opérations. Par contre il est indispensable de prévenir l'ensemble de personnel pour obtenir leur adhésion et dépasser l'aspect psychologique lié à l'utilisation de la vidéo, quelque soit la méthode utilisée. Cette dernière ne doit pas influencer le déroulement des opérations et l'action des opérateurs car le but est d'obtenir une mesure qui reflète la durée réelle de chaque changement ;
- Etablir le mode opératoire à partir du film en divisant l'opération en des étapes (voir les standards).
- Dissociation des opérations internes et externes
- Etablir un diagramme de Gant

Le diagramme de Gant est un utile utilisé en ordonnancement et en gestion de projet et permettant de visualiser dans le temps les diverses taches composant un arrêt. Il s'agit d'une représentation d'un graphe connexe évalué et orienté, qui permet de représenter graphiquement l'avancement de l'opération.

- Réduire au maximum le nombre d'opérations internes qui entraînent l'arrêt de la production et engager des actions pour que ces dernières prennent le moins de temps possible.

#### **IV.4.1 Application de la méthode SMED sur le changement de format**

Le processus de conditionnement des bouteilles est organisé suivant un flux continu, ce qui signifie que l'arrêt de chaque machine provoque un arrêt de toute la ligne. Pour cette raison, les changements de format de bouteille, qui concerne toutes les machines provoquent un arrêt de production.

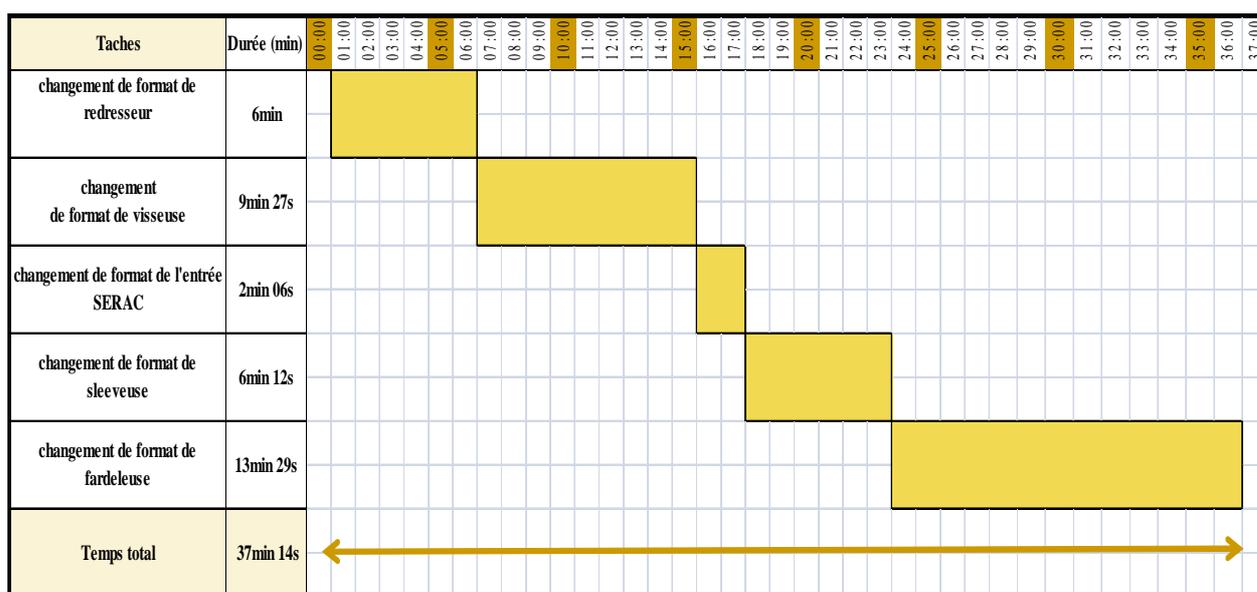
L'analyse du déroulement des opérations du changement de format 330g ou 250 g, nous permet d'identifier les différentes tâches, de relever toute les informations et déterminer le temps d'exécution. Les résultats de cette analyse représentés ci-dessous :

**Tableau n° 11 : Différentes opérations d'un changement de format et leurs temps**

Etape	Opération	TMR (min)
<b>Changement de format : LANFRANCHI</b>		
<b>R</b>	Vidange de convoyeur à air	4,4
	Déplacement vers le redresseur	0,10
	Changement d'outils	1,10
	<b>Total</b>	<b>6min</b>
<b>Changement de format : SERAC</b>		
<b>V</b>	Déplacement de l'anfranchi vers la visseuse	0,24
	Démontage de déviateur, son guide et le séparateur	2,03
	Démontage d'étoile de sortie et son guide	1,11
	Démontage de courroie	0,34
	Démontage d'étoile de vissage	1,10
	Montage d'étoile de vissage	1,20
	Déplacement vers l'arrière de SERAC	0,38
	Montage de courroie	0,24
	Montage d'étoile de sortie et son guide	1,34
	Montage de déviateur, son guide et le séparateur	1,29
	<b>Total</b>	<b>9min 27s</b>
<b>IN</b>	Déplacement de visseuse à l'entrée serac	0,09
	changement de vis d'entrée et son guide	1,45
	changement de portillon d'entrée	0,12
	<b>Total</b>	<b>2min 06 s</b>

Change ment de format : SLEEVEUSE		
<b>S</b>	Déplacement vers sleeveuse	0,16
	Réglage de format de convoyeur entrée sleeveuse	2,15
	Démontage de mandrin	1,24
	Montage de mandrin	2,17
	<b>Total</b>	<b>6min 12s</b>
Change ment de format : FARDELEUSE		
<b>F</b>	Déplacement vers la fardeleuse	0,12
	Réglage de format de convoyeur entrée fardeleuse	3,07
	Changement des séparateurs	9,06
	Paramétrage	1,04
	<b>Total</b>	<b>13min 29s</b>
<b>Temps total de changement de format</b>		<b>37min 14s</b>

La figure suivante désigne le diagramme de Gantt qui permet de représenter le mode opératoire du changement de format et de visualiser le temps qu'il occupe chaque tâche:



**Figure 29 : Diagramme de Gantt du mode opératoire de changement de format**

### a- Actions d'amélioration

Puisque toutes les opérations du changement de format de la ligne de conditionnement SERAC se font en arrêt de la machine, il devient indispensable pour continuer à progresser de chercher et d'innover des actions correctives dont l'objectif est de réduire au maximum le temps d'exécution de certaine opération.

Pour apporter des améliorations sur le mode opératoire de changement de format, nous avons prêté une attention particulière à ces points :

- Le déplacement de conducteur machine pour amener les outillages nécessaires ou les ranger engendre une augmentation du temps de changement de série, afin alors de remédier ce problème et standardiser les activités de rangement, et de mise en ordre on a proposé comme solution l'implantation de méthode 5S " le projet est encours de réalisation".
- Le temps de vidange de convoyeur à air de bouteilles est 6 min, ce temps d'attente peut servir à faire une autre opération de changement de format à condition qu'elle soit réalisée dans un temps inférieur à celle de vidange.

Si on effectue le changement de format de l'entrée SERAC lors de vidange de convoyeur à air on peut avoir un gain de temps de 2 min 06s.

D'autre part la création d'une interface de communication entre l'atelier d'extrusion et la machine par l'instauration d'un système d'alarme et l'augmentation de la cadence de LANFRANCHI permet de diminuer le temps de débarrassage des bouteilles de 1min49s.



- Le temps de montage et démontage de courroie de fixation des bouteilles lors de bouchage est important car ces opérations nécessitent un déplacement de l'opérateur de la porte d'avant vers la porte derrière de la machine, c'est pour cela on a essayé de

mettre en place une courroie de format intermédiaire entre bouteille 330g et 250g. Par l'installation de cette courroie on aura un gain de temps de 1 min 36s.

Finalelement il faut rectifier planning de production, au lieu de faire un changement de format six fois/ semaine, le faire qu'une seule fois en modifiant et optimisant le programme : fabriquer la totalité de quantité demandé de produit 330g, par la suite on fait un changement de série afin de produire la totalité de produit 250g.

Les résultats obtenus d'après l'application des actions correctives représentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau n°12 : Différentes opérations d'un changement de format et leurs Temps après l'amélioration**

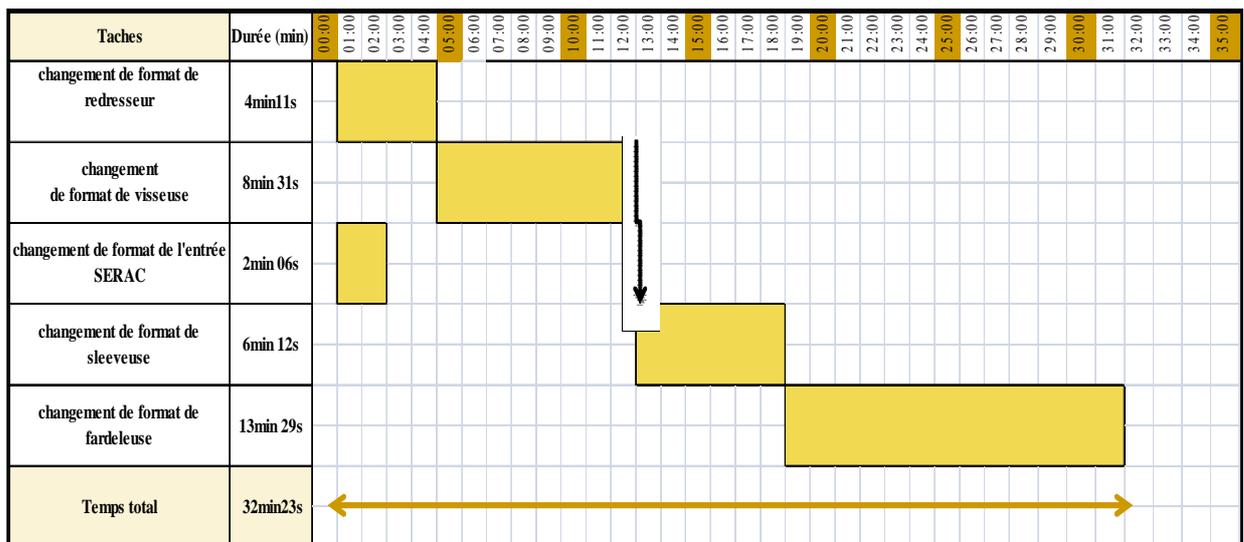
Etape	Opération	TMR (min)
<b>Changement de format : LANFRANCHI</b>		
<b>R</b>	Vidange de convoyeur à air	2,51
	Déplacement vers le redresseur	0,10
	Changement d'outils	1,10
	<b>Total</b>	<b>4min11s</b>
<b>Changement de format : SERAC</b>		
<b>V</b>	Déplacement de l'anfranchi vers visseuse	0,24
	Démontage de déviateur, son guide et le séparateur	2,03
	Démontage d'étoile de sortie et son guide	1,11
	Démontage de courroie	0
	Démontage d'étoile de vissage	1,10
	Montage d'étoile de vissage	1,20
	Déplacement vers l'arrière de SERAC	0
	Montage de courroie	0

	Montage d'étoile de sortie et son guide	1,34
	Montage de déviateur, son guide et le séparateur	1,29
	<b>Total</b>	<b>8min 31s</b>
<b>Changement de format : SERAC</b>		
<b>IN</b>	Déplacement de V à l'IN	0
	changement de vis d'entrée et son guide	0
	changement de portillon d'entrée	0
	<b>Total</b>	<b>0 min</b>

<b>Changement de format : SLEEVEUSE</b>		
<b>S</b>	Déplacement vers sleeveuse	0,16
	Réglage de format de convoyeur entrée sleeveuse	2,15
	Démontage de mandrin	1,24
	Montage de mandrin	2,17
	<b>Total</b>	<b>6min 12s</b>
<b>Changement de format : FARDELEUSE</b>		
<b>F</b>	Déplacement vers la fardeleuse	0,12
	Réglage de format de convoyeur entrée fardeleuse	3,07
	Changement des séparateurs	9,06
	Paramétrage	1,04
	<b>Total</b>	<b>13min 29s</b>
<b>Temps total de changement de format</b>		<b>32min 23s</b>

La figure suivante désigne le diagramme de Gantt qui permet de visualiser le temps qu'il occupe chaque tâche après l'implantation des actions d'amélioration :

**Figure 31: Diagramme de Gantt du mode opératoire de changement de format après l'amélioration**



#### IV.4.2 Application de la méthode SMED sur le changement de gamme

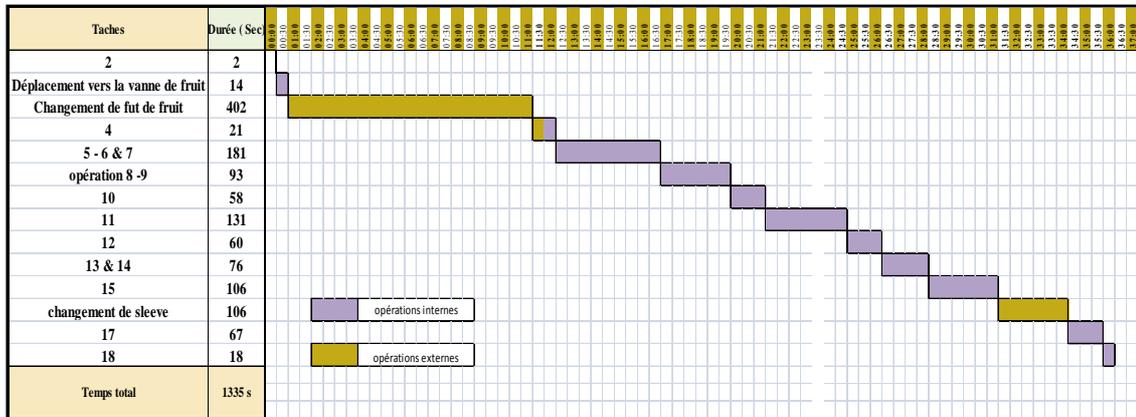
Les arrêts dus au changement de gamme " format 330g " figurent au deuxième rang dans la liste des arrêts technologique qu'il faut traiter.

Après avoir filmé les étapes de changement de fruit et déterminer le temps exacte de chaque opération, nous avons différencié entre les opérations externes et ceux pouvant être réalisées en arrêts de la machine. Les résultats récapitulés dans le tableau 13 :

**Tableau n°13 : Chronologie de changement de gamme**

Mode opératoire de changement de gamme	Operation		
	Interne	externe	temps(s)
1-Préparer le fut de fruit et le sleeve de nouveau produit			
2-Arreter le dosage			2
Déplacement de l'opérateur de la machine vers la vanne de fruit			14
3-Changer le fut de fruit			402
4-Ouvrir la vanne et vérifier le passage de fruit			6
Déplacement de l'opérateur vers l'ecran d'affichage			15
5- Continuer le conditionnement des bouteilles			60
6- Arrêter le défilage des bouteilles et continuer le conditionnement des bouteilles qui se trouvent à l'intérieur de SERAC			84
7-Arrêter la production			3
Déplacement de l'opérateur vers le bac de vidange			34
8-Mettre le bac vidange dans la position purge			10
déplacement vers l'ecran d'affichage			35
9-Démarrer la vidange			14
Retour au bac de vidange			34
10-Purger jusqu'a l'arrivée du nouveau parfum en assurant un contrôle organoléptique			29
déplacement vers l'ecran d'affichage			29
11- vider le reste de la trémie en appuyer sur le bouton " Fermeture barrière "			131
12-Amorçer et remplir la trémie en appuyant sur le bouton " Ouverture barrière "			60
13- Arrêter la production			3
déplacement vers la porte derrière de remplisseuse			32
14- Remettre le bac vidange à la position production			16
déplacement vers l'ecran d'affichage			25
15- Sélectionner la recette du produit adéquat et démarrer la machine			90
déplacement vers sleeveuse			16
16- Changer sleeve			106
17- Dérouler manuellement afin de libérer l'ancien sleeve			67
déplacement vers l'ecran d'affichage			15
18- Redémarrer la machine			3
<b>temps total</b>			<b>22min 25s</b>

22min 15s



**Figure 32: Diagramme de Gantt du mode opératoire de changement de gamme**

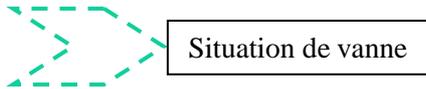
Dans ce stade, on a identifié toutes les opérations de changement de gamme externes et internes avec leur temps opérationnel, dans ce cas d'étude on a trouvé  $t = 22\text{min } 15\text{s}$ , ce temps varie selon :

- La taille de lot
- La personne qui fait changement
- Déplacement des opérateurs.

#### a- Actions d'amélioration

Dans ce stade on essaye de limiter le nombre d'opération interne. Il en résulte une réduction systématique du temps d'arrêt. La production de la gamme suivante peut commencer plus rapidement qu'auparavant. Pour différencier ces opérations réelles, il faut analyser leur nature avant de suggérer toute solution d'amélioration.

**Résultat :** La seule opération qu'on peut l'externaliser est celles de changement de fût de fruit : vu l'existence de deux vannes de fruits, nous arrivons à brancher deux fut en parallèle. Lorsqu'on veut faire le changement de gamme au lieu de monter et démonter le fut de fruit il suffit d'ouvrir la vanne convenable et fermer l'autre de produit précédent.



Après l'externalisation de cette opération on remarque que le pourcentage des opérations internes réduit de 100% à 58,34 %, et le temps de changement de gamme diminuer de 6min42s. Concernant les opérations qui restent sont de types internes, qui nécessitent d'arrêter la production de gamme précédente, même s'il y a des taches qui peuvent s'effectuer soit en amont ou en aval du nouveau changement, par conséquent la possibilité de convertir ces opérations internes en externes est écartée, donc il faut engendrer des actions et chercher des solutions techniques, et des systèmes simples et faciles à manipuler afin de réduire la durée d'exécution des IED et des OED. Parmi les solutions qui permettent de minimiser ces temps :

➤ Programmation de la mobilité du bac de vidange pour qu'il se déplace automatiquement et rapidement à la position de vidange ou de production ça d'une part, d'autre part éviter le déplacement de l'opérateur de l'écran de commande à la porte derrière de machine ou se trouve le bac de vidange. Par l'application de ce système on aura un gain du temps de 2min 32s.

➤ Une fois l'opérateur vérifié l'arrivée de nouveau fruit, il arrête l'apport de produit et déclenche l'écoulement du mélange se trouvant dans la trémie pour s'assurer de la conformité de produit à conditionné, le temps de vidange de trémie est



important  
t peut  
ainsi  
servir à  
faire



une autre



opération à condition qu'elle soit réalisée dans un temps inférieur à celle de vidange.  
 Si on effectue le changement de sleeve lors de vidange de trémie de produit on peut avoir un gain de temps de 1min 46s.

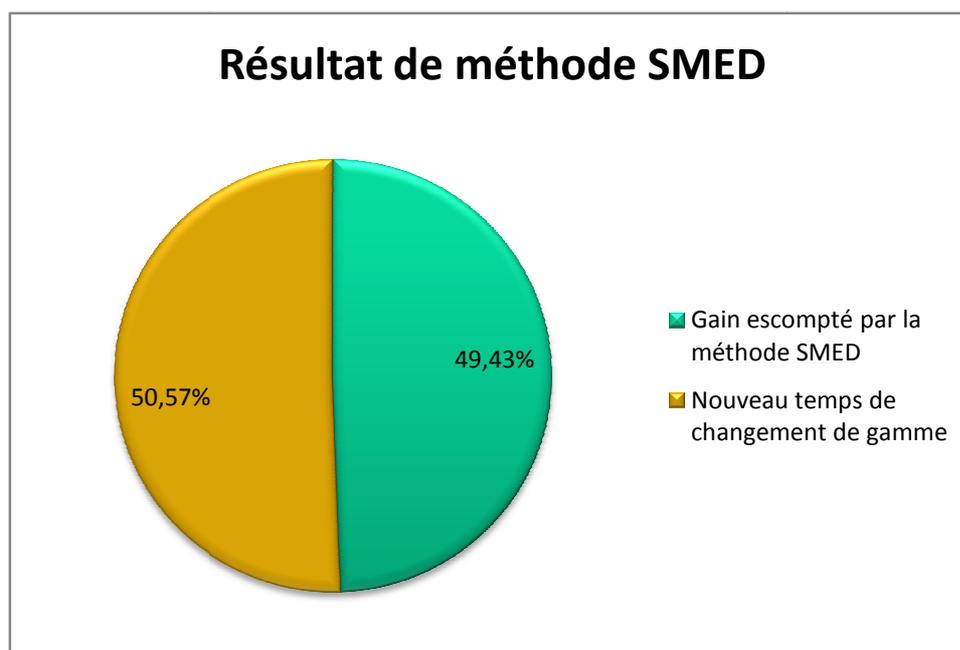
Le tableau suivant résumant les différentes opérations de changement de gamme et leur après la mise en place des actions d'amélioration :

**Tableau n° 14 : Chronologie de changement de gamme après l'amélioration**

Mode opératoire de changement de gamme	Operation		
	Interne	externe	temps(s)
1-Préparer le fut de fruit et le sleeve de nouveau produit			
2-Arreter le dosage			2
Déplacement de l'opérateur de la machine vers la vanne de fruit			14
3-Changer le fut de fruit			—
4-Ouvrir la vanne et vérifier le passage de fruit			6
Déplacement de l'opérateur vers l'écran d'affichage			15
5- Continuer le conditionnement des bouteilles			60
6- Arrêter le défilage des bouteilles et continuer le conditionnement des bouteilles qui se trouvent à l'intérieur de SERAC			84

7-Arrêter la production			3
8-Démarrer la vidange			14
déplacement vers le bac de vidange			34
9-Purger jusqu'à l'arrivée du nouveau parfum en assurant un contrôle organoléptique			29
déplacement vers l'écran d'affichage			29
10- vider le reste de la trémie en appuyant sur le bouton " Fermeture barrière "			131
déplacement vers sleeveuse			16
11- Changer sleeve			—
12- Dérouler manuellement afin de libérer l'ancien sleeve			67
déplacement vers l'écran d'affichage			15
13-Amorçer et remplir la trémie en appuyant sur le bouton " Ouverture barrière "			60
14- Arrêter la production			3
15- Sélectionner la recette du produit adéquat et démarrer la machine			90
16- Redémarrer la machine			3
<b>temps total de changement de gamme après l'amélioration</b>			<b>11min 15s</b>

Après cette étude, on est arrivé à réduire le temps de changement de gamme de 11min par la transformation de l'opération de changement de fût de fruit en externe d'une 6 min42 s et minimiser le temps des opérations internes de 4 min 18s, pour rendre le temps de changement de gamme de 11min 15s au lieu de 22min 15s.



**Figure 33: représentation des résultats de la méthode SMED sur le changement de gamme**

**IV.4.3 S:**

L'établissement du SMED a permis de réduire considérablement les pertes en temps et en matière lors des arrêts technologiques. En effet la standardisation et la réalisation du mode opératoire ainsi que la formation des opérateurs sur l'outil étudié et la nouvelle manière de procéder vis-à-vis de chaque changement, des gains importants ont été remarqués, ces derniers sont représentés par le tableau ci-dessous :

**Tableau n°15 : Résultat des gains obtenus après l'application de SMED**

	<b>Opération</b>	<b>Premier standard</b>	<b>Deuxième standard</b>	<b>Gain en temps</b>	<b>Gain en bouteilles (unité) *</b>
<b>Changement de format</b>	Vidange de convoyeur à air	4min 40s	2min 51s	1min49s	454,16
	Changement de format entré SERAC	2min 06s	0	2min 06s	5275
	Montage & démontage de courroie	1min 36s	0	1min 36s	400
<b>Changement de gamme</b>	Changement de fut de fruit	6min42s	0	6min42s	1675
	Déplacement du bac de vidange	2min 32s	0	2min 32s	633,33
	Changement de sleeve	1min 46s	0	1min 46s	441,66

\*la cadence de la machine est de 250 unités / min

- Gain de bouteilles par changement de format est de : 6129,16 unités.
- Gain en bouteilles par changement de gamme est de : (1675+ 633,33+ 441,66) = 2749,99 unités

Le Gain en DH lorsqu'on fait le changement de format et de gamme qu'une seule fois, sachant que le prix unitaire est 3dh

$$8879.15 * 3 = \mathbf{26637,45 \text{ DH}}$$



## Conclusion générale

Notre Projet de Fin d'Étude a pour but la mise en place de la démarche Lean Manufacturing dans la ligne bouteille SERAC au sein du Domaine Agricole Site Oued Nja.

Le premier volet de ce projet portait sur le diagnostic de l'existant par le biais de trois piliers à savoir : système opérationnel, infrastructure managériale et l'état d'esprit et comportement. Les résultats de ce diagnostic, nous ont donné une image claire et globale de l'état de la ligne étudiée, soulevant par conséquent les sources de pertes les plus pénalisantes.

Le deuxième volet a été consacré à la mise en place des actions d'améliorations, afin de remédier aux pertes décelées au cours du diagnostic.

Les actions d'améliorations apportées à la ligne bouteille se résument dans:

- Traitements des irritants qui permet d'enchaîner sur une culture de progrès continu, d'assurer une communication positive et un traitement rapide des problèmes.
- Création d'une application via un outil informatique spécialisé en vue d'assurer un suivi d'avancement et une gestion permanente de performance.
- Implantation des standards pour définir et organiser la façon de travailler afin de garantir la qualité, la sécurité et la productivité.
- L'application de la méthode SMED sur les opérations de changement de format et de gamme.

Suite à cette amélioration, nous avons dégagé les gains suivants :

- Gain du temps par changement de format est de : 5min31s
- Gain du temps par changement de gamme est de : 11min.

- Gain en DH lorsqu'on fait les changements de format et de gamme qu'une seule fois est de : 26637,45 DH.

## Références bibliographiques

- [1] Alain COURTOIS, Chantal MARTIN-BONNEFOUS, Maurice PILLET, 2003. Gestion de production ; Editions d'organisation.
- [2] BEDRY Pierre, les basiques du Lean Manufacturing dans les PMI et ateliers technologiques, 3<sup>ème</sup> édition, Etats Unies, Groupe Eyrolles,2009,226 pages.
- [3] Olivier Fontanille, Eric Chassen de Baroz, Charles de Chefontaines, Olivier Frémy, Pratique du Lean, 1<sup>ère</sup> édition , Paris, Dunod,2010, 208 pages.
- [4] Document interne de l'organisme d'accueil.
- [5] MOUGIN, Yvon , Processus : les outils d'optimisation de la performance, 4<sup>ème</sup> édition, Paris, 2004. 241 pages.
- [6] [www.idecq.fr](http://www.idecq.fr)
- [7] La norme AFNOR 60-182 : Mai 2002.
- [8] Tuto\_MySQL\_WampServer.doc