

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique
Département Génie Industriel
Option Management de l'innovation

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur

Thème

Contribution à l'amélioration de la ligne de production Pril Isis
par le déploiement d'outils innovants du Lean Manufacturing
-Henkel Algérie (Site de Reghaia)-



Présenté par :

M. Iyes CHINAR.

M. Jugurta FETHOUM.

Dirigé par :

Mme. Sonia ROUIBI (ENP)

M. Samir ZIANI (Henkel)

“There is a joy in manufacturing only poets are supposed to know.”

-Chrysler Corporation founder Walter P. Chrysler

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

A mes parents que DIEU me les garde ;

A mes frères et sœurs ;

A toute ma famille ;

A tous mes amis ;

A tous mes collègues de l'ENP ;

A tous ceux que j'ai connus durant ma formation;

CHINAR-Ilyes

*A mes parents qui m'ont toujours soutenu, encouragé
et cru en moi.*

A mes sœurs,

A tous mes amis,

A celle que j'aime,

Que je dédie ce travail.

Jugurta FETHOUM

Remerciements

Nous remercions Madame ROUBI Sonia pour son aide, son dévouement, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de la réalisation de notre projet de fin d'étude, ainsi que pour l'intérêt qu'elle a toujours porté à l'égard de notre travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers Monsieur ZIANI Samir pour l'encadrement, le temps accordé malgré les circonstances et les connaissances qu'il nous a transmises. Nous remercions aussi MAOUCHI Madina, LAKHBAT Manel, AYACHI Islem et KAFIF Ali, cadres au Département Production et Engineering, pour le temps et la patience qu'ils nous ont consacrés.

Nous remercions également les opérateurs de Henkel Algérie pour l'intérêt qu'ils ont porté à l'égard de notre projet.

Nous remercions tous les enseignants du Département Génie Industriel pour leur soutien tout au long de notre formation.

Enfin, nos remerciements s'adressent à tous ceux qui nous ont accordé leur soutien, tant par leurs conseils que par leur dévouement, ainsi qu'à toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont aidés et encouragés.

Résumés et mots clés

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تحسين أداء خط بريل إيزيس شركة الإنتاج هنكل الجزائر (وحدة رعاية) من خلال استخدام أدوات معينة من لين Manufacturing.

أولاً، أجرينا تحليلاً مفصلاً للخط بريل إيزيس الإنتاج باستخدام VSM وأدوات كايزن. تم، من المعلومات التي تم الحصول عليها من هذا التحليل، يمكننا تحديد إجراءات تحسين تطبيق.

وهذه الإجراءات تركز على القضاء على النفايات والحد من الوقت الضائع عن طريق تحسين خط إنتاج وتنفيذ 5S وتطبيق معايير بيئة العمل. الكلمات الرئيسية: تصنيع العجاف، 5S، VSM، كايزن، وبيئة العمل.

Résumé : L'objectif de ce travail est d'améliorer la performance de la ligne de production Pril Isis de l'entreprise Henkel Algérie (unité de Reghaia) par l'utilisation de certains outils du Lean Manufacturing.

-En premier lieu nous avons effectué une analyse détaillée de la ligne de production Pril Isis en utilisant La VSM, et les outils du Kaizen. Puis, à partir des informations obtenues de cette analyse, nous avons établi les actions d'amélioration à appliquer.

-Ces actions portent essentiellement sur l'élimination des gaspillages et la réduction des temps perdus, par l'amélioration de la ligne de production et l'implantation des 5S et des normes de l'ergonomie.

Les mots clés: Lean Manufacturing, VSM, 5S, Kaizen, ergonomie.

Abstract : The objective of this work is to improve the performance of the line Pril Isis of Henkel Algeria by using Lean Manufacturing tools.

-First we conducted a detailed analysis of the line production Pril Isis using the VSM and Kaizen tools, and from informations obtained by this analysis, we determined the improvement actions to apply.

-These actions focus on eliminating waste and reducing lost time by improving the production line and the implementing of 5S and also by applying of ergonomics standards.

Keywords: Lean Manufacturing, VSM, 5S, Kaizen, ergonomics.

Table des Matières

| | |
|---|-----------|
| Introduction Générale..... | 9 |
| <i>Chapitre I : Présentation de l'entreprise Henkel Algérie.....</i> | 11 |
| I.1. Introduction..... | 12 |
| I.2. Présentation de l'entreprise Henkel..... | 12 |
| I.2.1. Le groupe Henkel..... | 12 |
| I.2.2. Historique..... | 12 |
| I.2.3. Les différents secteurs d'activité du groupe Henkel..... | 13 |
| I.2.4. Dépenses en Recherche et Développement | 14 |
| I.3. Présentation de Henkel Algérie | 14 |
| I.3.1. Historique..... | 14 |
| I.4. Mission principale de l'entreprise..... | 15 |
| I.4.1. Position sur le marché | 15 |
| I.4.2. Les produits fabriqués par Henkel Algérie | 15 |
| I.5. Présentation du site de Reghaia | 16 |
| I.5.1. Organisation | 16 |
| I.6. Les principales missions des différentes directions de l'entreprise | 18 |
| I.7. Présentation de la problématique | 20 |
| I.8. Conclusion | 25 |
| <i>Chapitre II : Etat de l'art</i> | 26 |
| II.1. Introduction | 27 |
| II.2. La performance | 27 |
| II.2.1. Définitions | 28 |
| II.2.2. Les indicateurs de performance | 28 |
| II.2.2.1. Définition..... | 28 |
| II.2.2.2. Exemple d'indicateur de performance du Lean Manufacturing..... | 29 |
| II.3. La philosophie du Lean Manufacturing | 34 |
| II.3.1. Généralité..... | 34 |
| II.3.1.1. Origine et historique du Lean | 34 |
| II.3.2. Définition..... | 35 |
| II.3.3. Principe du Lean Manufacturing | 36 |
| II.3.4. La suppression de tous les gaspillages | 37 |

| | |
|---|------------------|
| II.3.5. Les outils du Lean Manufacturing..... | 38 |
| II.3.6. La cartographie du flux de valeur (Value Stream Mapping)..... | 42 |
| II.3.6.1. Objectif de la Cartographie du Flux de Valeur..... | 42 |
| II.3.6.2. Réalisation du VSM..... | 42 |
| II.3.6.3. Étapes de réalisation du VMS | 43 |
| II.3.7. Le Kaizen..... | 47 |
| II.3.7.1. Définition..... | 47 |
| II.3.7.2. Outils d'application de Kaizen | 48 |
| II.3.8. La méthode des 5S | 52 |
| II.3.8.1. Principe de La méthode 5S | 52 |
| II.3.8.2. Définition de la méthode 5S | 52 |
| II.3.8.3. Démarche de réalisation | 52 |
| II.3.9. L'ergonomie | 55 |
| II.3.9.1. Définition..... | 55 |
| II.3.9.2. Objectif de l'ergonomie..... | 55 |
| II.4. Conclusion..... | 56 |
| | |
| <i>Chapitre III : Diagnostic & analyse de l'existant.....</i> | <i>57</i> |
| | |
| III.1. Introduction..... | 58 |
| III.2. Présentation des ateliers préparation et conditionnement | 58 |
| III.2.1. Présentation de la structure matérielle | 58 |
| III.2.2. Présentation des moyens humains :..... | 60 |
| III.3. Description du processus..... | 61 |
| III.4. Identification des problèmes de la ligne de production Pril Isis..... | 68 |
| III.4.1. Réalisation de la cartographie de la chaîne de valeur (VSM) | 68 |
| III.4.1.1. Choix du composant à étudier..... | 68 |
| III.4.1.2. Réalisation de la carte des flux actuels..... | 69 |
| III.4.1.3. Analyse de la Cartographies de la chaîne de valeur | 71 |
| III.4.2. Analyse du déroulement du processus de conditionnement..... | 72 |
| III.4.3. Evolution et Analyse du TRG | 74 |
| III.4.4. Recensement des arrêts | 75 |
| III.4.5. Diagramme cause-effet | 78 |
| III.4.6. Méthode des cinq pourquoi | 80 |
| III.4.7. Recherche de solutions..... | 82 |
| III.5. Conclusion | 83 |

| | |
|---|----------------|
| Chapitre IV : Actions d'amélioration | 84 |
| IV.1. Introduction..... | 85 |
| IV.2. Première partie: Identification des caractéristiques de la nouvelle souffleuse et élaboration du schéma synoptique de l'unité de production... | 85 |
| IV.2.1. Identification des caractéristiques de la nouvelle souffleuse | 85 |
| IV.2.1.1. Description de la nouvelle machine | 86 |
| IV.2.1.2. La situation après l'installation du KHS | 87 |
| IV.2.2. Elaboration du schéma synoptique de l'unité de production | 88 |
| IV.3. Deuxième partie : Mise en place des 5S et étude ergonomique des postes de travail. | 91 |
| IV.3.1. Formation des opérateurs | 91 |
| IV.3.2. Préparation du chantier | 94 |
| IV.3.2.1. Le grand débarras (1 ^{er} et 2 ^{ème} S) | 95 |
| IV.3.2.2. Le grand Nettoyage (3 ^{ème} S)..... | 96 |
| IV.3.2.3. La pérennisation (5 ^{ème} S)..... | 98 |
| IV.3.3. Etude ergonomique de la zone de conditionnement | 101 |
| IV.3.3.1. Analyse ergonomique des postes de travail | 101 |
| IV.3.3.2. Actions d'amélioration..... | 103 |
| IV.3.3.3. Evaluation du gain | 103 |
| IV.4. Troisième partie : Mise en place d'un processus créatif..... | 105 |
| IV.4.1. Description du processus créatif proposé (Henkel Idea Boxes) | 105 |
| IV.4.2. Le principe du processus créatif (Henkel Idea Boxes) | 105 |
| IV.5. Conclusion | 107 |
| Conclusion générale | 108 |
| Bibliographie..... | 110 |
| ANNEXES | 112 |

Liste des figures

| | |
|--|-----|
| Figure I.1 : Implantation du Groupe Henkel | 12 |
| Figure I.2 : Marques phares et produits internationaux | 13 |
| Figure I.3 : Marques phares de Henkel Proche-Orient et Afrique | 13 |
| Figure I.4: Marques phares de Henkel Proche-Orient et Afrique | 14 |
| Figure I.5: Organigramme de Henkel Algérie (site de REGHAI) | 17 |
| Figure I.6: Répartition des parts de production détergents liquide du mois de Mars | 23 |
| Figure I.7 : Schéma des résultats de production du mois de Mars..... | 24 |
| | |
| Figure II.1 : Les temps d'état d'un moyen de production..... | 30 |
| Figure II.2 : les 7 types de gaspillages | 37 |
| Figure II.3 : Étapes de réalisation du VSM..... | 43 |
| Figure II.4 : Exemple d'une cartographie de la chaîne de la valeur..... | 45 |
| Figure II.5 : Diagramme d'Ishikawa..... | 50 |
| Figure II.6 : démarche pour l'application des 5pourquoi..... | 51 |
| | |
| Figure III.1 :Principe du soufflage | 64 |
| Figure III.2: Shéma de la ligne de production Pril Isis..... | 68 |
| Figure III.3 : Répartition des références sur la demande clients | 69 |
| Figure III.4 : Cartographie actuel de la chaîne de valeur..... | 70 |
| Figure III.5 : l'évolution du TRG durant le mois de Mars 2014..... | 74 |
| Figure III.6 : Recensement des familles de temps d'arrêts du mois de Mars 2014 | 75 |
| Figure III.7: Analyse des temps d'arrêts | 77 |
| Figure III.8 : Diagramme d'Ishikawa..... | 79 |
| | |
| Figure IV.1 : la machine KHS..... | 86 |
| Figure IV. 2 : Schéma synoptique de l'unité de production..... | 89 |
| Figure IV.3 : Situation avant l'implantation des 5S..... | 92 |
| Figure IV.4 : les situations signalées durant la visite | 93 |
| Figure IV.5 : les actions à engager | 96 |
| Figure IV.6: situation après l'implantation des 5S..... | 100 |
| Figure IV.7 : exemple de poste non ergonomique | 103 |
| Figure IV.8 : déroulement du processus créatif..... | 106 |

Liste des Tableaux

| | |
|--|-----|
| Tableau I.1 : Volume de ventes par secteur d'activité (2012) | 14 |
| Tableau I.2: Références des produits Henkel Algérie..... | 16 |
| Tableau I.3: Commande et production du mois de Mars | 22 |
| Tableau II.1: Boite à outils du Lean Manufacturing | 39 |
| Tableau II.2 : démarche de réalisation d'une VSM | 43 |
| Tableau II. 3 : Exemple de matrice de produit-postes..... | 44 |
| Tableau III.1 : Ressassements de l'effectif par équipe de production | 60 |
| Tableau III.2 : Analyse du déroulement du processus de conditionnement..... | 73 |
| Tableau III.3 : Les temps d'arrêts par rapport au temps de disponibilité/total perdu | 76 |
| Tableau III.4 : l'analyse des familles de temps d'arrêt. | 77 |
| Tableau III.5 : L'application de la méthode des 5 Pourquoi | 80 |
| Tableau III.6 : Synthèse des Anomalies et leurs incidences sur la production | 81 |
| Tableau IV.1: Evaluation des gains..... | 87 |
| Tableau IV.2 : analyse de la situation | 94 |
| Tableau IV.3 : Programme à la sensibilisation de la méthode des 5S | 97 |
| Tableau VI.4 : Grille Audit des 5S..... | 99 |
| Tableau IV.5 : Check liste vérifiant les normes ergonomiques..... | 101 |

Liste des Abréviations

HEA : Henkel ENAD Algérie
ENAD : Entreprise Nationale Algérienne des Détergeant
SHEQ : Sécurité Hygiène Environnement Qualité
RH : Ressource Humaine
SAP : Système, Application, Produit
ERP : Entreprise Resource Planning
VSM : Value Stream Mapping
AFNOR : L'Association Française de normalisation
TT : Temps totale
TO : Temps d'ouverture
TR : Temps requis
TF : Temps de fermeture
TN : Temps Net
TU : Temps utile
NPB : Pièces bonnes
NPR : Pièce réalisées
NPTR : Pièce théoriquement réalisables
TRS : Taux de Rendement Synthétique
TRG : Taux de Rendement Global
Tp : Taux de performance
Tq : Taux de qualité
Do : Disponibilité Opérationnelle
OEE : Overall Equipment Efficiency
TPS : Toyota Production System
SMED : Single Minute Exchange of Die
PDCA : Plan Do Check Act
QFD : Développement des Fonctions Qualités
TPM : Total productive maintenance
TOC : Théorie des Contraintes
AES : Sodium Lauryl Ether Sulfat

Introduction Générale

Confrontés chaque jour à une compétition accrue et une concurrence livrée à l'échelle mondiale, les entreprises doivent poursuivre sans relâche leurs efforts d'adaptation et d'amélioration. Car si la trilogie des objectifs coûts - délai - qualité reste une constante de l'entreprise industrielle, la façon de les atteindre a été profondément modifiée depuis une trentaine d'années.

En conséquence, dans un tel environnement, Henkel Algérie vise un objectif de réduction des coûts, tout en améliorant continuellement la qualité de ses produits et les choix offerts aux clients et cela sans fragiliser sa position à long terme. Pour ce faire, de nombreuses méthodes et outils existent, mais la question qui prédomine aujourd'hui est la suivante : quoi faire, comment le faire, pour qui et où ?

Le LEAN MANUFACTURING est aujourd'hui le dernier modèle en date d'organisation industrielle. C'est le seul qui réponde à ce besoin d'amélioration durable et pérenne de la performance globale. Il représente une référence en matière d'excellence industrielle.

Le Lean Manufacturing met à contribution chaque acteur de l'entreprise à son niveau pour traquer les gaspillages qui réduisent l'efficacité et la performance d'une unité de production. En effet, une telle démarche consiste donc à identifier et à éliminer toutes les pertes d'efficacité qui jalonnent la chaîne de valeur.

C'est dans cette perspective de l'application du Lean Manufacturing que s'inscrit notre projet de fin d'études, établi en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre nous présentons le groupe Henkel à l'échelle mondiale et nationale tout en présentant le site de Reghaia et les différents produits qu'il fabrique. Ensuite, nous aborderons la problématique qui nous a été posée par Henkel Algérie.

Le deuxième chapitre comporte un état de l'art sur la performance industrielle, les indicateurs de mesure, ainsi que l'explicitation du concept Lean Manufacturing, ses outils et sa démarche de mise en œuvre.

Le troisième chapitre est dédié à la partie pratique de notre étude, qui consiste tout d'abord à décrire le processus de production puis à déployer la démarche d'analyse en utilisant les outils Lean Manufacturing. Cette démarche nous permettra d'identifier et de sélectionner les anomalies qui seront traitées.

Finale­ment, dans le qua­trième cha­pitre, nous allons pré­sen­ter de ma­nière dé­tail­lée les ac­tions menées pour la mise en place des solu­tions en­vi­sa­gées pour ré­mé­dier aux pro­blèmes iden­ti­fiés dans le troi­sième cha­pitre. Ce der­nier cha­pitre se di­vi­sera en trois parties :

- La pre­mière partie com­por­tera le choix des carac­té­ris­ti­ques de la nou­velle sou­ffleuse et l'é­la­bo­ra­tion du schéma synop­ti­que de l'unité de pro­duc­tion.
- La deuxième partie con­cer­nera la mise en place des 5S dans l'atelier condi­tion­ne­ment ainsi qu'une étude ergo­nomique des postes de travail.
- La troi­sième partie com­por­tera la créa­tion d'un pro­ces­sus créa­tif afin d'en­cou­ra­ger et de bé­né­fi­cier de la créa­tivité des em­ployés.

Chapitre I
Présentation de l'entreprise Henkel
Algérie

I.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons du groupe Henkel à l'échelle mondiale et nationale tout en présentant le site de Reghaia ainsi que ses différentes structures puis nous aborderons la problématique que nous allons traiter.

I.2. Présentation de l'entreprise Henkel

I.2.1. Le groupe Henkel

Aujourd'hui le groupe Henkel opère dans plus de 125 pays, dont 75 avec une implantation industrielle. Son effectif est de plus de 52.300 employés repartis sur les cinq continents. la Figure I.1 donne un aperçu sur l'implantation mondiale de Henkel.

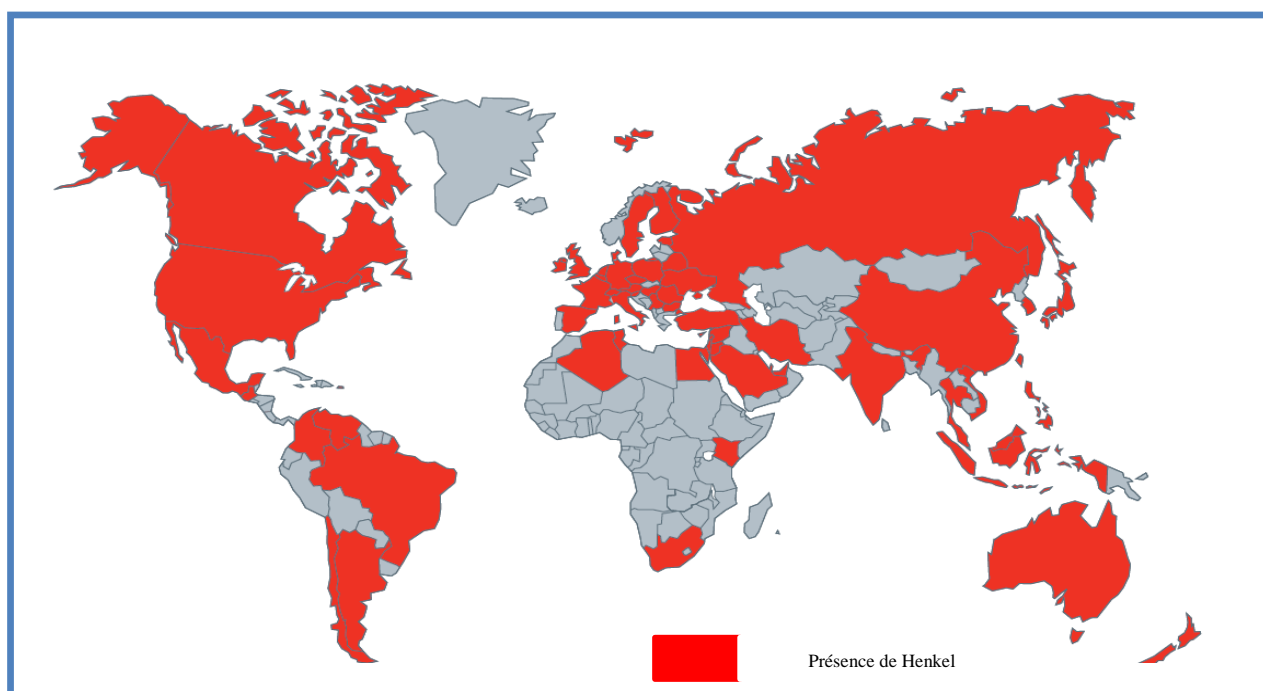


Figure I.1 : Implantation du Groupe Henkel

I.2.2. Historique

L'histoire de Henkel commence tout d'abord lorsque Fritz Henkel, âgé de 28 ans, fonde avec ses deux (02) associés la société Henkel & Cie à Aix-la-Chapelle (Allemagne) en 1876. Le premier produit de la société était une lessive en poudre à base de silicate de sodium.

Au cours des années suivantes, la famille allemande et des milliers de salariés Henkel

construisent une entreprise mondiale.

I.2.3. Les différents secteurs d'activité du groupe Henkel

Le groupe Henkel est un leader mondial présent sur trois domaines :

- Laundry & Home Care (Détergents et produits d'entretien) ;
- Beauty Care (produits cosmétiques) ;
- Adhésive Technologies (produits adhésifs).

► **DETERGENTS ET PRODUITS D'ENTRETIEN** : 2^{ème} au monde après Procter & Gamble.

Le portefeuille produit du groupe Henkel comprend : adoucissants et détachants, produits pour lave-vaisselle, produits d'entretien et produits de soin pour sols et moquettes.



Figure I.2 : Marques phares et produits internationaux

► **COSMETIQUES** : 4^{ème} au monde après Procter & Gamble, Unilever, L'Oréal.

Cette gamme de produit comprend : shampoings et après-shampoings, colorations, savons, produits pour le bain et la douche, déodorants, crèmes pour la peau, produits de soin de la peau et produits d'hygiène buccodentaire.



Figure I.3 : Marques phares de Henkel Proche-Orient et Afrique

► **COLLES, ADHESIFS ET PRODUITS D'ETANCHEITE** : leader mondial.

Dans ce secteur, le groupe offre une large gamme de produits pour la maison, le bureau et pour le marché du bricolage domestique et de la construction.



Figure I.4: Marques phares de Henkel Proche-Orient et Afrique

- Volume de ventes par secteur d'activité :

Tableau I.1 : Volume de ventes par secteur d'activité (2012) (WEB 1)

| Secteur d'activité | Volume de ventes |
|------------------------------------|---|
| Détergents et produits d'entretien | 4,556 millions d'euros (28% du chiffre d'affaire) |
| Produits cosmétique | 3,542 millions d'euros (21% du chiffre d'affaire) |
| Produits adhésifs | 8,256 millions d'euros (50% du chiffre d'affaire) |

I.2.4. Dépenses en Recherche et Développement

Les dépenses du Groupe Henkel en Recherche et Développement atteignent 415 millions d'euros en 2013. Ils ont réinvesti 2,5 % de leur chiffre d'affaire dans la recherche et le développement.

I.3. Présentation de Henkel Algérie

La société Henkel Algérie est une société par action (SPA), avec un chiffre d'affaire de 11 milliards (DA). Henkel Algérie dispose de (03) unités de production situées à Reghaia (Centre), Chelghoum El Laid (Est) et Ain Temouchent (Ouest). Son siège est sis à : 22, rue Ahmed OUAKED, Bois des cars 3, Delly Ibrahim Alger. Henkel Algérie emploie près de 1200 salariés.

I.3.1. Historique

C'est un accord de Joint-venture signé en mai 2000 entre ENAD (Entreprise Nationale Algérienne des détergents) et le groupe Henkel qui a conduit à la création de **Henkel-ENAD ALGERIE (HEA)** avec un capital de 1.760 milliard de dinars reparti en 60% pour Henkel et 40% pour l'ENAD.

Le partenariat de l'ENAD avec l'un des plus grands producteurs mondiaux de détergents, a été un moyen de mise à niveau afin de répondre à une stratégie gouvernementale Algérienne qui encouragerait les investissements étrangers, mais également afin d'éviter la perte des parts de marché de l'ENAD du fait de la concurrence qui a fait apparition suite à l'ouverture de l'Economie Algérienne.

En 2005, Henkel a montré son attachement à l'Algérie en devenant 100% détenteur du capital de HEA après avoir racheté les 40% des actions de l'ENAD.

C'est au terme de cette opération qu'ENAD achève la privatisation totale de ses 3 trois installations industrielles.

I.4. Mission principale de l'entreprise

Le groupe Henkel Algérie a pour mission la fabrication et la commercialisation des détergents liquides et d'eaux de Javel, en différentes variantes (parfums et formats) pour le marché Algérien.

I.4.1. Position sur le marché










- N°1 des produits détergents et produits d'entretien.
- N°1 des produits Colles professionnelles.

I.4.2. Les produits fabriqués par Henkel Algérie

- Depuis son implantation en Algérie, Henkel mène une politique de diversification de ses produits en lançant en moyenne deux nouveaux produits chaque année.
- Henkel Algérie propose une gamme de produits très diversifiée : près de 15 références.

Le tableau suivant présente les différents produits commercialisés, leurs catégories, et les références de chaque produit :

Tableau I.2: Références des produits Henkel Algérie

| Marque | Catégorie | Références | Logo |
|------------------|----------------------------|---|---|
| Isis | Détergent poudre | Isis 380 g Isis 980 g Isis 1.5 kg |  |
| Pril Isis | Détergent liquide | Pril citron Pril citron vert Pril red fruits Pril citron 1.25l |  |
| Le chat | Détergent Liquide | Le Chat 3 L |  |
| Bref | Javel | Bref 13° 925 ml Bref 13° 1.8l |  |
| Pattex | Colle | Pattex 125 ml |  |
| Liofol | Adhésifs pour emballage | Liofol Fut Industriel |  |
| Tangit | Colle blanche | Tangit 50 g, 250 g, 500 g, 1 kg |  |
| Loctite | Colle PVC | Loctite 250 ml et 500 ml |  |
| Teroson | Adhésifs pour l'automobile | Teroson spray 500 ml |  |

I.5. Présentation du site de Reghaia

L'unité de production se situe au niveau de la zone industrielle Reghaia à côté de ZDF Algérie. Ce site produit seulement les détergents liquides tels que le Pril Isis, Le chat, Isis Machine et Bref Javel. Sa capacité de production est de 8 236 tonnes / mois (tous produits confondus). Le site de production emploie 300 personnes réparties à travers les différents départements de l'entreprise.

I.5.1. Organisation

Le site Reghaia est structuré d'une manière pyramidale, répartie en différentes directions et départements comme présenté dans la Figure I.5.

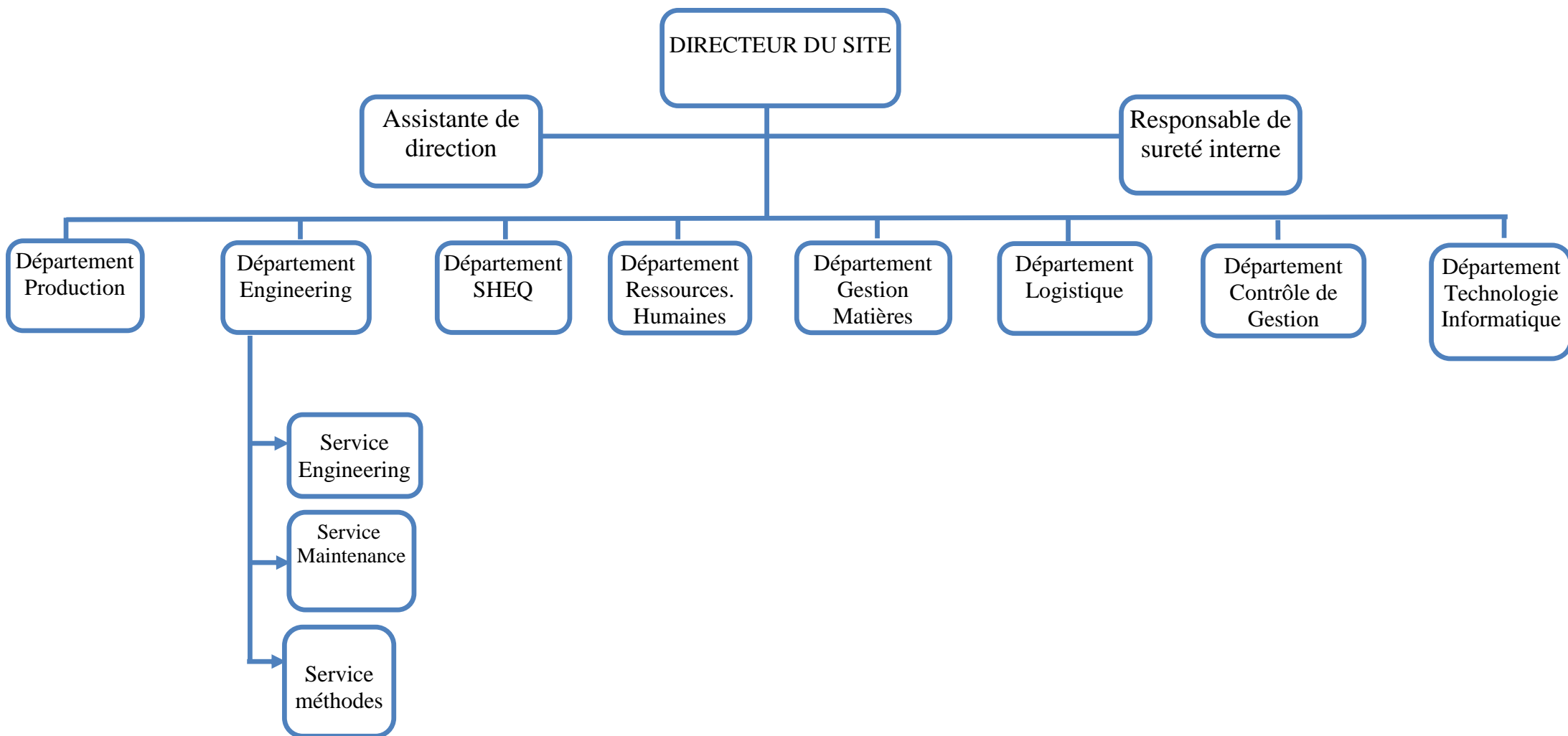


Figure I.5: Organigramme de Henkel Algérie (site de REGHAI)

I.6. Les principales missions des différentes directions de l'entreprise

a) Département Sécurité Hygiène Environnement Qualité(SHEQ) :

Les principales missions du département consistent à :

- Assurer une qualité qui répond aux exigences des standards Henkel;
- Minimiser, voir éliminer les non conformités;
- Introduire les notions de la qualité dans l'esprit des agents de fabrication par les recommandations et les conseils;
- Suivre la qualité du produit dans ses différents stades;

b) Département Ressource Humaine (RH) :

Son rôle est :

- Assurer la mise en œuvre de la politique de gestion des ressources humaines de l'entreprise.
- Rechercher en permanence l'équilibre entre les attentes de l'entreprise (satisfaction du client, efficacité, progrès social..) et celles du personnel (qualité de vie au travail, développements personnel et professionnel, etc.).

c) Département Gestion Matières:

Les principales missions du département consistent à :

- Réceptionner le programme mensuel de production, répartir le programme en planning hebdomadaire et préparer sa mise en œuvre en tenant compte des priorités ;
- Déterminer les besoins en matières premières et emballages par ligne de production et par article.

d) Département logistique :

Son rôle est :

- Confirmation des commandes auprès des fournisseurs ;
- Suivi des arrivages des Matières avec les Agences Maritimes ;
- Edition et suivi des stocks de matières premières ;
- Préparation des documents de dédouanement.

e) Département Technologie Informatique :

Sa principale mission est de s'occuper de la gestion et maintenance des systèmes et parcs informatiques.

Henkel Algérie utilise des systèmes informatiques afin de réduire le temps nécessaire pour l'accomplissement de ses diverses tâches avec amélioration de l'efficacité.

Ces moyens sont :

- **Internet** : Un réseau Internet est installé au niveau de l'usine.
- **Intranet** : Logiciel de messagerie interne (LOTUS) et de partage des fichiers.
- **Le SAP (Système, Application, Produit)** : SAP est un ERP (Entreprise Resource Planning), qui est système d'information et de gestion permettant à partir des prévisions de la demande de disposer du planning de la production, la mise à jour des stocks, le réapprovisionnement des matières premières et des emballages, la livraison des entrepôts et toute la préparation des transports.

f) Département Production :

Ce département a pour mission de veiller à :

- L'application et le suivi du plan de production ;
- La gestion des ateliers de production et de conditionnement en veillant à l'utilisation optimale des ressources humaines et matérielles ;
- Le suivi des écarts enregistrés entre la sortie du magasin et de la production ;
- L'identification des anomalies et la mise en place des solutions afin d'améliorer la performance de tous les processus de production et de conditionnement ;
- Proposer des méthodes pour minimiser les pertes.

g) Département engineering :

Le département engineering a pour principale mission :

- D'assurer la continuité et l'optimisation de la production, l'étude et la réalisation des projets, l'atteinte des objectifs de la maintenance.

Nous y trouvons trois (03) services :

➤ **Service méthodes :**

Le service a pour finalité de :

- Engager une démarche d'amélioration continue sur les travaux de maintenance préventive et corrective (rédaction des gammes, des instructions de travail et des modes opératoires, définition des temps unitaires, compétence, élaboration des kits d'approvisionnement);
- Contribuer activement aux projets d'organisation ;
- Recueillir et transmettre les besoins informationnels (anomalie, évolution, ergonomie, donnée, matériel) ;
- Proposer des optimisations de flux ateliers (organisation physique, flux documentaire, analyse de la rentabilité des machines).

➤ **Service engineering :**

Il se charge de :

- L'amélioration des pratiques quotidiennes au sein de l'entreprise.
- D'assurer la continuité et l'optimisation de la production, l'étude et la réalisation des projets et l'atteinte des objectifs de mise en place des plans de maintenances.

➤ **Service maintenance :** ses principales missions consistent à :

- Assurer le suivi et la réalisation de la maintenance préventive et curative des équipements ;
- Superviser chaque fois que nécessaire les réparations curatives à temps ;
- Gérer et suivre budget de maintenance accordé par la direction.

C'est au sein du département Production et Engineering, qui travaillent conjointement dans le but de veiller à l'atteinte des objectifs de production, que nous avons effectué notre stage.

Notre mission consistait à diagnostiquer le processus de production qui rencontre des problèmes, pénalisant l'équipe production à atteindre ses objectifs et donc à satisfaire la demande du marché.

I.7. Présentation de la problématique

Henkel Algérie, acteur influant sur le marché des détergents en Algérie, est confronté à une rude concurrence ces dernières années. Dans le but de dégager un avantage concurrentiel, Henkel Algérie mise sur la satisfaction des clients à travers une gamme de produits de plus en

plus élargie au fil des années tout en assurant la disponibilité, la qualité, et en minimisant ses coûts de production.

Le détergeant Henkel Algérie est le produit le plus demandé par les consommateurs Algériens.

Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des commandes que reçoit Henkel Algérie, allant du 1 mars 2014 jusqu'au 27 mars 2014, ainsi que les volumes de production correspondants réalisés :

Tableau I.3: Commande et production du mois de Mars

| Mars | Commande (T/jr) | Production planifiée (T/jr) | Production réalisée (T/jr) |
|------------|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 01/02/2014 | 350 | 315 | 313 |
| 02/03/2014 | 350 | 315 | 317 |
| 03/03/2014 | 350 | 315 | 227 |
| 04/03/2014 | 350 | 315 | 271 |
| 05/03/2014 | 350 | 280 | 250 |
| 06/03/2014 | 350 | 315 | 273 |
| 07/03/2014 | 350 | 270 | 269 |
| 08/03/2014 | 350 | 315 | 308 |
| 09/03/2014 | 350 | 315 | 321 |
| 10/03/2014 | 350 | 290 | 279 |
| 11/03/2014 | 350 | 105 | 257 |
| 12/03/2014 | 350 | 266 | 285 |
| 13/03/2014 | 350 | 315 | 313 |
| 14/03/2014 | 350 | 270 | 322 |
| 15/03/2014 | 350 | 315 | 266 |
| 16/03/2014 | 350 | 315 | 322 |
| 17/03/2014 | 350 | 315 | 235 |
| 18/03/2014 | 350 | 315 | 276 |
| 19/03/2014 | 350 | 315 | 216 |
| 20/03/2014 | 350 | 280 | 273 |
| 21/03/2014 | 350 | 262 | 262 |
| 22/03/2014 | 350 | 305 | 219 |
| 23/03/2014 | 350 | 306 | 229 |
| 24/03/2014 | 350 | 316 | 205 |
| 25/03/2014 | 350 | 316 | 200 |
| 26/03/2014 | 350 | 316 | 123 |
| 27/03/2014 | 350 | 316 | 174 |

La production planifiée varie selon les contraintes que peut rencontrer la production telles que la disponibilité des emballages, la capacité du stock d'eau, les arrêts maintenances, les tests produits et le nettoyage de la ligne de production.

La demande client théorique est stable parce-que celle-ci est faite à partir des prévisions de l'entreprise, tout en sachant que les détergents sont des produits ménagers quotidiennement consommés.

Le schéma ci-dessous représente la répartition de la production des détergents de Henkel Algérie site de Reghaia.

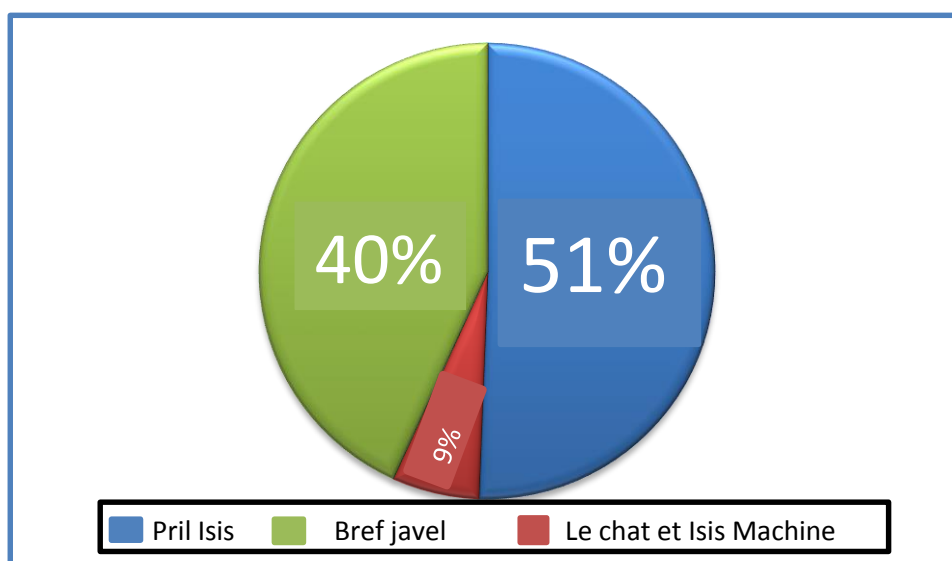


Figure I.6: Répartition des parts de production détergents liquide du mois de Mars

Nous remarquons que la production du détergent Pril Isis représente à elle seule 51% du volume de vente.

Nous avons traduit le tableau I.4 en graphe (voir figure I.7) afin de comparer entre la demande clients, qui caractérise les besoins des consommateurs, les objectifs et les résultats.

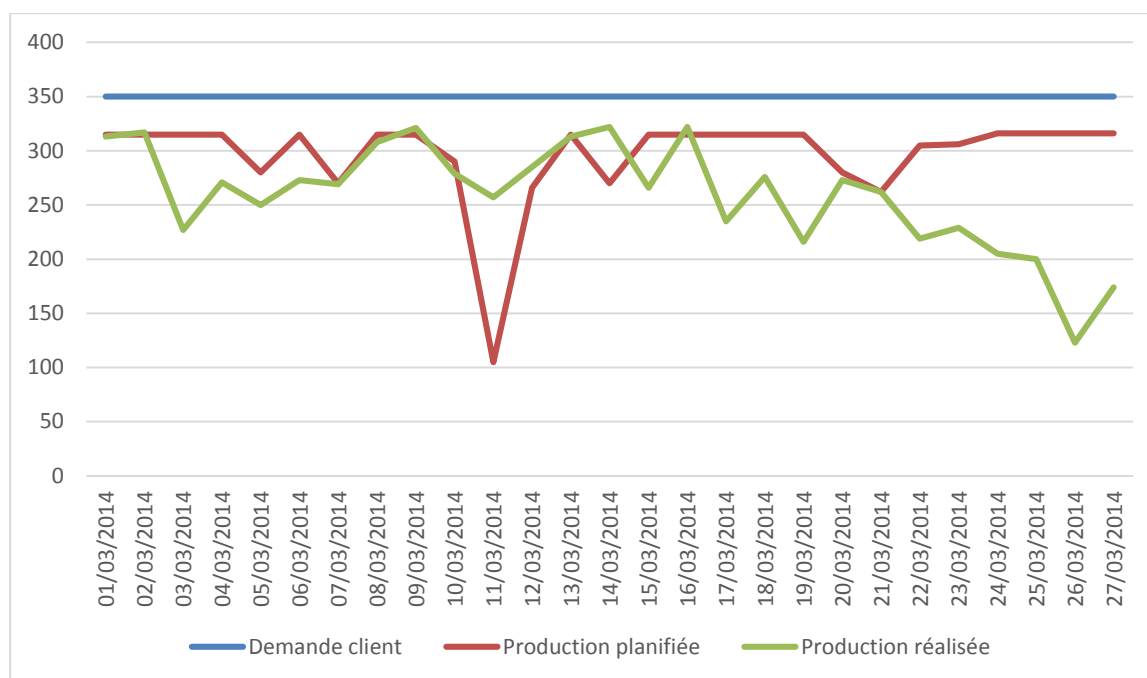


Figure I.7 : Schéma des résultats de production du mois de Mars

La faible quantité de production du 11/03/2014 est due à une contrainte de disponibilité de flanquons qui a été réglée avant la production réelle.

Nous remarquons à partir de la figure I.7 que Henkel Algérie n'arrive pas à atteindre son objectif de production, ni à satisfaire la demande du marché. Cette situation peut affecter la position de Henkel Algérie sur son marché.

Ainsi :

Pour gagner en productivité et améliorer la performance du processus de production, une analyse approfondie par l'utilisation des outils Lean Manufacturing est indispensable.

Il s'agira de détecter et d'identifier les causes menant à ce manque de productivité, qui a un impact négatif sur la performance industrielle de Henkel Algérie afin d'établir un plan d'action adéquat répondant à cette problématique.

Afin d'effectuer une analyse pertinente, nous allons nous concentrer sur la ligne de production qui contribue le plus au chiffre d'affaire et qui est la ligne de production du Pril Isis 710ml.

I.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné une présentation du groupe Henkel au niveau international et national, puis nous avons présenté la difficulté que rencontre le groupe Henkel Algérie afin de répondre à la demande du marché.

Le chapitre suivant comportera et explicitera les différentes notions que nous allons utiliser dans notre projet d'amélioration, nous définirons la notion de performance et ses moyens de mesures et celles du Lean Manufacturing ainsi que les différents outils que le concept utilise.

Chapitre II
Etat de l'art

II.1. Introduction

Face aux contraintes du marché, les entreprises actuelles doivent améliorer leur performance. Cette amélioration de la performance permettra de respecter les critères de coûts, qualité et délais de fabrication. La bonne performance des lignes de production contribue à l'atteinte des objectifs et à la pérennisation de la position de l'entreprise sur le marché. Mais pour cela, un moyen doit être mis à disposition afin de pouvoir quantifier et mesurer la performance du système de production et d'y apporter des améliorations.

Dans ce contexte, le Lean Manufacturing, apparaît comme une démarche efficace pour améliorer la performance des lignes de production de par sa vision, son concept et les outils qu'il utilise.

Nous allons dans ce chapitre expliciter la notion de performance, définir les moyens de mesure de cette dernière tout en donnant des exemples d'indicateurs de performance et nous définirons ensuite le concept du Lean Manufacturing en relatant son évolution, son principe et ses outils tels que la VSM, le Kaizen et les 5S.

II.2. La performance

Introduction

Tout système de production est une organisation dont le but est d'offrir des biens et des services aux clients. Il se voit attribuer des objectifs physiques, monétaires ou sociaux et les données qui en résultent doivent être quantifiées à l'aide d'indicateurs de performance. Puis des actions et recommandations sont entreprises afin d'améliorer la performance (la re-conception radicale, l'amélioration, l'optimisation).

De nombreux organisateurs et gestionnaires de production cherchent à appréhender de façon globale la performance du système de production afin de pouvoir suivre l'évolution des résultats réalisés et les comparer aux objectifs, dont le but d'identifier les anomalies et y remédier.

C'est dans ce cadre que nous allons développer la notion de performance ainsi que les différents moyens qui permettent de la mesurer.

II.2.1. Définitions

En raison de la diversité des sens qui peuvent lui être attribués dans ses utilisations courantes, il est bien difficile de caractériser la performance.

Notre choix s'est porté sur la définition de **Calvi**: « La performance est l'atteinte des objectifs prédéterminés sur une période de temps (efficacité) tout en optimisant les ressources consommées dans le processus (efficience) ». (**Clavi et al, 2001**)

De notre côté, nous définissons la performance d'un système comme étant l'obtention conjointe de la pertinence, de l'efficience et de l'efficacité, ainsi que l'appréciation de l'écart entre le résultat attendu et celui réalisé. Cet écart est à apprécier en termes de **coûts** engendrés par la production du bien ou service et de **valeur** ajoutée au client sur l'intégralité du cycle de vie du système.

Mais pour pouvoir apprécier et mesurer cette notion, nous avons besoin d'outils permettant l'accomplissement de cette tâche, d'où la nécessité de recourir aux indicateurs de performance.

II.2.2. Les indicateurs de performance

II.2.2.1. Définition

« Un indicateur de performance est une information devant aider un acteur, individuel ou plus généralement collectif, à conduire le cours d'une action vers l'atteinte d'un objectif ou devant lui permettre d'en évaluer le résultat ». (**Lorino, 2001**)

Selon l'AFNOR « c'est une donnée quantifiée qui mesure l'efficacité et/ou l'efficience de tout ou partie d'un processus ou d'un système (réel ou simulé), par rapport à une norme, un plan ou un objectif, déterminé dans le cadre d'une stratégie d'entreprise ».

Un indicateur doit être caractérisé par :

- La pertinence : qui correspond à une préoccupation ou une attente.
- La faisabilité: l'indicateur, est-il économiquement viable?
- La convivialité: simple et facile à comprendre, son interprétation doit être la même pour tous.
- La fiabilité: La prise de mesure doit être identique à chaque fois.

Il existe dans la littérature beaucoup d'indicateurs de performance car cette notion intervient dans beaucoup de domaines. Nous nous sommes intéressés dans le cadre de notre recherche aux

indicateurs du Lean Manufacturing qui sera la démarche utilisée dans notre projet d'amélioration des systèmes de production.

II.2.2.2. Exemple d'indicateur de performance du Lean Manufacturing (Krebs, 2010)

1. Takt Time (Rythme de la demande) (Beadry, 2012)

Le takt time est le rythme de la demande client, il est défini comme étant le temps séparant deux demandes clients donc nous parlons de la cadence à laquelle le client exige que l'entreprise fabrique ses produits. Son alignement avec la cadence de production permettra de proposer le produit au bon moment et ainsi permettre une utilisation optimale des ressources et une élimination du sur-stockage.

Le takt time se calcule par la formule suivante :

$$\textit{Takt Time} = \frac{\textit{(Temps d'ouverture)}}{\textit{Demande client sur la même période}}$$

2. Le temps à valeur ajoutée (Beadry, 2012)

Le temps à valeur ajoutée est le temps pendant lequel le système de production transforme la matière ou enrichit l'information. Le but de cet indicateur est de le comparer au temps du déroulement du processus de production afin d'identifier le temps à non-valeur ajoutée et de pouvoir y remédier.

3. Cadences (Krebs, 2010)

Les machines et processus produisent des marchandises à des cadences variables. Les cadences lentes pénalisent en général les profits alors que des cadences trop rapides rendent le contrôle de qualité plus difficile. Il est donc important que les vitesses de fonctionnement restent homogènes.

4. Temps de cycle (Krebs, 2010)

Le temps de cycle est un indicateur très utilisé dans la mesure de la performance. Cet indicateur mesure le temps entre la sortie de deux produits et en faisant ressortir cet indice, les fabricants peuvent rapidement se rendre compte à quel endroit des goulots d'étranglement se manifestent dans un processus.

Le temps de cycle doit être aligné au Takt time afin d'obtenir un flux de production régulé (Chaque produit qui sort correspond à la demande d'un client)

5. Décomposition des temps d'un moyen de production (Kombe et al, 2006)

La décomposition des temps d'état d'un moyen de production est un outil qui permet de décomposer le temps alloué à la production afin de quantifier et de discerner le temps réellement utilisé dans la production de valeur ajoutée du temps perdu dans les pannes et arrêts qui réduisent l'efficacité du système de production.

Une norme française a fixé les règles depuis mai 2002 (NF E 60-182), elle fractionne les temps de référence de la manière suivante (voir Figure II.1).

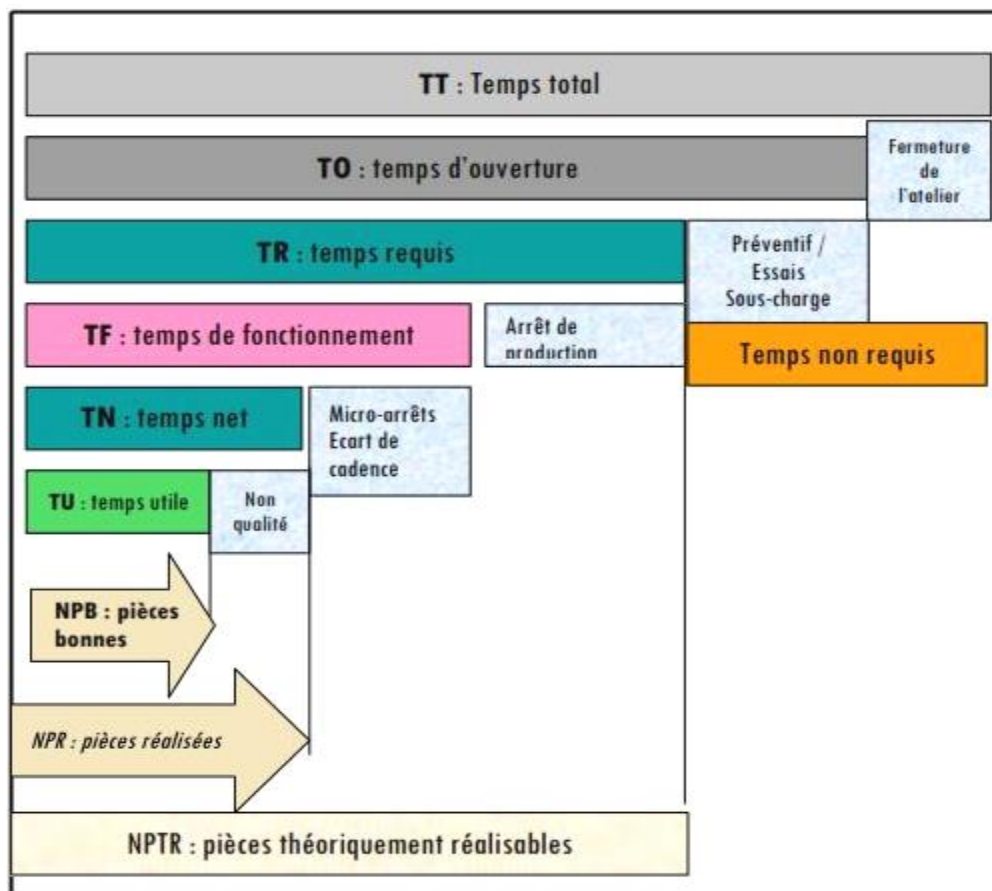


Figure II.1 : Les temps d'état d'un moyen de production : la norme NFE 60-182

- **Temps d'ouverture** : Il s'agit du temps de présence des opérateurs pour chacune des sections. Par exemple, pour un atelier fonctionnant en 3*8, son temps d'ouverture atelier sera de 8H.
- **Temps requis** : Il correspond aux temps réellement mesurés, c'est à dire la somme des temps de production et des arrêts. Par rapport au temps d'ouverture atelier, les temps pendant lesquels les machines ne tournent pas sont supprimés, soit parce que la machine n'est pas utilisée, soit parce que les temps ne sont pas pointés.
- **Temps de fonctionnement brut** : Il s'agit de la somme des temps de production réellement mesurés. Selon le cas, il inclut ou non les temps de préparation du poste. Il est obtenu en retranchant au temps d'ouverture machine tous les problèmes d'arrêts subis, c'est à-dire les pannes, le manque de personnel, le manque de matière.
- **Temps de fonctionnement net** : En général, il est calculé en multipliant les temps alloués unitaires par la quantité fabriquée. Par rapport au temps de fonctionnement brut, nous déduirons tout ce qui représente la sous performance, c'est-à-dire les micro-arrêts et les écarts de cadence.
- **Temps utile** : Il représente le temps réellement passé à fabriquer des pièces bonnes. Nous enlevons au temps de fonctionnement net le temps de fabrication de pièces rebutées, pour ne garder que celui correspondant aux pièces bonnes. C'est ce temps qui est pris en référence pour calculer les ratios du TRS et le TRG.

6. Taux de rendement synthétique (TRS) (Sidibe et Tata, 2006)

« Le TRS est un indicateur de productivité qui rend compte de l'utilisation effective d'un moyen de production. Il mesure la performance d'un système de production par analyse d'un poste goulet limitant la productivité, mesure des actions de progrès et permet d'identifier les pertes. Il représente un excellent outil d'investigation, un moyen de mesure de l'efficacité des processus ».

Le TRS est calculable en multipliant le Taux de performance (Tp) par le Taux de qualité (Tq) et le Taux de disponibilité (Do), ou tout simplement par le rapport du nombre de bons produits réalisés par le nombre de produits théoriquement réalisables ou bien par le rapport du temps utile sur le temps d'ouverture de la machine.

Le TRS se calcul de la manière suivante :

$$TRS = \text{Taux de Disponibilité (DO)} * \text{Taux de performance(Tp)} * \text{Taux de qualité(Tq)}$$

$$TRS = \frac{\text{temps utile}}{\text{temps requis}}$$

- **Taux de performance (Tp)** : Il indique dans quelle mesure la cadence optimale de l'installation a été atteinte. Il divise les volumes réellement produits par les volumes que l'on peut produire lorsque les installations fonctionnent à la cadence optimale. Autrement, c'est le rapport du temps net sur le temps de fonctionnement.

Le Taux de performance(Tp) se calcul de la manière suivante:

$$\text{Le Taux de performance (Tp)} = \frac{(\text{Temps de cycle} * \text{production réel})}{\text{Temps de production réel}}$$

- **Taux de qualité (Tq)** : Il indique dans quelle mesure les volumes ont été produits dans le respect des normes de qualités. Il est obtenu par le rapport du nombre de bons produits sur le nombre de produits réalisés).

Le taux de qualité se calcul de la manière suivante :

$$\text{Taux de qualité} = \frac{(\text{production réelle} - \text{production rejetée})}{\text{production réelle}}$$

- **Taux de disponibilité opérationnelle (Do)** : Le taux de disponibilité indique, par rapport à une présence 24 h/24 et 365 jours par an des installations dans l'entreprise, le pourcentage de temps de fonctionnement de ces installations. (Le rapport du temps de fonctionnement sur le temps requis).

Le taux de disponibilité opérationnelle (Do) se calcul de la manière suivante :

$$\text{Le Taux de disponibilité opérationnelle (Do)} = \frac{\text{Temps utile}}{\text{Temps de production théorique}}$$

7. Taux de rendement Global (TRG) (Buffrene, 2006)

«Le Taux de Rendement Global (en anglais Overall Equipment Effectiveness, O.E.E) 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, efficience de l'organisation, besoin d'investissement...).

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 performance et de qualité.

Le TRG se calcul de la manière suivante :

$$\text{Le Taux de rendement globale (TRG)} = \frac{\text{Temps utile}}{\text{Temps d'ouverture}}$$

La différence entre le TRS et le TRG réside dans le temps d'ouverture, le premier utilise le temps d'ouverture de la machine (temps requis) et le deuxième utilise le temps d'ouverture de l'atelier.

8. Durée d'immobilisation (Krebs, 2010)

La durée d'immobilisation est considérée comme un des indices observables les plus importants indépendamment du fait qu'elle soit due à un dysfonctionnement technique ou à une simple adaptation de la machine. Quand les machines ne fonctionnent pas, on ne génère pas de valeur ajoutée, ce qui implique que l'augmentation de la rentabilité passe irréfutablement par la réduction des temps d'immobilisation. Les entreprises qui suivent les durées d'immobilisation mettent en place un système de reporting des temps et causes d'immobilisation à l'aide d'un clavier, d'un bouton ou d'un lecteur de codes-barres mis à la disposition des opérateurs dont le but est de pouvoir exploiter plus tard les causes les plus fréquentes.

- **Synthèse de la première partie**

Nous avons explicité dans cette partie la notion de performance d'un système de production et l'utilité de pouvoir la mesurer grâce à des indicateurs de performance afin d'établir le niveau d'accomplissement des objectifs.

Mais afin de pouvoir identifier les différentes anomalies qui empêchent le système production d'atteindre ses objectifs et d'y remédier, nous avons besoin d'une démarche et d'outils permettant l'accomplissement de cette tâche. Ceci sera explicité dans la partie suivante qui traitera le concept du Lean Manufacturing.

II.3. La philosophie du Lean Manufacturing

Introduction

La pérennité et le développement des entreprises dépendent en grande partie de la réactivité et de l'agilité d'adaptation de leurs organisations. Le Lean Manufacturing repose sur une culture d'intelligence collective de l'amélioration continue afin de satisfaire les clients, les actionnaires et le personnel. Beaucoup d'entreprises ont adopté le Lean Manufacturing et le modèle de mise en œuvre de cette démarche qui irrigue maintenant la culture et les valeurs de ces entreprises. L'application du Lean Manufacturing a permis aux entreprises de faire des profits et de satisfaire leurs clients avec la qualité la plus élevée possible au plus bas coût dans le délai d'obtention le plus court, tout en développant les talents et les compétences de la main d'œuvre. Cette dernière s'appuie sur des routines d'amélioration continue et des démarches rigoureuses de résolution de problèmes par la standardisation et l'élimination des gaspillages dans tous les processus de l'entreprise ce qui fait l'objet de cette partie.

II.3.1. Généralité

II.3.1.1. Origine et historique du Lean (Womak et Jones, 1996)

Dès la fin 1890, Frederick W. Taylor a pu formaliser l'étude des temps et établir les standards de travail. Frank Gilbreth y ajoute la décomposition du travail en temps élémentaires. En 1910, Henry Ford, invente la ligne de production pour la société américaine Ford en découvrant les premiers concepts d'élimination des gaspillages. Alfred P. Sloan améliore le système Ford en introduisant chez General Motors le concept de diversité aux lignes de montage.

La réussite des industriels américains et l'énorme stock des produits japonais non vendus ont attiré l'attention des industriels japonais sur la nécessité de revoir leur façon de produire. Ces derniers ont étudié les méthodes américaines en particulier le modèle FORD et ont concentré leurs pensées sur les travaux d'Ishikawa, de Deming et de Juran dans le domaine de la qualité. Après la seconde guerre mondiale, Taiichi Ohno et Shigeo Shingo inventent pour Toyota les concepts de «juste à temps», «élimination des gaspillages», et «flux tiré» qui, ajoutés à d'autres techniques d'amélioration de la production, créent le Toyota Production System (TPS).

Depuis cette période, le *TPS* n'a jamais cessé d'évoluer et de s'améliorer. James Womack professeur au sein de l'université Massachusetts synthétise en 1990 ces concepts pour former le ***Lean manufacturing***, alors que le savoir-faire japonais se diffuse en Occident au fur-et-à mesure qu'apparaît évident le succès des entreprises qui appliquent ces principes et techniques. Le TPS a permis à Toyota de dépasser Ford en 2004, prenant la deuxième position mondiale en termes de ventes et occupe actuellement la première position en écrasant le tenant du titre General Motors. (**Womak et Jones, 2005**)

Depuis le début des années 90 et la récession économique du conflit du Golfe, de nombreux groupes industriels, autres que ceux de l'automobile, se sont retrouvés dans une situation de crise propice à tenter l'aventure de la démarche Lean. Ceux qui se sont réellement investis dans cette conversion ont tous connu des résultats impressionnants et sont tous devenus des leaders mondiaux dans leurs secteurs.

II.3.2. Définition

Lean signifie littéralement maigre. Un processus Lean est un processus débarrassé de toutes les opérations inutiles, les stocks en excès qui le rendent moins performant. Le Lean thinking, ou adoption de cette manière de penser permet de sortir du cadre purement curatif de la chasse aux gaspillages et de l'amélioration des performances et d'en appliquer les principes préventivement, lors du développement de produit, procès, d'activités, etc. (**Womak et Jones, 2005**)

II.3.3. Principe du Lean Manufacturing

Le Lean Manufacturing a pour objectif d'améliorer la performance industrielle tout en dépensant moins. Pour ce faire une démarche a été développée, basée sur cinq (05) principes (Womack et Jones, 1990):qui sont :

a. Définir la valeur

Une entreprise qui veut s'engager dans une démarche Lean Manufacturing doit déterminer avec précision ce que veut le client et où se situent ses exigences de qualité. Pour réaliser cette étape, plusieurs méthodes sont mises en place telles que :

- Outils Lean Manufacturing : Analyse de la valeur, marketing, benchmarking.

b. Déterminer la chaîne de création de la valeur

A cette étape l'entreprise définit l'ensemble des processus entrant dans le cycle de production du produit depuis les matières premières jusqu'aux mains du client. Elle repère ainsi tous les gaspillages et les étapes génératrices de valeurs pour le client.

- Outil Lean Manufacturing : Cartographie de la chaîne de valeur (*VSM*).

c. Etablir le flux continu

Une fois la *VSM* mise en place, l'entreprise cherche à éliminer tous les gaspillages ralentissant ou bloquant les flux de matières ou d'informations générateurs de valeur.

- Outils Lean Manufacturing : SMED, Production au Takt time, qualité totale pour bannir les retours en arrière.

d. Tirer le flux

Un outil très important pour perfectionner tout système opérationnel et faire tirer le flux par la demande du client afin de réduire les stocks et les risques d'inventus et d'autres gaspillages associés.

- Outils Lean Manufacturing: Boucles kanban, lissage des ventes en amont.

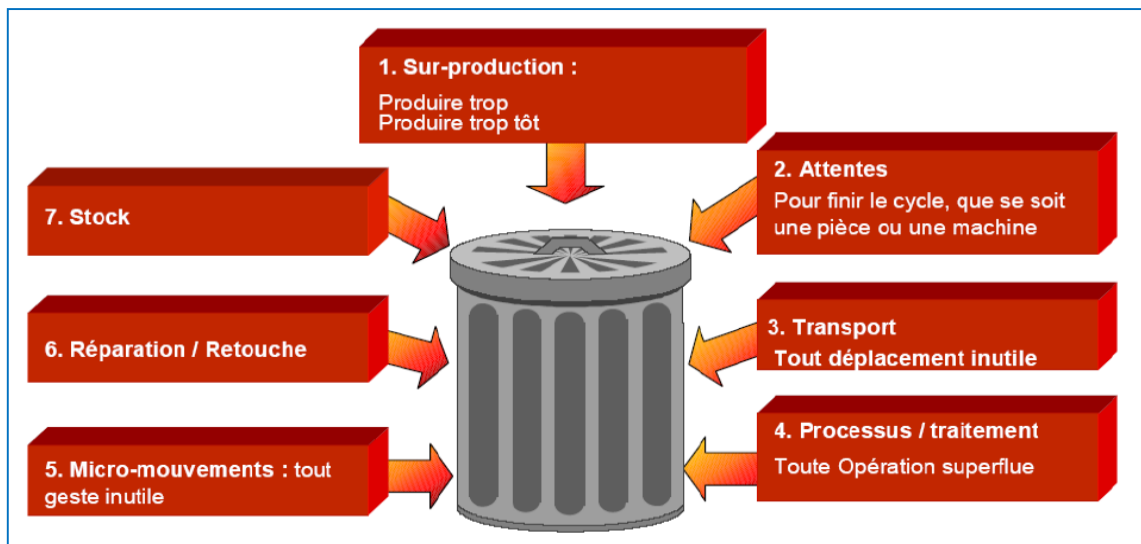


Figure II.2 : les 7 types de gaspillages (Christophe, 2013)

e. Viser la perfection :

Inlassablement recommencer les 5 étapes en choisissant ces axes d'attaques pour se concentrer au maximum sur des objectifs clairs. Ne jamais cesser sa traque de gaspillages pour atteindre la perfection.

- Outils Lean Manufacturing : Campagnes Kaizen, méthode PDCA, respect des 4 premières étapes.

Le Lean Manufacturing comporte d'autres outils qui seront illustrés dans la partie Outils du Lean Manufacturing.

II.3.4. La suppression de tous les gaspillages

Nous pouvons définir le gaspillage comme étant une action ou une situation non créatrice de valeur pour le client. Le plus souvent, dans le contexte du concept Lean Manufacturing, on identifie 7 catégories de gaspillages (voir Figure II.2). (Christophe, 2013). Ces catégories sont présentées dans les sections suivantes.

1. La surproduction

La production trop élevée ou effectuée trop tôt par rapport aux besoins qui entraîne la nécessité de stocker.

2. Le temps d'attente

Les files d'attente d'en cours, l'emploi inefficace du personnel, le manque d'équilibrage des charges des machines et le temps d'attente de l'opérateur jusqu'à la fin du travail de sa machine.

3. Le transport inutile

Le déplacement inutile des objets, des personnes et des informations, le transport supplémentaire pour la reprise des produits.

4. Les tâches inutiles

Le dépassement des spécifications du client qui provoque une augmentation des coûts et le ralentissement de la fabrication.

5. Les stocks excessifs

Le niveau élevé des stocks sans raison valable, les retards des flux physiques et d'informations, le maintien et le contrôle des stocks.

6. Les mouvements inutiles

La mauvaise organisation des postes du travail qui manquent d'ergonomie.

7. La fabrication de produits défectueux

La transmission d'un élément défectueux au poste en aval ou au client externe.

8. Sous-utilisation des compétences

Le manque d'implication et de participation de tous les membres de l'équipe, qui est la non exploitation de la créativité.

Une fois les sources de gaspillages détectées, des outils sont mis en place afin de les éliminer.

II.3.5. Les outils du Lean Manufacturing

La boîte à outils du Lean dispose de plusieurs outils. Cette boîte à outils permettra de modifier systématiquement et constamment les processus inefficaces pour transformer les lignes de production en un processus fluide (Courtois et al, 2003) le tableau II.1 résume les outils du Lean Manufacturing.

Tableau II.1: Boite à outils du Lean Manufacturing (Gallaire, 2008) (Courtois et al, 2003) (Christophe, 2013)

| Outils | Description |
|--|--|
| Cartographeur du flux de valeur (VSM) | La cartographie de la chaîne de création de valeur ("Value Stream Mapping") est un outil du Lean Manufacturing qui permet de cartographier visuellement les flux des matériaux et de l'information, commençant de la matière première jusqu'au produit fini. |
| Kaizen | Amélioration continue impliquant l'ensemble du personnel. |
| Les 5S | Méthode d'organisation des postes de travail |
| Management visuel | Rendre visible et évidents sur le terrain, les machines, les matières premières et les outils. |
| Changement de série rapide (SMED) | SMED (Single Minute Exchange of Die) est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié. (Norme AFNOR NF X 50-310). |
| Cellule Autonome de Production | Cet outil consiste en l'organisation du processus complet de production d'un produit ou d'une famille ou un seul groupe de collaborateurs et machines |
| Production Préparation Processus (3P) | Une composante de l'approche Lean Manufacturing du développement de nouveaux produits, qui inclut le QFD (Quality Function Development) les revues de déploiement et de conception par une équipe cross fonctionnelle. |
| Travail Standardisé | Chaque étape dans un processus doit être définie et effectuée toujours de la même manière, quel que soit l'opérateur. |
| Maintenance Productive Totale (TPM) | Une méthodologie pour continuellement améliorer l'efficacité des équipements de production. |
| Formation Intégrée (Training Within Industry) | Cette méthode propose une approche systématique pour soutenir le changement et l'amélioration continue. |
| Judoka (qualité sur place) | Fournit aux opérateurs et aux machines la capacité de détecter l'apparition d'un dysfonctionnement, et de cesser immédiatement les opérations. |

| | |
|--|---|
| 6 Sigma | Une vision et un engagement philosophique envers les clients pour fournir des produits avec la meilleure qualité et au prix le plus bas. |
| Pokayoke (Systèmes-Anti-Erreurs) | La modification des processus opérationnel, du poste de travail, des machines ou des outils pour prévenir les erreurs ou leurs impacts négatifs. |
| Théorie des contraintes (TOC) | L'objectif de la TOC est d'identifier les contraintes (cela va permettre au management de prendre les actions pour alléger les contraintes dans le future) et de maximiser leur utilisation (cela permet aussi de définir précisément la capacité de production actuelle et de prendre les mesures nécessaires en cas de besoin d'augmentation De capacité. |
| Le système Kanban | Le poste amont ne doit produire que ce qui est demandé par le poste aval, qui ne doit lui-même produire que ce qui est demandé par le poste pré-aval et ainsi de suite dans le but est de créer un flux tiré. |
| Le Gemba | Le Gemba signifie l'endroit où les produits sont manufacturés. Donc dans une transformation Lean Manufacturing, on doit s'intéresser au lieu où la valeur se produit. Cela va aider le système opérationnel à mieux s'adapter à la demande client et créer une certaine flexibilité de production. |
| Cellule manufacturière en U | Cette technique permet de faciliter les approvisionnements et la communication entre les opérateurs tout en diminuant leur déplacement. |
| Takt time | Takt time est un mot allemand qui signifie rythme ou compteur. Il permet de synchroniser le rythme de la production sur celui des ventes. |
| Le système andon | Le système andon est un signal d'alarme qui s'allume lorsque l'opérateur appuie sur un bouton ou tire sur une corde d'alerte. |
| Hoshin Kanri (politique de modifications profondes) | Hoshin Kanri ou management par percée est une politique utilisée pour la conduite stratégique de percée ou conduite proche du terrain, cette forme de management permet de gérer les changements profonds concernant, notamment, l'aménagement des ateliers ou l'organisation des lignes de fabrication. |
| La technique du lissage fractionnement ou Heijunka. | La technique du lissage fractionnement ou Heijunka, permet de réduire les variabilités et les fluctuations. Elle permet ainsi de servir le client avec le taux de service attendu tout en gardant un haut niveau de performance. |

| | |
|---|---|
| <p>Les outils de recherche de causes</p> <p>Diagramme d'Ishikawa,</p> <p>5 Pourquoi,</p> <p>Diagramme de Pareto et le Brainstorming</p> | <p>Ces outils utilisés dans la démarche du Kaizen permettent de rechercher et d'identifier les causes racines des anomalies et ainsi pouvoir y remédier définitivement.</p> <p>On retrouve dans ces outils le Diagramme d'Ishikawa qui permet d'identifier et de classer les anomalies dans 5 catégories. On trouve aussi la méthode des 5 Pourquoi qui permet de remonter grâce à sa méthodologie à la source du problème. On trouve aussi le diagramme de Pareto qui permet d'identifier par le rapport 20-80 les 20% des anomalies qui causent 80% des dysfonctionnements. Et enfin on trouve le brainstorming qui est un outil de détection et résolution des problèmes et cela on organisant des séances où des intervenants discutent selon une méthodologie la problématique proposée.</p> |
|---|---|

- **Les outils du Lean Manufacturing utilisés**

Notre objectif est de déployer une démarche Lean Manufacturing au sein de l'entreprise Henkel. Pour ce faire on doit d'abord préparer une plateforme exploitable, pour que l'entreprise puisse s'inscrire dans une véritable démarche Lean. En effet, trois (03) phases doivent être implantées avant de commencer une véritable approche Lean Manufacturing :

- La première qui est une phase de déstructuration de l'existant qui va s'appuyer fortement sur la cartographie des flux (« Value Stream Mapping ») ou l'objet serait de construire une cartographie en se basant sur des informations recueillies du terrain afin de pouvoir identifier les dysfonctionnements du système de production.
- La seconde phase est une phase de (re)structuration, qui va consister à construire une nouvelle cartographie faite à partir d'amélioration de la précédente cartographie. A la fois d'organisation et de mise à niveau des moyens et compétences d'où la nécessité d'appliquer en premier lieu la méthode des 5S.
- La troisième phase consistera à mettre en œuvre ce qui aura été élaboré préalablement dans la seconde phase.

Donc la VSM, Le Kaizen et les 5S sont les outils du Lean Manufacturing que nous allons appliquer dans notre démarche, et dont les définitions et les démarches d'applications feront l'objectif des paragraphes suivants.

II.3.6. La cartographie du flux de valeur (Value Stream Mapping)

La VSM ou la cartographie de la chaîne de valeur est une méthode développée par Toyota au début des années 80. C'est un outil qui permet de cartographier visuellement le flux des matériaux et de l'information allant de la matière première jusqu'au produit fini (bonne vue d'ensemble) et ainsi donner une représentation schématique des différents flux logistiques d'une entreprise ou d'une unité de production. (Musat et Rodriguez, 2010)

II.3.6.1. Objectif de la Cartographie du Flux de Valeur

La VSM permet à l'équipe de direction de définir visuellement sa vision stratégique. Son objectif est la diminution du gaspillage des ressources dans le processus de fabrication en d'autres termes faire plus en consommant moins de ressources.

D'après (Keyte et Loch, 2011) la VSM permet de :

- Mettre en évidence la création de la valeur.
- Visualiser la chaîne de production dans son allant du fournisseur du fournisseur jusqu'au client du client ;
- Aller au-delà des manifestations du gaspillage : elle en indique les causes ;
- Constituer un avant-projet de conversion vers une démarche au plus juste, l'ébauche du plan d'une future organisation ;
- Faire ressortir les liens entre les flux de matières et les flux d'information.

II.3.6.2. Réalisation du VSM (Garnier, 2010)

La réalisation d'une VSM, passe par le choix de la famille de produits sur lesquels le travail sera fait. Ensuite l'état actuel du système de production sera reproduit schématiquement sur un rouleau de papier puis sur un logiciel spécialisé. La VSM sera analysée afin d'identifier les anomalies et de pouvoir proposer des améliorations.

La réalisation de l'état futur de la VSM comportera la situation du système de production après mise en place des améliorations.

- **Démarche à suivre**

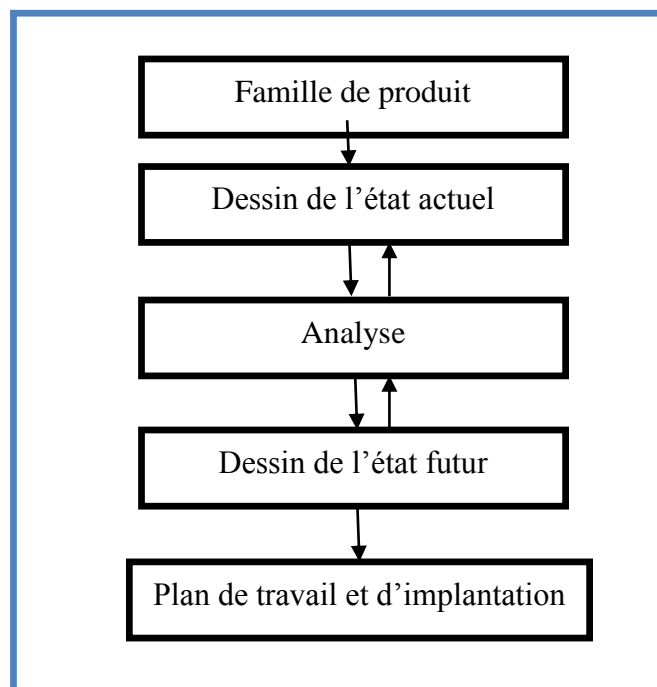
Le tableau II.2 résume la démarche à suivre pour réaliser une VSM

Tableau II.2 : démarche de réalisation d'une VSM (Keyte et Loch, 2004)

| | |
|-------------------------------|--|
| Qui doit le réaliser ? | L'administrateur ou le gestionnaire qui désire apporter un changement |
| Comment? | <ul style="list-style-type: none">• Marcher le long de la ligne de production à analyser.• Recueillir des données sur le processus étudié (Indiquées dans la partie flux matière).• Effectuer le VSM au crayon de plomb. Il sera plus facile de faire des modifications.• Faire des photocopies au besoin• Utiliser les données réelles du moment. |

II.3.6.3. Étapes de réalisation du VMS

Nous résumons les étapes de construction de la VSM dans la figure suivante :

**Figure II.3 : Étapes de réalisation du VSM (Keyte et Loch, 2004)**

a) Constitution de famille de produits

Il s'agit de construire une matrice de produits et de postes qui permettra d'identifier les produits qui passent par les mêmes postes et de les regrouper en familles de produits. (Voir tableau II.3).

Tableau II. 3: Exemple de matrice de produit-postes (Keyte et Loch, 2004)

| Postes Produits | Poste 1 | Poste 2 | Poste 3 | Poste 4 | ... | Poste N |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|-----|---------|
| A | * | | | * | | |
| B | | | | | | |
| Cn | * | | | | | |
| D | | * | | * | | * |
| E | | | | | | * |
| F | | * | | * | | |

Une fois les familles de produits identifiées, on choisit la famille sur laquelle on désire entreprendre l'exercice.

b) Dessin de l'état actuel

L'étape la plus importante dans une *VSM* est la perfection du schéma de l'état actuel tout en mettant toutes les données, ce schéma donnera une représentation fidèle des différents processus et postes du système de production ainsi que les différents flux qui les relient. Qu'il s'agisse de flux de matières ou de flux d'informations.

a. Flux de matières

C'est le mouvement de matières premières jusqu'à l'expédition où elles deviennent des produits semi-finis ou finis.

Pour cela il faut spécifier :

- Le fournisseur: d'où proviennent les matières premières en précisant la fréquence de livraison et les quantités livrées ;
- Les processus accompagné des informations sur : nombre d'opérateurs, nombre de quart de travail, temps de cycle (TC) et le pourcentage d'efficacité d'équipement (TRS ou TRG) ;
- Taille des contenants livrables ;
- Les inventaires : qui indiquent une rupture de flux ;
- Le client : en indiquant la demande en quantités par jours.

b. Flux d'informations

Une fois les flux de matières bien définis, il s'avère indispensable de préciser les flux d'informations qui les accompagnent tels que la : prévision, commande, confirmation tout en indiquant le système de contrôle qui les gère, le temps de traitement et les taux de rotation. Nous les représentons par des flèches continues allant de la droite vers la gauche passant par le système de contrôle.

La figure II.4 ci-dessous représente un exemple d'une VSM avec les différents postes et processus ainsi que les flux d'informations les qui relie.

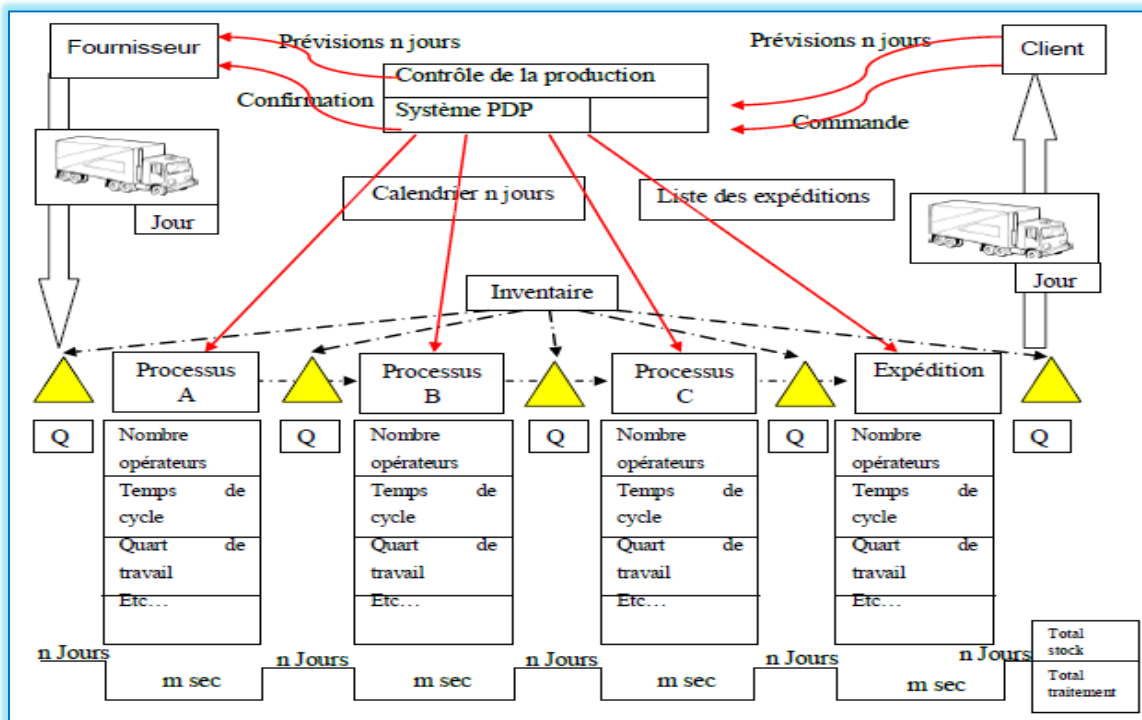


Figure II.4 : Exemple d'une cartographie de la chaîne de la valeur (WEB 2)

c) Analyse

Plusieurs idées d'amélioration émergentes pendant la réalisation de la cartographie de l'état actuel alors que l'équipe se questionne sur la structure et l'organisation des étapes de conception. C'est l'étape de l'analyse qui va permettre de tracer l'état futur et par la suite une amélioration complète de l'organisation, les points essentiels qu'on doit analyser sont :

- Le rythme de la production (le takt time) ;
- Identifier les goulots d'étranglement ;
- Chercher la possibilité de rééquilibrage de la chaîne de production ;
- Les distances parcourues par chaque référence constituant la famille de produits ;
- Les inventaires que nous devons éliminer au maximum.

Les remarques qui découleront de l'analyse permettront de cibler les dysfonctionnements, et l'amélioration de ces derniers sera la fondation de l'élaboration de l'état futur.

d) Etat futur

Les améliorations proposées sont notées afin de les mettre en place pour modifier l'état actuel et tracer l'état futur.

La VSM permet d'avoir une vision sur la chaîne de valeur mais aussi de pouvoir identifier les anomalies de cette chaîne. Mais afin d'obtenir une analyse pertinente, l'utilisation d'outils de diagnostic tels que les outils de recherche de causes qu'utilise le Kaizen est primordiale car ces outils permettront de rechercher les causes racines des anomalies et d'y remédier.

II.3.7. Le Kaizen

II.3.7.1. Définition

Le Kaizen correspond à l'association de deux termes, « Kai » signifie « Changement » et « Zen » signifie « meilleur », il est introduit en 1986 (**Christophe, 2013**). Ce qui signifie amélioration graduelle, ordonnée et continue. Nous pouvons donc définir Le Kaizen comme étant l'amélioration continue reposant sur la responsabilisation de chacun. En effet, Le Kaizen est une des composantes essentielles du Lean Manufacturing.

Le Kaizen n'est ni une méthode, ni un outil mais un mode de pensée qui ne se satisfait pas d'une situation donnée ou d'une remise en cause pour un résultat meilleur. La démarche japonaise repose sur des petites améliorations faites jour après jour, mais constamment, une démarche graduelle et douce, à petits pas qui s'oppose au concept plus occidental de réforme brutale ou d'innovation de rupture.

Quand l'argent est un facteur clé, l'innovation est coûteuse. Le Kaizen met en revanche l'accent sur les efforts humains, le morale, la communication, la formation, le travail d'équipe, l'engagement et la discipline librement consentie. C'est une approche d'amélioration à faible coût impliquant tous les acteurs, des directeurs aux ouvriers et utilisant surtout le bon sens commun.

La pensée Kaizen incite l'amélioration continue et cela en commençant par la recherche des causes de dysfonctionnement (Outils de recherche) puis par la recherche des causes racines et enfin par la recherche des solutions (par les outils de créativité comme le brainstorming).

- **Principe**

Le principe de l'outil Kaizen est de mettre en œuvre un processus d'amélioration permanente en utilisant les réflexions et les énergies de tout le personnel.

II.3.7.2. Outils d'application de Kaizen

Pour mettre en place le Kaizen une méthodologie de résolution de problème est mise en place (**Gallaire, 2008**), qui utilise une combinaison de plusieurs outils tels que : Brainstorming diagramme d'Ishikawa, les 5pourquoi, Diagramme de Pareto.

II.3.7.2.1. Brainstorming

Le mot «Brainstorming » est un néologisme construit à partir des termes «brain » signifiant cerveau, et Storm signifiant « tempête ».Il s'agit d'une technique de recherche d'idées en groupe développée par l'américain George Osborne (**Gallaire, 2008**). Son propos est de stimuler la recherche créative d'idées dans le secteur publicitaire (pour trouver des noms de produits, des slogans, etc.). Cette méthode a par la suite été appliquée avec succès à de nombreux domaines dans lesquels un groupe a pour objectif d'imaginer et d'exprimer le plus grand nombre d'idées possible sur un sujet donné.

a. Les six règles d'or

Pour le bon déroulement d'un Brainstorming et pour son optimisation maximale, quelques règles sont à observer (**Gallaire, 2008**) :

- Pas de censure : réfléchir librement ;
- Egalité : toutes les idées ont la même valeur ;
- Considération : respect d'autrui, pas de jugement ;
- Enregistrement : tout noté ou enregistré ;
- Discipline : une idée après l'autre ;
- Originalité : chaque idée mérite d'être énoncée.

b. Les étapes de déroulement d'un Brainstorming

D'après (**Gallaire, 2008**), Le brainstorming se déroule en trois étapes :

- Etape 1 : elle consiste à présenter et à formuler le sujet avec précision, en l'écrivant de manière à ce qu'il reste visible pour les participants tout au long de la séance de travail. La formulation définitive du thème peut donner lieu à un échange de points de vue, afin que chacun le comprenne de manière homogène et se l'approprie ;

- Etape 2 : c'est l'étape de production d'idées. Il s'agit ici de produire le plus grand nombre d'idées possible sur le thème choisi ;
- Etape 3 : elle a pour objet d'exploiter et de contrôler la production du groupe.

II.3.7.2.2. Diagramme d'Ishikawa

Ce diagramme a été inventé par le professeur Karu Ishikawa, il permet de mettre en évidence toutes les causes ayant une influence sur un effet donné (ou susceptible de l'influencer), de classer ces causes et de les hiérarchiser (**Courtois et al, 2003**) Le diagramme, par sa forme, fait penser au squelette d'un poisson, d'où son nom de diagramme (en arête de poisson). Nous l'appelons également diagramme causes-effet. La réalisation du diagramme d'Ishikawa se fait généralement par un groupe de travail pluridisciplinaire afin d'apporter des points de vue complémentaires et d'affiner l'identification des causes. En effet, pour réaliser le diagramme d'Ishikawa, une méthodologie peut être mise en place (**Gallaire, 2008**) :

a. Méthodologie

- Etape 1 : Identifier le problème en termes d'effet ;
- Etape 2 : Lister les causes ;
- Etape 3 : Tracer l'arête de poisson ;
- Etape 4 : Faire le tri, regrouper les causes équivalentes ;
- Etape 5 : Classer les causes suivant les 5 M : méthode - milieu - machine - main d'œuvre - matières premières ;
- Etape 6 : Tracer le diagramme (arête de poisson).

La figure suivante représente un exemple de Diagramme d'Ishikawa.

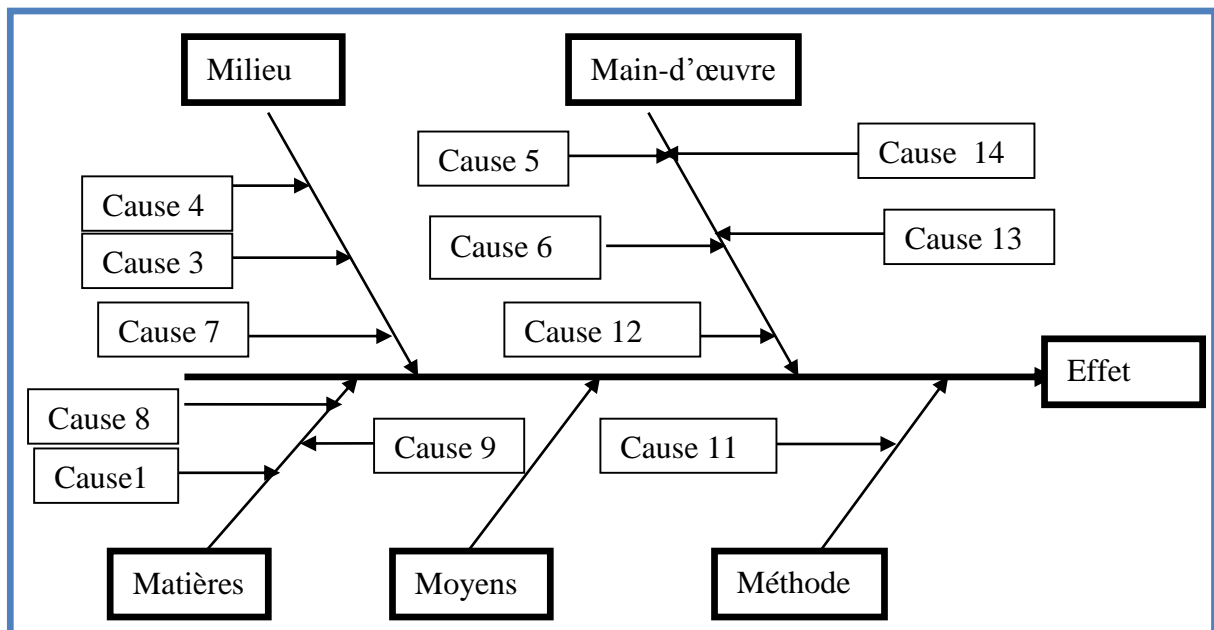


Figure II.5 : Diagramme d'Ishikawa (Gallaire, 2008)

II.3.7.2.3. Diagramme de Pareto

Le diagramme de Pareto est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance. A partir de données recueillies, nous définissons les catégories. Les étapes d'élaboration d'un Pareto sont illustrées ci-dessous : (Gallaire, 2008)

- Répartir les données dans les catégories ;
- Les catégories sont classées dans l'ordre décroissant ;
- Faire le total des données ;
- Calculer les pourcentages pour chaque catégorie : fréquence / total ;
- Calculer le pourcentage cumulé ;
- Déterminer une échelle adaptée pour tracer le graphique ;
- Placer les colonnes (les barres) sur le graphique, en commençant par la plus grande à gauche ;
- Lorsque les barres y sont toutes, tracer la courbe des pourcentages cumulés.

II.3.7.2.4. La méthode des 5pourquoi

Les 5 «pourquoi» se pratiquent dans le cadre d'un groupe de travail. C'est un outil de questionnement systématique qui permet de remonter aux causes premières d'un dysfonctionnement ou d'une situation observée. Le nombre 5 est symbolique, ce peut être plus ou moins. L'important est de mener une investigation le plus en profondeur possible. Il faut cesser de se poser la question «pourquoi», dès lors que le groupe n'est plus en mesure d'agir sur la cause proposée.

Cette méthode a pour but de rechercher les causes racines d'un problème (celles qui en sont directement à l'origine) dont le but est de faciliter la recherche de solutions efficaces de manière à traiter une situation insatisfaisante (qualité, sécurité, délais, coût...). Et afin d'établir la méthode des 5Pourquoi on peut suivre la démarche ci-dessous (voir figure II.6) (**Gallaire, 2008**)

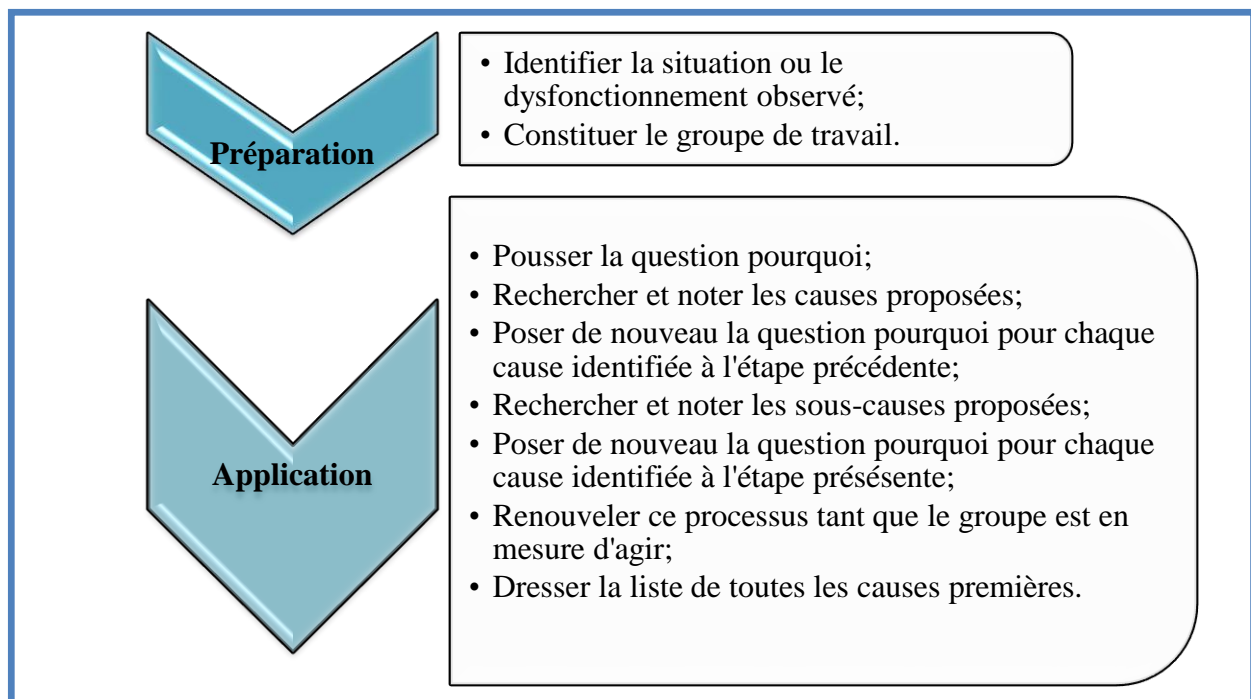


Figure II.6 : démarche pour l'application des 5pourquoi (**Gallaire, 2008**)

Mais avant de déployer toute autre méthode Lean Manufacturing, il est nécessaire que le milieu de travail soit propre, organisé et sécurisé. Pour cela il faut utiliser les 5S qui sont considérés comme un socle dans le déploiement des autres outils. Ceci sera la notion traitée dans la partie suivante.

II.3.8. La méthode des 5S (Christian, 2003)

Parmi les meilleures pratiques reconnues et mises en œuvre par les entreprises, particulièrement les industriels, les « 5S » occupent une place de choix. Ce sigle désigne à la fois une démarche, une méthode et les cinq actions fondamentales à mener.

II.3.8.1. Principe de La méthode 5S

L'obtention d'une meilleure qualité de travail, une plus grande sécurité sur le lieu de travail, une plus grande efficacité, une bonne réactivité de même qu'un plus grand confort, une meilleure ambiance de travail et une bonne image de marque passent par l'amélioration continue. C'est d'ailleurs dans ce souci d'amélioration continue que les managers japonais mirent en place la méthode des 5 S.

II.3.8.2. Définition de la méthode 5S

La méthode 5S est une démarche de gestion de la qualité. Elle tire son origine de la première lettre de chacun des 5 mots japonais (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) qui la composent. Appliquée dans un contexte professionnel, elle vise à créer et à maintenir l'environnement de travail propre, bien rangé, agréable à vivre et sécurisé.

II.3.8.3. Démarche de réalisation

D'origine japonais, Le terme "5S" fait référence à la première lettre de chacune des 5 opérations à accomplir :

a) Seiri (Trier et Débarrasser)

Seiri signifie « l'art de savoir jeter ». Cette première étape des 5S consiste à faire une différence stricte entre l'indispensable et l'inutile afin de débarrasser le lieu d'intervention de ce qui encombre pour rien.

Le sens de « débarrasser » ici signifie donc faire un tri entre ce qui est utile et ce qui ne l'est pas ; marquer tout ce dont on doit se débarrasser ; proposer une solution alternative pour ce qui ne sert pas actuellement, mais qui peut soit servir plus tard, soit servir ailleurs.

b) Seiton (Ranger)

Seiton signifie « ranger ». C'est la deuxième étape des 5S, elle consiste à mettre le matériel utile dans un ordre de manière à :

- Le tenir à la portée de main ;
- Réduire les temps perdus pour les recherches (en fonction de la fréquence d'utilisation, de la facilité de manutention, de la dimension, le matériel sera rangé le plus proche possible du poste de travail) ;
- Réduire la distance entre le lieu de rangement et celui d'utilisation (cela évite par exemple le transport de charges lourdes sur de longues distances ; réduit la fatigue des usagers...);
- Permettre le repérage facile des objets manquants.

A la suite de cette opération, il est indispensables que les zones de rangement et celles de circulation soient clairement délimitées ; les zones à risque soient identifiées par un marquage de sécurité approprié ; les emplacements soient nommés ou codifié en un langage simple et compréhensible par tous.

c) Seiso (Nettoyer et inspecter)

Seiso signifie « *nettoyer* ». C'est la troisième étape des 5S, une fois que l'on s'est débarrassé de tout objet inutile, et que les objets utiles ont été tous bien rangés, il faut éliminer sur ces derniers les déchets, les saletés, les corps étrangers afin que le lieu de l'intervention ainsi que son environnement restent propres et sans danger.

L'étape *Seiso* procure donc les avantages suivants :

- Sur les équipements, elle permet de prévenir les risques de pannes dus au manque d'entretien. Durant le nettoyage, il est possible de détecter de potentielles sources de pannes et d'anticiper leur réparation.
- Dans l'environnement de travail, elle permet de prévenir les risques d'accidents (ex : la détection anticipée d'une détérioration, fissure, fuite ou un déboulonnement pouvant entraîner un accident), et d'améliorer la clarté et la sécurité (meilleur éclairage, peinture, réparation ou remplacement des éléments vétustes...).

d) Seiketsu (Conserver en ordre et propre)

Seiketsu permet de maintenir les 3 premiers "S" par une culture des bonnes pratiques et habitudes.

- Définir des règles de travail simples, écrites et accessibles afin d'inciter tout le monde à faire un effort pour que tout reste constamment en ordre. Dire très clairement ce qu'il ne faut pas faire.

- Apprendre à se débarrasser régulièrement des objets inutiles, à ranger et nettoyer tous les jours son environnement de travail.
- Identifier toutes les erreurs possibles dans le rangement et mettre en place des solutions adéquates pour les empêcher.
- Dénombrer les points à surveiller en priorité et rendre visibles toutes les sources potentielles d'anomalies afin d'en faciliter le contrôle.
- Définir les standards ou états de maintien / vérification de ces points (ex : peindre dans des couleurs permettant un repérage immédiat des salissures).

e) Shitsuke (Formaliser, Faire respecter, Progresser)

Le but de cette étape est la mise en place d'un système favorisant continuellement le progrès. Il serait dommage de revenir en arrière après avoir consacré autant d'effort sur les 4 premiers S.

Shitsuke consiste à :

- Veiller à l'application quotidienne des règles de travail définies.
- Faire scrupuleusement respecter les procédures écrites.
- Expliquer autant que nécessaire l'importance des 5S afin de maintenir l'adhésion de tous.
- Ne pas hésiter à améliorer les règles et à adapter les standards au contexte.
- Prendre en compte les changements saisonniers.

L'implantation de la philosophie des 5S permet de réduire les pertes de temps causées par la recherche d'outils ou de documents tout en augmentant les aspects de santé et de sécurité.

Au-delà des 5S, On parle du 6ème S (**Christophe, 2013**), qui serait la sécurité et la santé des personnes (l'ergonomie), en effet, le 6ème S est considérée comme un apport collectif.

II.3.9. L'ergonomie

II.3.9.1. Définition

Le terme Ergonomie vient du grec : ERGON : le travail, NOMOS : la loi, la règle. L'ergonomie a été définie par la Société d'Ergonomie de Langue Française comme la mise en œuvre de connaissances scientifiques relatives à l'homme, et nécessaires pour concevoir des outils, des machines et des dispositifs qui puissent être utilisés avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité. (WEB 3)

II.3.9.2. Objectif de l'ergonomie

L'ergonomie propose une réelle dynamique du changement en recherchant, la cohérence entre l'intérêt au travail par le développement des compétences individuelles et collectives. (Crussel, 2005)

- **Bien être au poste de travail** : Des postes et des processus de travail ergonomiques sont indispensables au bien-être des personnes au travail ;
- **Productivité accrue** : Des postes de travail ergonomique ont une influence positive sur la motivation et le rendement des collaborateurs. Si l'ergonomie est correctement appliquée, elle contribue de manière significative à l'amélioration de la productivité ;
- **Moins d'accidents et de maladies** : l'ergonomie a également des effets positifs sur la sécurité au travail et la protection de la santé. Car sur des postes de travail ergonomiques, il y a moins d'accidents et de maladies, et, par conséquent moins de journées d'absence.

II.4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le concept du Lean Manufacturing, son histoire son principe ses outils, ainsi que les méthodes que nous avons utilisées dans notre projet. Nous avons utilisé la VSM pour analyser l'existant et identifier les tâches à non-valeur ajoutée, le Kaizen pour rechercher les causes tout en se basant sur des techniques d'amélioration continue (Brainstorming , diagramme d'Ishikawa, les 5 pourquoi, diagramme de Pareto). Enfin nous avons développé la méthode des 5S dont le but est de préparer le terrain pour les améliorations qui seront faites par la suite, ainsi que la notion d'ergonomie qui devient une partie importante dans l'application des 5S.

Dans le chapitre suivant nous allons analyser l'existant tout en se basant sur les outils que nous avons développés dans ce chapitre.

Chapitre III

Diagnostic & analyse de l'existant

III.1. Introduction

Nous allons présenter dans ce chapitre notre travail de diagnostic et d'analyse de l'existant de la ligne Pril Isis. Nous allons commencer par une description des différentes étapes du processus de production qui se décompose en deux parties : la partie préparation et la partie conditionnement. Ces dernières seront détaillées ci-après.

Ensuite, nous allons élaborer la cartographie de la chaîne de valeur de la ligne de production Pril Isis afin d'identifier la partie du processus que nous allons améliorer. Après nous analyserons le déroulement du processus que nous allons améliorer afin d'identifier les anomalies.

Ensuite nous procéderons à la recherche des causes des anomalies par l'utilisation des outils de recherche des causes qu'utilise le Kaizen.

Enfin nous passerons à la recherche de solutions d'amélioration en faisant des séances de brainstorming.

III.2. Présentation des ateliers préparation et conditionnement

Dans cette section, nous allons présenter les différents moyens matériels et humains dont disposent les ateliers de préparation et de conditionnement ainsi que le processus de production dans toute sa totalité.

Le but de cette partie est de permettre la compréhension des moyens et méthodes utilisés dans la fabrication du produit Pril Isis afin de pouvoir effectuer un diagnostic efficace.

III.2.1. Présentation de la structure matérielle

Les ateliers de préparation et de conditionnement disposent de plusieurs ressources matérielles. Les ressources que nous avons recensées sont : Le mélangeur, La pompe dynamique, Cuve de stockage, Cuve stock tampon, ASB, Souffleuse, Posimat, Remplisseuse, bouchonneuse, Etiqueteuse, ETT, Palettiseuse, Filmeuse.

- **Mélangeur** : C'est une grande cuve muni d'un agitateur rotatif.

Chaque mélangeur est équipé d'un système de recyclage qui permet, à l'aide d'une pompe de transfert, d'extraire le fond du mélangeur et de le réintroduire par le haut afin d'obtenir un mélange homogène.

Le mélangeur possède un système d'indicateur de niveau qui indique au préparateur le poids contenu à l'intérieur.

La ligne du Pril Isis comporte deux mélangeurs d'une capacité de 20 tonnes chacun.

- **Pompe dynamique** : C'est une pompe qui découpe la matière et qui l'injecte dans le circuit du recyclage.
- **Cuve de stockage** : C'est un grand réservoir où est stocké le mélange Pril Isis.

Chaque mélangeur est relié à deux cuves d'une capacité de 60 tonnes et 20 tonnes qui alimentent à leur tour la cuve tampon.

- **Cuve stock tampon** : cuve d'une capacité de 1.5 t qui alimente la remplisseuse en matière.
- **ASB** : Machine qui transforme la préforme en bouteille grâce au processus de soufflage.
- **Souffleuse** : Le site de production possède trois souffleuses qui alimentent la ligne de production en bouteilles avec une cadence de 3500 bouteille/h pour chaque machine.
- **Posimat** : Sa fonction est de positionner la bouteille d'une manière conforme sur le tapis afin qu'elle puisse être acheminée vers la remplisseuse. La cadence de cette machine est de 150bouteille/Mn.

Cette machine tourne sur elle-même de telle sorte que les bouteilles qui tombent à l'intérieur puissent occuper une place dans les différents emplacements qu'elle possède.

- **Remplisseuse bouchonneuse** : Machine qui permet de remplir la bouteille en matière mais aussi de lui poser un bouchon.

La ligne de production procède deux remplisseuses bouchonneuses :

- La Ronchi avec une cadence de 10-150 flacon/Mn.
- La SeracD avec une cadence de 10-150 flacon/Mn.
- **Étiqueteuse** : Machine qui permet de poser l'étiquette sur la bouteille avec une cadence de 150 étiquette/h.
- **ETT** : C'est une machine qui remplit le carton de 12 bouteilles et cela grâce à des pinces qui attrapent les bouteilles et les mettent dans le carton. La cadence de cette machine est de 1 pose /min.

- **Palettiseuse** : Machine qui permet d'empiler les cartons les uns sur les autres le tout sur une palette puis la filme pour protéger les cartons lors de la manutention et du transport.
- **Filmeuse** : Machine qui permet de mettre un film transparent autour de la palette qui contient un certain nombre de cartons.

III.2.2. Présentation des moyens humains :

La ligne Pril Isis travaille 24h/24h (en 3x8) avec quatre équipes en rotation. Dans l'atelier préparation et conditionnement travaillent les équipes suivantes :

- **L'équipe de préparation** : son rôle est de préparer le mélange du Pril Isis et de le transférer vers le bac de stockage produit semi-fini.
- **L'équipe de soufflage** : son rôle est de gérer le processus de soufflage des bouteilles et de les transporter sur un convoyeur jusqu'au bac de stockage qui alimente la Posimat de la ligne SeracD.
- **L'équipe de conditionnement** : son rôle est de piloter la ligne de production (la ligne Ronchi et la ligne SeracD) en veillant au bon positionnement des bouteilles, le bon remplissage, bouchonnage et étiquetage du produit et à la fin une mise en carton conforme.

Le tableau III.1 Présente l'effectif de chaque équipe de production.

Tableau III.1 : Ressassements de l'effectif par équipe de production

| Equipes | Effectifs |
|------------------------------------|---|
| L'équipe de préparation | Préparateurs (02) |
| L'équipe de soufflage | Technicien de Ligne (02) Conducteur de ligne (02) Chargé de fabrication(04) Manutentionnaires (02) Caristes (02) Chargé de fabrication(04) Technicien soufflages (04) |
| L'équipe de conditionnement | Technicien de Ligne (02) Conducteur de ligne (02) Fabrication(04) Manutentionnaires (02) Caristes (02) |

III.3. Description du processus

A. Processus d'approvisionnement

La production du Pril Isis nécessite l'utilisation de plusieurs matières premières dont l'approvisionnement se fait au niveau national et international.

En cas de besoin en matières, le bureau Matériel Management délivre un bon de commande qui sera orienté directement vers le fournisseur s'il se trouve à l'échelle nationale. Sinon, il sera orienté vers la direction générale où le service des importations s'occupera de contacter le fournisseur présent à l'étranger afin qu'il puisse les approvisionner en matières.

Le suivi de l'état du stock et la génération des bons de commandes se fait via l'utilisation d'un système ERP (SAP).

La commande ainsi faite, les fournisseurs envoient les matières vers le site, où les camions seront pesés à l'entrée grâce à une balance électronique afin de vérifier le poids de la marchandise livrée.

La matière sera ensuite déchargée du camion puis pesée seule pour vérifier la conformité de la quantité livrée avec celle mentionnée dans le bon de livraison. Ensuite, elle sera acheminée vers la zone de stockage appropriée.

- **Synthèse du diagnostic et de l'analyse du processus d'approvisionnement:**

1. L'enregistrement des bons de livraison se fait sur un registre puis sur SAP système, procédure qui crée un écart de données.
2. Les livraisons effectuées la nuit ne sont pas pesées et donc impossible de vérifier la conformité de la quantité livrée.

B. Processus de dépotage :

Le processus de fabrication du détergeant liquide commence tout d'abord par le dépotage. Ce processus permet de transférer les différentes matières premières, telles que l'acide sulfonique, la soude caustique et l'AES (Sodium Lauryl Ether Sulfate), des citernes de transports (zone A) vers les bacs de stockages (Zone B) à l'aide de pompes.

Les autres matières, telles que l'acide citrique, le formol, le parfum et le colorant, sont acheminées à l'intérieur de cubitainer ou de futs vers la zone de préparation, par manutention, à l'exception du Formol qui est relié par une pompe directement au mélangeur.

- **Synthèse du diagnostic et de l'analyse du processus de dépotage :**

1. La non disponibilité d'une pompe de secours, ralentit le dépotage en cas de panne de la pompe principale.

C. Processus de traitement de l'eau

L'industrie du détergeant utilise une grande quantité d'eau et pour répondre à cette demande, l'usine utilise un forage d'où elle puise son eau.

L'eau tirée du puits est une eau brute qui nécessite un traitement afin de la stabiliser. Pour cela, l'eau doit passer par un filtre à sable dont la mission est de retenir les particules physiques. Puis cette eau passe par un adoucisseur qui régulara le TH (Taux de Mg et Cl présent dans l'eau), la conductivité et la résistivité. Ce processus est réalisé avec un procédé de rétention d'ions.

L'eau adoucie sera transférée vers le bac de stockage d'eau adoucie en attendant d'être injectée à l'intérieur du mélangeur grâce à une tuyauterie.

- **Synthèse du diagnostic et de l'analyse du processus de traitement de l'eau:**

1. L'unité de production possède deux forages mais un seul est utilisé entre la production du détergeant liquide et la javel à cause de la capacité de traitement de l'eau, de stockage et la cadence de conditionnement qui est un goulot d'étranglement ;
2. Les adoucisseurs peuvent traiter l'eau avec une cadence théorique de 13000 l/h, mais en réalité ils ont une cadence de 9000 l/h à cause de la vétusté des adoucisseurs ;
3. La multiplication des picages au niveau des tuyauteries rend difficile le suivi de la provenance de l'eau en cas de contamination par l'eau brute, phénomène qui arrête le processus de préparation du Pril Isis pour non-conformité de l'eau.

D. Processus de préparation

Ensuite, vient la phase de préparation du mélange qui se déroule dans la zone de préparation où les différents composants du mélange sont déversés par phases :

Phase1 : ajout de l'acide sulfonique, l'eau et la soude caustique plus une agitation.

Phase2 : arrêt de l'agitation puis ajout de l'AES à l'aide d'une pompe dynamique avec l'enclenchement du recyclage.

Phase3 : Ajout de l'acide citrique, du formol, du parfum, du colorant et du sel plus agitation.

L'ajout de la matière à l'intérieur du mélangeur se fait de deux manières :

- Automatique grâce aux conduites qui proviennent des bacs de stockage que les préparateurs actionnent à l'aide de l'armoire de contrôle.
- Manuelle grâce à une pompe mobile qui est manipulée par les préparateurs (pour les matières qui se trouvent à l'intérieur des cubitainers).

La préparation dure théoriquement 3 heures et après chaque phase, le contrôle qualité effectue un échantillonnage afin de vérifier la conformité du mélange. Une fois le mélange déclaré conforme, il est transféré vers la cuve de produits semi-finis pour être conditionné.

La durée théorique de la préparation est de 3h. Cette durée n'est pas respectée à cause des anomalies qui surviennent tout au long de la phase de préparation.

- **Synthèse du diagnostic et de l'analyse du processus de préparation:**

1. Matières non-disponible à cause du retard des livraisons de la part du magasin ;
2. La cadence de transfert de la matière dûe à la vétusté des pompes de transfert ;
3. La non-fiabilité du système de pesage des mélangeurs 1 et 2 engendre un écart entre la production de la préparation et celle du conditionnement ;
4. La phase d'ajout du sel qui doit fondre pour que le mélange devienne homogène prend 45min au lieu de 15min et cela est dû à la qualité du sel ;
5. L'ajout manuel avec la pompe qui cause des retardements notamment lorsqu'elle n'est pas bien nettoyée.

E. Processus de soufflage

Tout d'abord les préformes (forme de la bouteille avant soufflage) sont acheminées de la zone de stockage jusqu'au site de soufflage où elles sont versées dans un bac en acier qui sera mis sur l'élévateur qui déversera les préformes dans le bac du convoyeur. Une fois cette opération

faite, les préformes se déplacent dans le convoyeur afin d'atteindre la trappe qui s'ouvre pour laisser passer un nombre précis de préformes dans les rails qui alimentent la souffeuse.

Les préformes sont ensuite transférées des rails grâce aux pinces hydrauliques sur les tournettes qui tournent sur elles-mêmes et qui sont alignées sur une chaîne tournante (verticalement).

Les tournettes sont refroidies grâce à une rampe de refroidissement qui évite au filetage de fondre.

Les préformes parcourent ensuite toute la machine et passent par une série de quatre fours de distributions qui contiennent six lampes de chauffage, positionnées d'une manière horizontale, et qui chauffent la préforme tout au long du processus de chauffe.

La figure III.1 représente le principe du soufflage.

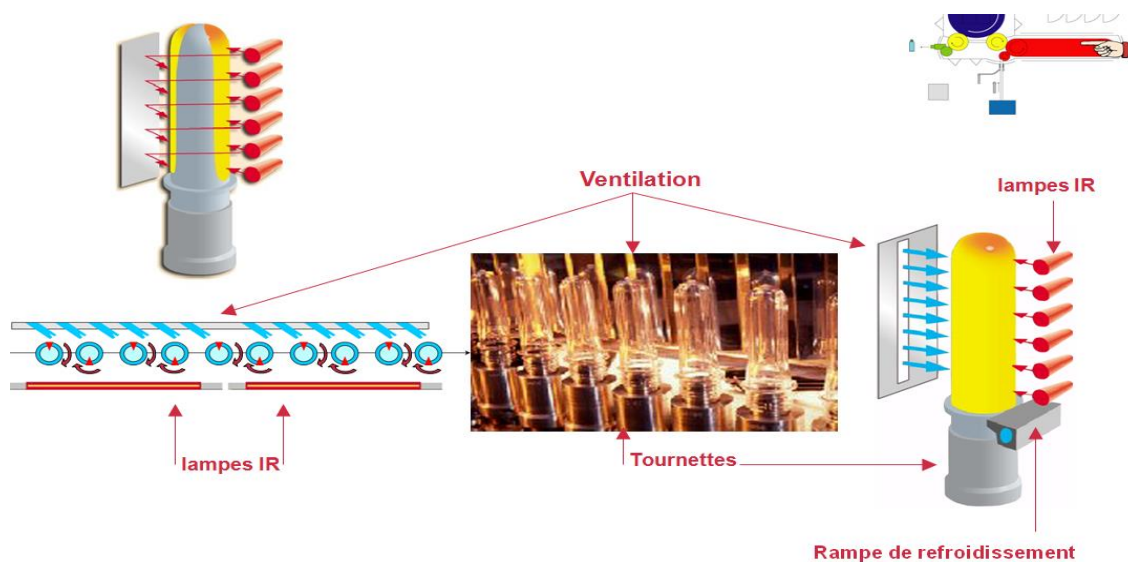


Figure III.1 : principe du soufflage

Ensuite, la préforme chauffée est transférée sur une autre série de tournettes qui passent par un autre four de distribution qui contient 4 lampes positionnées verticalement afin que la préforme puisse être chauffée uniformément puis les préformes sont introduites dans le moule de soufflage qui est composé de trois parties qui reflètent la partie avant, arrière et la base de la bouteille à fabriquer.

Deux processus se déroulent à l'intérieur du moule, l'élongation et le soufflage (ces deux processus s'effectuent presque en même temps).

- **L'élongation:** l'élongation est effectuée grâce à une tige (tige d'élongation) qui est positionnée sur un vérin hydraulique et qui remonte afin d'étirer la préforme jusqu'à 25.5cm.

- **Le soufflage** : ce processus consiste à introduire une pression de 40bar qui gonfle la préforme élongée afin qu'elle épouse la forme du moule et ainsi donner une bouteille prête à l'emploi.

Ensuite, la bouteille est transportée sur un convoyeur jusqu'au bac de stockage qui alimente la Posimat de la ligne SERAC D.

- **Synthèse du diagnostic et de l'analyse du processus de soufflage:**

1. La cadence des ASB est de 3500 flacon/h et qui est inférieur à la cadence de la SeracD ;
2. Les microcoupures d'électricité qui influent sur la phase de chauffe en diminuant la température ;
3. Le système de refroidissement, étant défectueux, ne permet pas de garder le moule et les tournettes à une température qui favorise le soufflage et donc qui ne permet pas l'obtention d'une bouteille de qualité ;
4. Le stockage des bouteilles dégrade leur qualité (le Polyéthylène Téréphtalate est périssable au bout de 6 mois) ;
5. La chute des préformes lors du remplissage du bac qui alimente les ASB
6. La chute des préformes à l'intérieur de la souffleuse ;
7. Les préformes qui collent entre elles lorsqu'elles tombent du convoyeur.

F. Processus de conditionnement

Le processus de conditionnement commence par la machine Posimat. Cette machine positionne la bouteille sur le tapis de la bonne manière pour qu'elle puisse être acheminée vers la remplisseuse bouchonneuse qui remplira et bouchonnera la bouteille, ensuite elle continuera son chemin vers l'étiqueteuse puis vers l'emballeuse qui chargera chaque carton de 12 bouteilles puis le carton continue son chemin jusqu'à la palettiseuse qui chargera chaque palette de 84 cartons puis les enrobera d'un film de protection afin qu'il les maintienne en place mais aussi qu'il les protège durant la manutention et le transport.

L'unité de production possède deux lignes de conditionnement la première étant SeracD qui est alimentée par des bouteilles fabriquées au sein de l'entreprise dans l'unité de soufflage. Et

la deuxième étant la Ronchi qui est alimentée par des bouteilles fabriquées chez un sous-traitant et dont le processus de palettisation est effectué manuellement par des ouvriers.

La Ronchi et SeracD représentent à la fois le nom de la machine et le nom de la ligne de production où elles sont utilisées.

- **Synthèse du diagnostic et de l'analyse du processus de conditionnement :**

1. La compression des bouteilles due au bourrage de la Posimat ;
2. La chute des bouteilles du convoyeur ;
3. Le bourrage au niveau de la Ronchi ou de la SeracD dû au manque de nettoyage et à la qualité de la bouteille ;
4. La chute des bouchons à l'intérieur de la remplisseuse à cause de l'usure des pinces ;
5. La chute des bouteilles au niveau de l'ETT qui est due à l'usure des pinces et aux mouillages des bouteilles ;
6. L'état de l'atelier (manque d'espace de stockage dédié, manque de rangement, manque de nettoyage).

G. Expédition vers l'aire de stockage

Les palettes sont ensuite transférées vers l'aire de stockage (Zone logistique) grâce aux clarks où elles attendront d'être affectées à une destination.

- **Synthèse du diagnostic et de l'analyse du processus expédition vers l'aire de stockage :**

1. Les palettes dépassent la zone de stockage et entrent dans le couloir de déplacement ;
2. Les caristes ne respectent pas les consignes de sécurité.

H. Processus de recyclage

Le processus de recyclage commence par la collecte des bouteilles non-conformes du processus de conditionnement et des bouteilles endommagées lors de la manutention dans un bac spécial qui sera envoyé vers la zone de recyclage. Ensuite le liquide est récupéré dans des cubitainers afin qu'il puisse être réinjecté dans le processus.

Cela s'effectue après avoir eu l'accord du contrôle qualité qui prélèvera un échantillon de chaque cubitainer afin d'effectuer une analyse microbiologique pour déterminer si le mélange est contaminé ou non (si oui, il sera mis en quarantaine).

- **Synthèse du diagnostic et de l'analyse du processus de conditionnement :**

1. Les préformes qui tombent lors du remplissage du bac de stockage, de la chauffe et qui sont chauffées mais pas soufflées sont ramassées afin de les revendre ;
 2. Les bouteilles non-conformes qui sortent de l'ASB ou qui sont récupérées du recyclage sont réunies dans un bac afin qu'elles puissent être revendues ;
- Les bouchons qui sautent dans la remplisseuse bouchonneuse ainsi que ceux qui sont récupérés du produit fini présentant une non-conformité sont revendus.

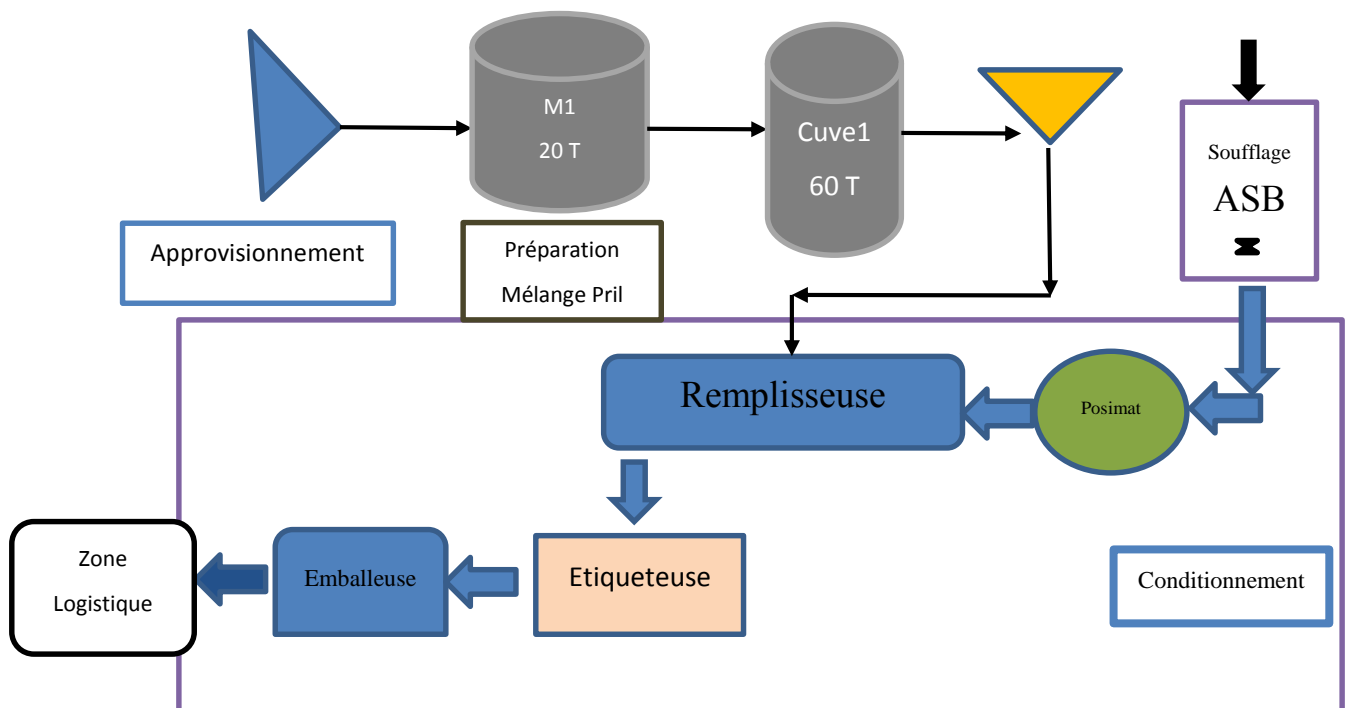


Figure III.2 Schéma de la ligne de production Pril

III.4. Identification des problèmes de la ligne de production Pril Isis

Cette partie sera consacrée au diagnostic de la chaîne de production par le biais de l'analyse de la cartographie de la chaîne de valeur (VSM). Après nous analyserons le Temps de Rendement Global (TRG) et les temps d'arrêts afin de déterminer les différentes causes des pertes dans la ligne de production Pril Isis.

III.4.1. Réalisation de la cartographie de la chaîne de valeur (VSM)

Dans une démarche Lean manufacturing le premier outil qui doit être appliqué c'est la VSM. Le but du VSM est de détecter les différentes sources de gaspillage (les 8 Muda). Nous avons collecté les données dans l'atelier en remontant le flux d'un produit tout en relevant les problèmes et gaspillages constatés.

L'analyse est ensuite restituée, et les anomalies relevées sur le terrain sont analysées selon les critères Qualité, Coût, Délai.

L'analyse et le classement de ces problèmes permettent de construire un plan de progrès planifié.

III.4.1.1. Choix du composant à étudier

Pour choisir la référence à étudier, nous avons pris la demande client comme critère de limitation de l'étude. Le schéma ci-dessous (voir figure III.3) représente la répartition de la demande clients. On remarque que le Pril Isis 710 ml citron représente 70% des ventes de la gamme Pril Isis ce qui explique l'orientation de notre investigation vers la production du Pril Isis Citron 710ml.

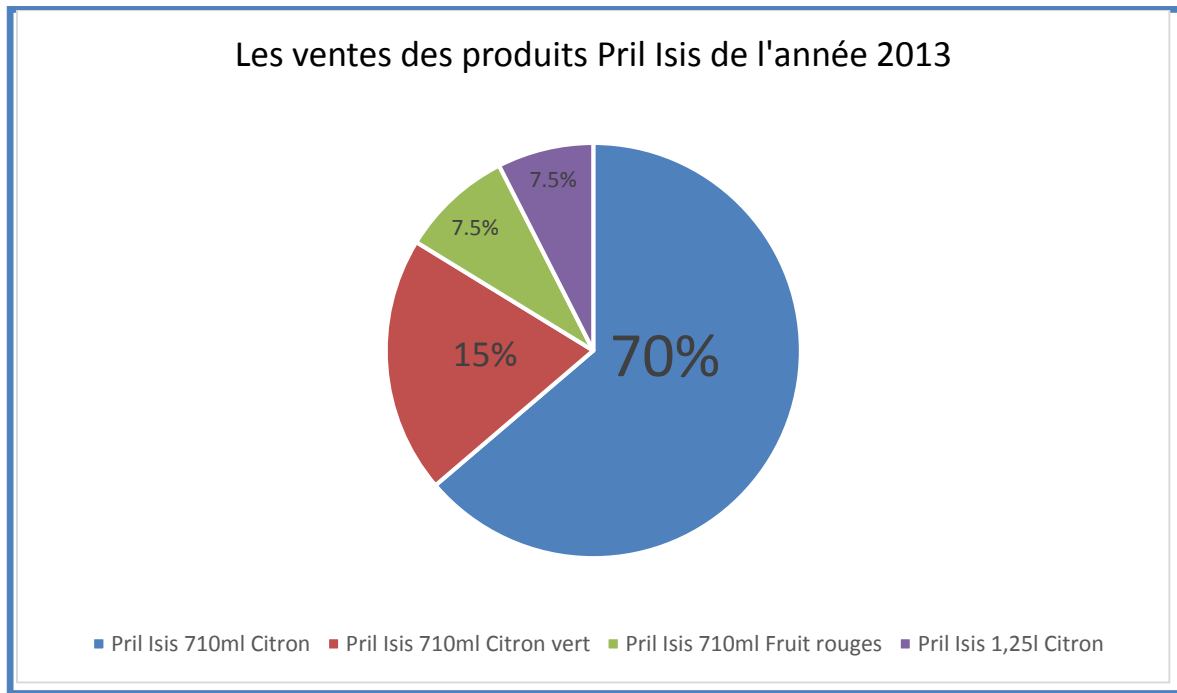


Figure III.3 : Répartition des références sur la demande clients

III.4.1.2. Réalisation de la carte des flux actuels

Comme cité ci-dessus, nous avons élaboré une cartographie des flux dédiée au processus de production du Pril Isis Citron 710ml, visualisant les flux de matières et d'informations depuis l'arrivée des commandes clients, en passant par les étapes de fabrication, jusqu'à la livraison des produits finis au client (voir Figure III.3).

Les autres lignes de production du Bref Javel, Isis Machine et le Chat Machine ressemblent étroitement à la ligne Pril Isis ceci implique que cette cartographie peut être utilisée pour représenter les autres lignes de production.

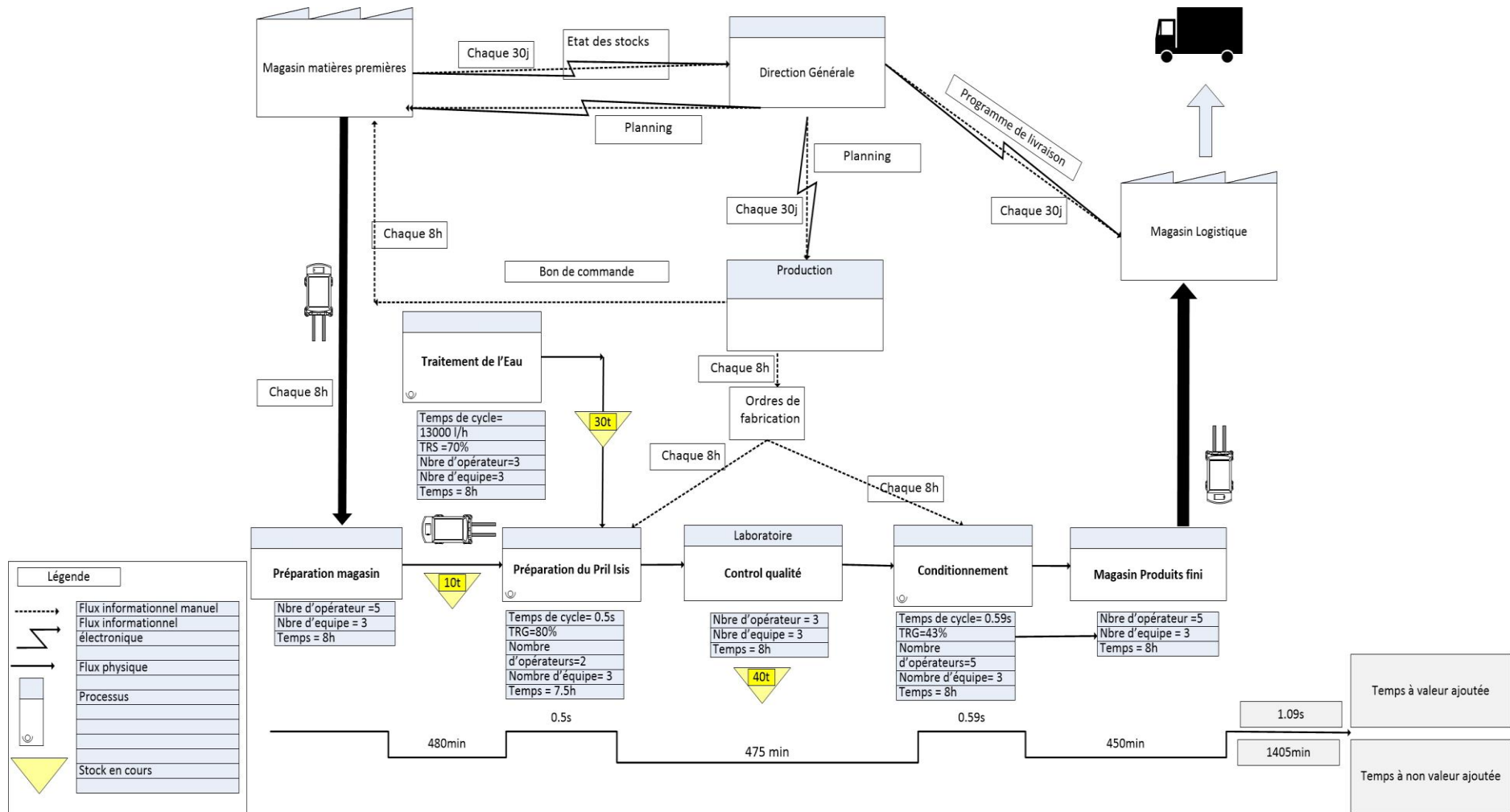


Figure III.4 : Cartographie actuelle de la chaîne de valeur

Nous avons représenté dans la figure III.4 les différents processus et postes qui entrent en interaction dans la fabrication du Pril Isis Citron 710ml, ainsi que les différents liens qui les unissent. Pour plus de détails de la figure III.4 (voir annexe A).

Nous avons eu des difficultés pour accéder aux informations nécessaires à l'élaboration de la cartographie du fait qu'elles sont soit considérées comme données confidentielles ou bien ne présentant pas une fiabilité. Mais cela ne nous a pas empêché de rechercher les données afin de les utiliser dans notre diagnostic.

Les temps de cycle ont été calculés soit par un chronométrage du processus, soit en demandant au responsable du processus ou bien par le rapport du temps alloué au processus sur le nombre d'unités produites pour obtenir le temps que prend le processus pour produire une bouteille Pril Isis ou bien son équivalent en quantité.

- **Exemple :**

L'étape préparation prend 7.5h pour produire 40 t en moyenne de Pril Isis ce qui implique que pour obtenir le temps de cycle de ce processus nous avons calculé le nombre de bouteilles qui seront remplies par les 40t ($40t \Rightarrow 40000\ 000g / 765g$ (poids d'une bouteille) = 53 000 bouteilles) puis calculé le temps pris dans la fabrication d'une bouteille ($(7.5h * 3600 = 27\ 000s / 53\ 000 = 0.5s/bouteille)$).

Le TRG a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$TRG \equiv \frac{\text{Le nombre de bons flacons produits } 30\ 000}{\text{le temps d'ouverture de l'atelier} * \text{la cadence de la ligne de production } (480 * 145)} = 43\%$$

La cadence utilisée est de 145bouteille/Mn, cadence qu'affiche la machine sur son écran en temps réel.

III.4.1.3. Analyse de la Cartographies de la chaîne de valeur

L'analyse menée s'est basée essentiellement sur le chronométrage des différents processus fait sur le terrain et des données collectées à partir des opérateurs (Ces données sont illustrées dans la figure III.4). D'après la figure III.4 nous remarquons que la partie conditionnement représente 54% du temps à valeur ajoutée avec un temps de cycle de 0.59s (+0.09s que la partie préparation) avec un TRG de 43% alors que l'objectif de l'entreprise est fixé à un TRG de 77%.

Nous avons calculé le TRG à partir des données de production que génère la SeracD dans un fichier Excel. Nous avons comparé ces données avec la quantité de produit recensée par le processus logistique afin de soustraire la quantité de bouteilles non-conforme. Ces données figurent dans l'annexe B (voir annexe B).

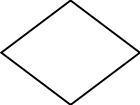

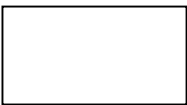
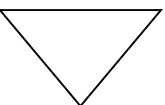















Afin de mieux analyser la partie conditionnement nous allons effectuer une analyse du déroulement de ce dernier afin de déceler les anomalies qui réduisent sa performance.

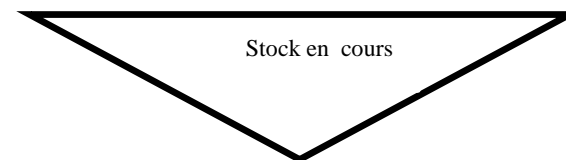
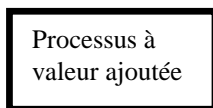
III.4.2. Analyse du déroulement du processus de conditionnement

Nous avons illustré dans le tableau III.2 ci-dessous le chronométrage des différents processus de la partie conditionnement. Nous avons relevé le temps que prend chaque processus pour apporter une valeur ajoutée au produit, ainsi que le temps et la distance de transfert du produit d'un processus à un autre.

Ces calculs nous permettront d'identifier le temps pris pour la fabrication d'un produit et la distance parcourue, mais aussi de pouvoir identifier les processus qui consomment beaucoup de temps.

Tableau III.2 : Analyse du déroulement du processus de conditionnement

|  |  |  |  | Distance | Temps | Cadence | Déroulement |
|---|---|---|---|----------|------------|-------------------|---|
| | |  | | 4,50 m | 4,48 min | 3500 b/h | Soufflage (ASB) |
| |  |  | | 19 m | 2,35 min | | Acheminement vers posimat |
| | |  | | 5,90 m | 0,5 min | 10-150 flacon/min | Posimat |
| |  | | | 2,90 m | 0,09 min | | Acheminement vers Remplisseuse Bouchonneuse |
| | |  | | 2,10 m | 0,083 min | 10-150 flacon/min | Remplisseuse Bouchonneuse |
| |  |  | | 4,27 m | 0,4 min | | Acheminement vers Etiqueteuse |
| | |  | | 1,88 m | 0,16 min | 10-110 flacon/min | Etiqueteuse |
| |  | | | 10 m | 0,75 min | | Acheminement vers ETT |
| | |  | | 3 m | 0,16 min | 110 flacon/min | ETT |
| |  |  | | 24 m | 2,16 min | | Acheminement vers Palettiseuse et filmeuse |
| |  |  | | 3 m | 0,2 min | | Palettiseuse et filmeuse |
| Totale : | | | | 80,55m | 11,256 min | | |



Après l'analyse du **Tableau III.2** nous remarquons que la première bouteille sort après **9 min** (Partie en bleu dans le Tableau III.2) et les autres suivront chaque **0.59s** (temps de cycle selon la VSM), ce qui donne une production d'une moyenne théorique de **48 000 bouteilles** toutes les 8 heures. Cependant, la production moyenne par équipe est de **30 000 bouteilles**, soit un temps de cycle de **0.93s**. Ce qui implique un écart sur le temps de conditionnement de **57%**. Nous allons analyser l'évolution du Taux de rendement Global (TRG) afin d'identifier la cause de cet écart.

La production moyenne comporte un écart de + ou - 900 bouteilles qui correspondent aux bouteilles non conformes ou aux bouteilles de tests.

III.4.3. Evolution et Analyse du TRG

Nous avons calculé l'évolution du TRG en utilisant la formule suivante :

$$TRG \equiv \frac{\text{Le nombre de bons flacons produits}}{\text{le temps d'ouverture de l'atelier} * \text{la cadence de la ligne de production}}$$

Et cela en utilisant les données générées par la SeracD (Voir annexe B).

La figure ci-dessous représente l'évolution du TRG durant le mois de Mars 2014.

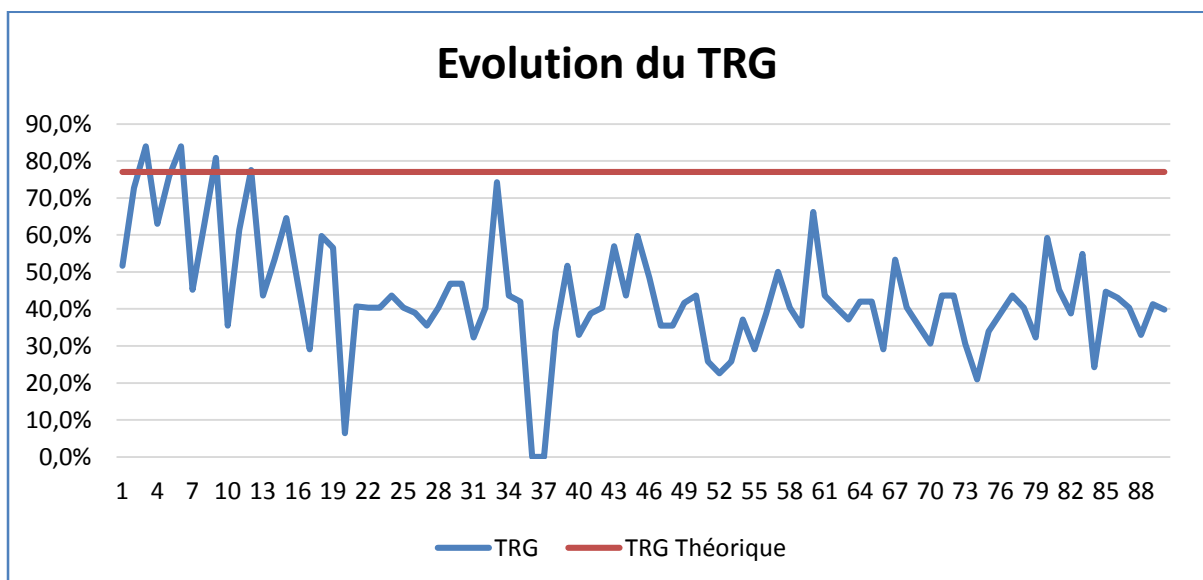


Figure III.5: l'évolution du TRG durant le mois de Mars 2014

Les valeurs de l'axe des abscisses représentent le nombre de shifts tout au long du mois de Mars.

Nous remarquons très bien que le TRG est en dessous de l'objectif qui lui est fixé sur la majeure partie du mois et qui est de 77 %.

Ainsi nous pouvons confirmer que Henkel Algérie n'arrive pas à atteindre son objectif de production.

Les jours où le TRG est nul, correspond à un arrêt exceptionnel dû à, l'intervention du syndicat.

Ainsi, pour chercher les causes de dégradation du TRG afin de l'améliorer, nous allons recenser les différents temps d'arrêts de la ligne de production Pril Isis.

III.4.4. Recensement des arrêts

Nous avons suivi les temps d'arrêts de la ligne de production sur tout le mois de Mars. , une tâche qui s'est avérée difficile vu que où les données n'étaient accessibles ou que celles-ci ne pouvaient être forcément fiable, donc fallait les suivre de près.

Ces données (voir annexe C) nous ont été communiquées par le service maintenance, qui à son tour les obtient d'un registre que tient le conducteur de ligne qui recense la durée et la cause des arrêts tout au long des 8h de son shift.

Nous avons eu à relever les fréquences d'apparition, les durées et les causes d'arrêts. Nous avons classé ces arrêts par famille (**Arrêts ligne/ panne, Nettoyage, Réglages, Baisse de cadence**). La figure III.6 regroupe l'ensemble des familles de temps d'arrêts de production.

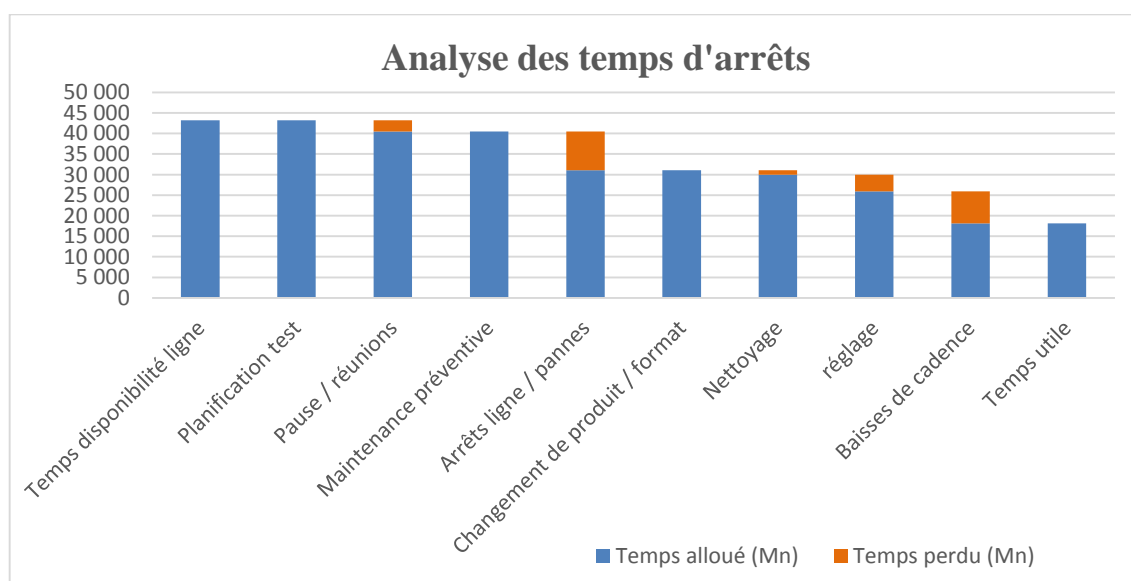


Figure III.6 : Recensement des familles de temps d'arrêts du mois de Mars 2014

Nous remarquons que durant le mois de mars il n'y a pas eu d'arrêts pour la maintenance préventive, ni de changement de format (qui prend 1h et demi) et ni de planification pour les tests produits.

Nous avons analysé la figure III.6 ,et nous avons obtenu les éléments suivants(voir tableau III.3)

Tableau III.3 : Les temps d'arrêts par rapport au temps de disponibilité/total perdu

| Les temps d'arrêts de la ligne de production | Par rapport au Temps de disponibilité ligne (43 200Mn) | Par rapport au Temps total perdu (25 050 Mn) |
|---|---|---|
| Temps utile (18 150 Mn) | 42% | 72.5% |
| Temps total perdu (25 050 Mn) | 58% | ----- |
| Arrets de la ligne/pannes (9 410 Mn) | 21.8% | 37.5% |
| Nettoyage (1 080 Mn) | 2.5% | 4.5% |
| Réglages (4 110 Mn) | 9.5% | 16.5% |
| Baisse de cadence (7 750 Mn) | 18% | 31% |
| Pause (2 700 Mn) | 6.2% | 10.5% |

Nous remarquons d'après le tableau III.3 que le temps perdu représente 58% du temps disponible et n'apporte pas de valeur ajoutée ni au client, ni à l'entreprise.

Et pour pouvoir identifier les causes racines de ce gaspillage de temps nous allons procéder à une analyse approfondie des familles de temps d'arrêts. Nous avons décortiqué chaque famille (Arrêts de la ligne, Nettoyage, Réglages et baisse de cadence) et les données obtenues se résument dans la **Tableau III.4** ci-dessous. Ces données proviennent du registre de la maintenance qui relève les différents arrêts et leurs durées.

Tableau III.4 : l'analyse des familles de temps d'arrêt.

| Analyse du temps d'arrêt | Durée de l'arrêt Mm | Pourcentage par rapport au temps total perdu |
|---|------------------------|---|
| Réglage étiqueteuse | 2 420 | 11% |
| Manque d'emballage | 1 070 | 5% |
| Réglage convoyeur | 620 | 3% |
| Panne cartonneuse | 155 | 0.6% |
| Panne remplisseuse | 2 545 | 11.4% |
| Bourrage remplisseuse/ Posimat | 4 630 | 20% |
| Qualité flacon | 1 050 | 4.7% |
| Réglage Domino | 1 030 | 4.5% |
| Nettoyage (Balance remplisseuse, filtre, domino) | 1 080 | 4.8% |
| Baisse de cadence | 7 750 | 35% |
| Total | 22 350 | |

Nous avons traduit le graphe en diagramme de Pareto afin de mieux apprécier et analyser les résultats (voir Figure III.7).

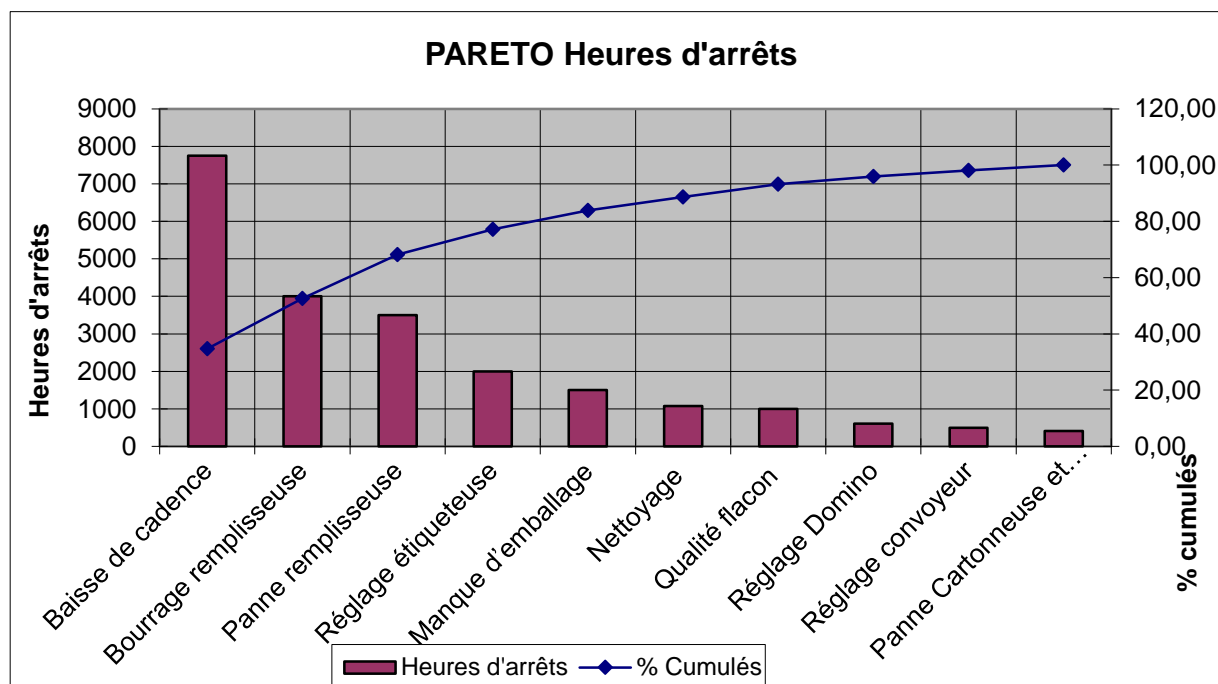


Figure III.7: Analyse des temps d'arrêts

La **Figure III.7** nous indique que la majorité des arrêts sont causés par les anomalies suivantes :

- Baisse de cadence qui revient aux anomalies suivantes :
 1. Système de production intensif, qui en cas de non disponibilité d'une pièce de rechange oblige le conducteur de ligne à baisser la cadence pour éviter la panne ;
 2. La fatigue des opérateurs qui travaillent debout et dont le rendement diminue en fin de shift (Généralement les deux dernières heures selon les opérateurs). Il arrive parfois que la baisse de cadence survienne au début du shift (le temps que les opérateurs entre dans le bain) ;
 3. La qualité du flacon ;
 4. Les microcoupures d'électricité.
- Bourrage des différentes machines revient à la mauvaise qualité des bouteilles.
- Panne de la remplisseuse à cause de la qualité des bouteilles et du manque de nettoyage (le Pril Isis est un produit visqueux).
- Réglage de l'étiqueteuse, dû au changement des flacons utilisés (Henkel Algérie utilise 4 sortes de flacons qui proviennent de 4 fournisseurs différents).
- Le manque de matières d'emballages qui est dû à leur gaspillage durant le processus de soufflage et conditionnement.

Ajoutant à cela les anomalies des autres processus que nous avons soulevées dans la partie diagnostic et analyse des processus :

- La contamination de l'eau traitée par l'eau brute à cause des picages des canalisations rendent la détection de la source de contamination très difficile.
- L'existence d'un écart entre la quantité produite dans le processus de préparation et la quantité produite dans le processus de conditionnement qui revient aux micro-fuites qui libèrent continuellement de la matière (environ 20 tonnes par mois) et à la non-fiabilité du système de pesage des mélangeurs (un écart de 1 tonne) .

III.4.5. Diagramme cause-effet

Nous avons par la suite classifié toutes les anomalies dans le diagramme d'Ishikawa Figure III.8 ci-dessous afin d'obtenir une vision globale des anomalies qui perturbent l'ensemble de la production.

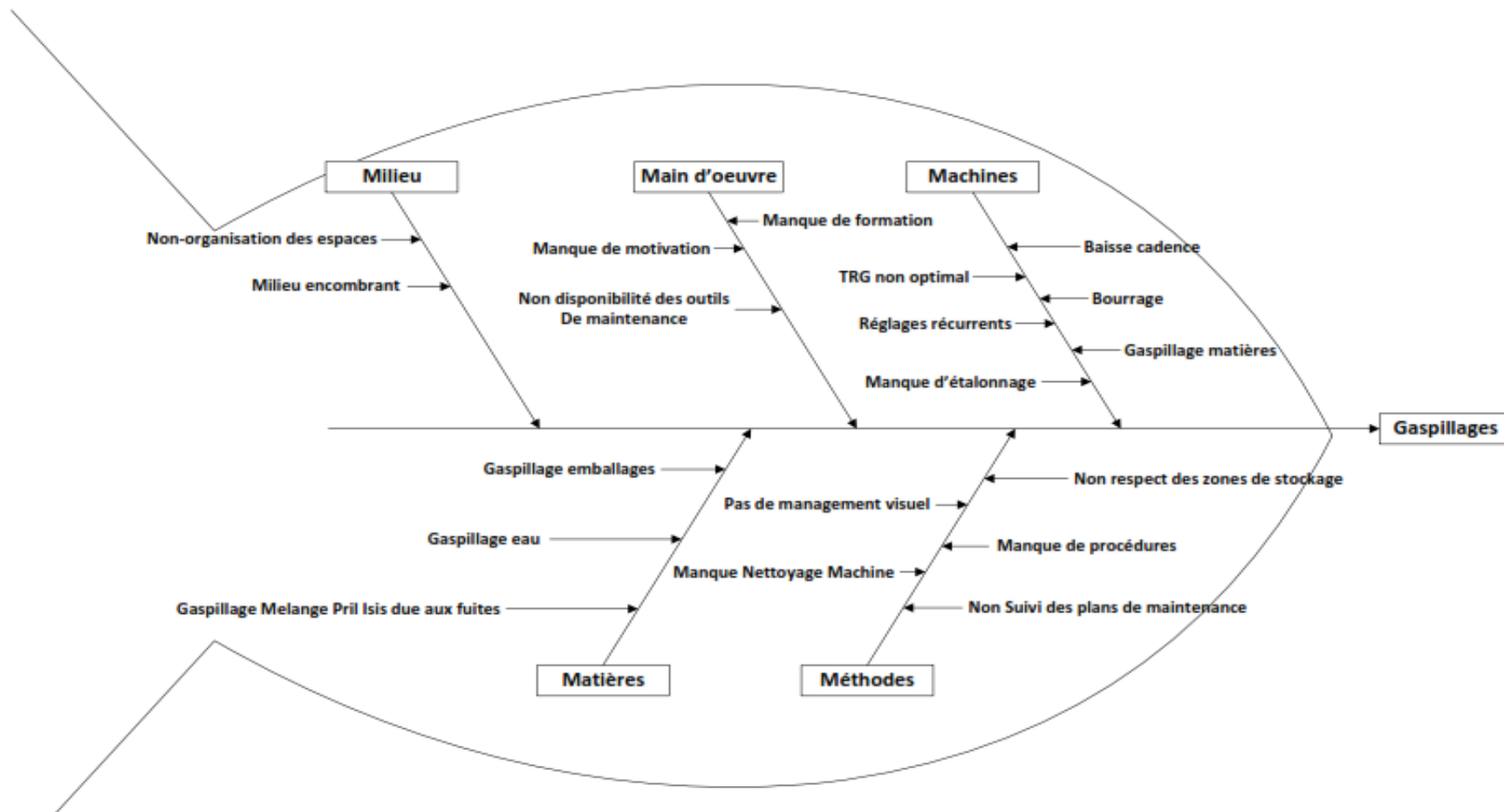


Figure III.8 : Diagramme cause-effet du gaspillage

Le diagramme d'Ishikawa permet d'identifier et de classer les différents problèmes (analyse horizontale) apparents (avoir une vision globale) mais ne permet pas d'identifier le lien qui existe entre les 5 catégories. Et afin d'identifier la cause racine du dysfonctionnement, nous avons utilisé la méthode des 5 Pourquoi.

III.4.6. Méthode des cinq pourquoi

Nous avons appliqué la méthode des 5 Pourquoi pour les problèmes recensés dans le diagramme d'Ishikawa afin d'identifier les causes racines des problèmes et ainsi pouvoir y remédier efficacement.

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau III.5 : L'application de la méthode des 5 Pourquoi

| | 1 ^{er} pourquoi ? | 2 ^{ème} pourquoi ? | 3 ^{ème} pourquoi ? | 4 ^{ème} pourquoi ? | 5 ^{ème} pourquoi ? |
|--|---|--|--|--|--|
| Mauvaises conditions de travail | Espace encombré et sale | Manque de zonage et de nettoyage | Non-organisation des ateliers | Non application des 5s | La politique production ne tolère aucun arrêt |
| Gaspillages Matières | l'inutilisation des emballages qui tombent des machines. Micro-fuites. Contamination de l'eau La vétusté des ASB | Politique QHSE Indisponibilité d'un schéma synoptique de l'usine Milieu et capacité inadéquate avec le système de production | Manque de procédure. | | |
| Sous performance du TRG | -Bourrage -Réglage -Baisse de cadence | -Récurrences des pannes -Fatigue des opérateurs | -Vétusté des machines ASB. -Conditions de travail | Pas de maintenance préventive non exécutée La non ergonomie des postes de travail | Système de production intensif qui ne tolère aucun arrêt |

Les causes des anomalies (qui ressortent à chaque fois dans la méthode de 5 Pourquoi) que nous traiterons peuvent être résumées sur le tableau ci-dessous avec leurs incidences sur la production:

Tableau III.6 : Synthèse des Anomalies et leurs incidences sur la production

| Anomalies | Pertes mensuelle | Incidence sur la production |
|---|-------------------------------|--|
| Vétusté de l'ASB | 22 350 min | 2 272 880 Bouteilles Pril Isis |
| Gaspillage Emballages : -Préforme -Bouchons -Bouteille | 800 kg 570 kg 11 520 kg | 114 878 DA 335 445 DA 2 401 920 DA Equivalent à 57 025 Bouteilles Pril Isis |
| Fuite Matière Pril Isis et Non étalonnage des équipements | 20 tonnes | 26 000 Bouteilles Pril Isis |
| Contamination de l'eau | 180 000 litres | Arrêt de la production pendant 210 min équivalant à 21 355 bouteilles |
| Non-application des 5S | - | Incidence indirecte |

Nous avons traduit le temps perdu en bouteilles de Pril Isis en utilisant le cycle de production.

$$\text{Le nombre de bouteille} = \frac{\text{Temps perdu}}{\text{Temps de cycle (0,59)}}$$

Avec un total chiffrable de 2 377 260 bouteille/mois de Pril Isis perdues qui représente 53% de la production planifiée du mois de mars qui est de 5 128 205 Bouteille.

III.4.7. Recherche de solutions

Après avoir identifié les problèmes de perte de temps et de matières au niveau de la ligne de production de Pril Isis, nous passons maintenant à la recherche de solutions optimales pour remédier à ces problèmes. L'étape suivante consistera à organiser des séances de Brainstorming avec notre groupe de travail. Ce groupe de travail sera composé de 4 personnes (L'ingénieur méthode, le chef d'atelier, le responsable maintenance, le responsable de production). Ce brainstorming nous a permis de générer plusieurs idées que nous avons triées et transformées par la suite en solutions réalisables.

- Les solutions proposées lors du Brainstorming sont :
 1. Aménagement de la zone conditionnement par l'application des 5S ;
 2. Le changement de la machine ASB ;
 3. Elaboration d'un schéma synoptique de l'unité de production ;
 4. L'établissement d'une étude ergonomique sur les postes de travail ;
 5. La mise en place d'un processus créatif afin d'utiliser le savoir-faire et les idées d'amélioration des opérateurs.

III.5. Conclusion

Nous avons, dans ce chapitre, donné une description de la structure et des méthodes utilisées dans la production du Pril Isis 710ml, puis nous sommes passés au diagnostic de cette ligne de production grâce à l'outil VSM afin de cibler la partie du processus qui diminue la performance de la production.

Après cela, Nous avons utilisé des outils de recherche de causes qui utilisent le Kaizen tels que le diagramme d'Ishikawa, Pareto ainsi que la méthode des 5 et le Brainstorming afin d'identifier les anomalies et de pouvoir trouver des solutions pour les résoudre.

Le chapitre IV comportera l'explication des différentes étapes de la mise en application des solutions que nous avons proposées.

Ce chapitre IV comportera trois parties :

- La première partie comportera l'élaboration des caractéristiques de la nouvelle souffleuse ainsi que l'élaboration du schéma synoptique de l'unité de production
- La deuxième partie concernera la mise en place des 5S ainsi qu'une étude ergonomique des postes de travail.
- La troisième partie comportera la mise en place d'un processus créatif de collecte d'idées d'améliorations.

Chapitre IV
Actions d'amélioration

IV.1. Introduction

Nous passons maintenant au deuxième volet de la démarche Lean manufacturing qui est la mise en place des solutions proposées.

Nous avons divisé ce chapitre en trois (03) parties : la première partie concernera l'identification des caractéristiques requises dans le choix de la nouvelle souffleuse ainsi que la réalisation du schéma synoptique de l'unité de production, la deuxième partie comportera l'implantation des 5S et l'étude ergonomique des postes de travail. Et pour finir, la troisième partie comportera la mise en place d'un processus créatif qui permettra de récolter les idées innovantes.

IV.2. Première partie : Identification des caractéristiques de la nouvelle souffleuse et réalisation du schéma synoptique.

Nous avons présenté dans le Chapitre III le diagnostic réalisé, et illustré l'impact du mauvais fonctionnement des souffleuses ASB sur la performance de la ligne de production Pril Isis. Ce diagnostic n'a fait qu'appuyer la requête des opérateurs concernant le changement des souffleuses. Pour cela, nous avons travaillé avec les ingénieurs de l'engineering et production afin de trouver la machine qui correspond au système de production de la ligne Pril Isis. L'installation de la nouvelle machine doit permettre d'augmenter la performance de la ligne de production afin d'éliminer les gaspillages et d'augmenter la productivité de l'entreprise.

IV.2.1. Identification des caractéristiques de la nouvelle souffleuse

Afin que la souffleuse puisse être en adéquation avec la capacité et les normes qualité de production de la ligne Pril Isis, elle doit impérativement avoir les caractéristiques suivantes :

- Caractéristiques :
 1. Un budget alloué à l'acquisition de la machine : **1, 500,000 EUR** ;
 2. Une capacité de production de 110 000 flacons par équipe (par 8h) pour subvenir au besoin de la ligne de production Pril Isis 710ml ;
 3. Un système d'ondulation pour remédier aux microcoupures ;
 4. Un système de transfert de la préforme à travers la machine sur un seul niveau pour éviter la chute de préformes ;
 5. Un système de régulation de la température interne de la machine par rapport à l'environnement externe pour respecter la température adéquate de soufflage (24°C) ;
 6. Une basse consommation d'énergie afin de respecter la norme OHSAS 18000 ;

7. Un design compact pour un encombrement au sol minimum ;
8. Une possibilité d'adaptation avec les moules et préformes utilisées dans la production du flacon Pril Isis.

Afin de répondre aux exigences établies, nous nous sommes investis dans un benchmarking des autres sites de production du détergent liquide du groupe Henkel au niveau international via le système intranet de Henkel et avec l'aide de l'équipe Engineering et Production.

Cette recherche nous a permis d'identifier une machine utilisée en Allemagne et qui est considérée comme la meilleure technologie en termes de soufflage.

IV.2.1.1. Description de la nouvelle machine

La génération KHS CORPOPLAST BLOMAX SERIES III (voir Figure IV.1) a été développée après plus de 30 ans d'expérience dans la conception et la fabrication d'équipements de moulage par soufflage. Elle représente la dernière technologie dans l'industrie du soufflage et correspond parfaitement aux caractéristiques requises.

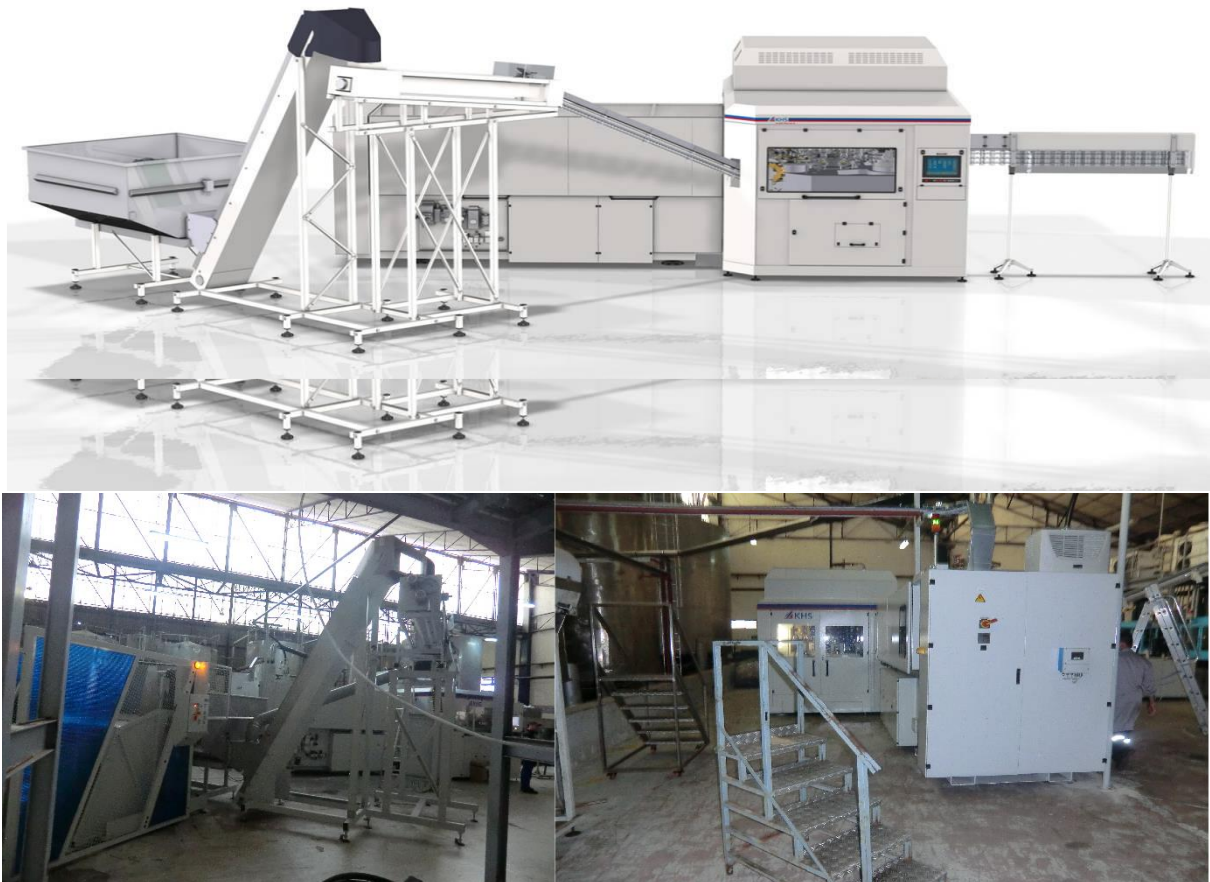


Figure IV.1 : la machine KHS

IV.2.1.2. La situation après l'installation du KHS

Une nette amélioration de la ligne de production dans tous ses aspects de production pour un coût global de l'investissement évalué à : **1, 220,000 EUR.**

- **Evaluation des gains**

Tableau IV.1: Evaluation des gains

| | Avant installation | Après installation (espérée) |
|---------------------------------|--|--|
| Capacité de production | 62 640 000 bouteilles/an | 122 688 000 bouteille/an |
| Taux de rendement global | 43% | 82% (plus que l'objectif de 77%) |
| Gain de temps | 372,5 h/mois (nombre d'heures perdues) | 129,6 h/mois (nombre d'heures perdues) |
| Gain en production | 2 272 881 bouteille/mois (perdu) | 933 120 bouteille/mois (perdues) soit 1 339 761 bouteilles gagnées |

L'installation de la KHS 3ème génération permettra d'augmenter la performance de la production de 82% par rapport à la production moyenne avec les ASB qui est de 30 000 bouteille/équipe. Ainsi une amélioration sera apportée au temps de cycle qui deviendra égal à 0.5s et ne devenant plus un goulot d'étranglement pour la chaîne de valeur.

Ceci aura un impact important sur la position et la pérennité de Henkel sur le marché du détergent liquide en Algérie. Mais malgré cet important gain de performance la demande clients ne sera pas satisfaite car selon le Takt Time calculé comme suit :

$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{(\mathit{Temps\ d'ouverture})}{\mathit{Demande\ client\ sur\ la\ même\ période}} = \frac{28\ 800s}{77\ 000} = 0.37s \text{ soit } 26\% \text{ moins que le temps}$$

de cycle après amélioration.

IV.2.2. Elaboration du schéma synoptique de l'unité de production

Au cours de notre stage, nous avons remarqué que la préparation du mélange Pril Isis s'arrêtait de temps à autre, cela est causé de la contamination de l'eau traitée, par l'eau brute. Cette contamination est due à la multiplication des picages de tuyauteries d'eau comme évoqué dans le chapitre précédent.

L'équipe engineering nous a demandé d'élaborer un schéma synoptique afin de pouvoir connaître la provenance et la destination des tuyauteries. Ainsi il sera possible d'identifier les sources de contamination et les fuites de matières (que nous avons découvertes lors de l'élaboration du schéma).

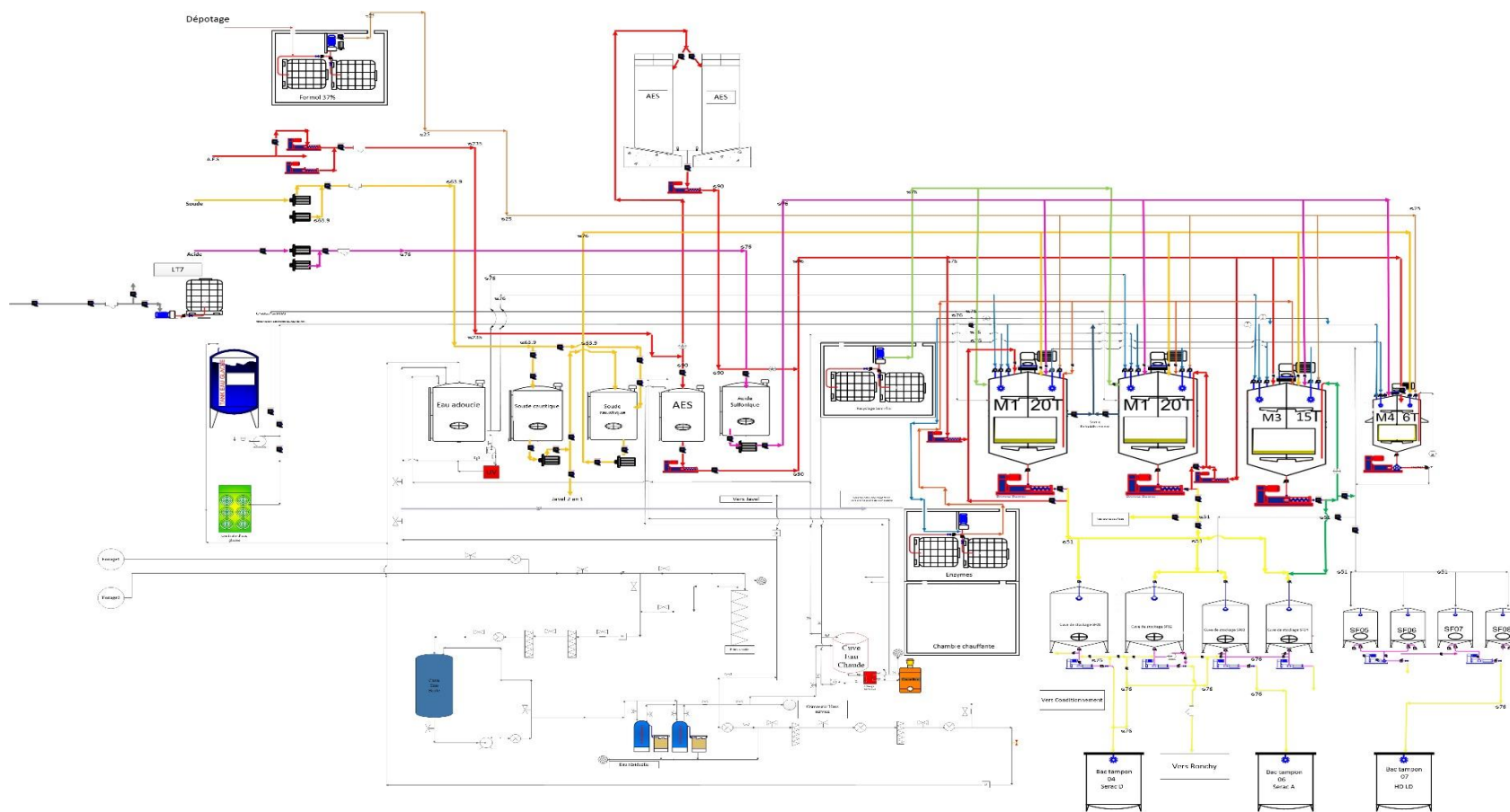
Un schéma synoptique est une représentation graphique d'une unité de production, il reporte fidèlement toutes les structures matérielles et les différents liens qui les relient.

Ce schéma est considéré comme la carte géographique qui permet une familiarisation rapide avec l'unité de production mais aussi un repérage rapide des anomalies et des améliorations à apporter.

Nous avons effectué cette tâche en utilisant le logiciel Vision Microsoft office dont Henkel Algérie possède la licence.

- L'élaboration du schéma s'est déroulée en plusieurs étapes :
 1. La 1^{ère} étape était de recenser les différentes structures matérielles (Mélangeur, pompe, cuve...) ainsi que les informations qui leur correspondent (Dimension, type, contenu ...).
 2. La 2^{ème} consistait à situer les grandes structures telles que les mélangeurs, les cuves de stockages, les pompes et de les reporter sur une feuille de papier.
 3. La 3^{ème} étape consistait à relier les différentes structures entre elles avec les différentes tuyauteries et canalisations.
 4. La 4^{ème} étape consistait à identifier les dimensions des tuyauteries et canalisations, et de les reporter sur le schéma.
 5. Et enfin, la 5^{ème} étape consistait à recenser sur le schéma les différents types de vannes, pompes et manomètres dont dispose l'unité de production et de les reproduire sur le schéma.

La figure IV.2 ci-dessous représente le schéma synoptique de l'unité de production et pour plus de détail (voir annexe D)



HDW PID

Henkel Excellence is our Passion
 Engineering Department : CHINAR Ilyas – FETHOUM Jugurta

Figure IV. 2 : Schéma synoptique de l'unité de production

- **Synthèse de la 1ère partie**

Nous avons dans cette partie identifié les exigences de la nouvelle souffleuse qui permettra à l'entreprise d'augmenter le niveau de performance de la ligne de production Pril Isis.

Nous avons aussi élaboré un schéma synoptique qui permettra d'avoir une représentation fidèle de l'unité de production dont le but est de prévenir la contamination de l'eau traitée, d'identifier les sources de fuites et d'offrir un moyen permettant de connaître rapidement la structure de l'unité de production et de pouvoir y apporter des améliorations.

IV.3. Deuxième partie : Mise en place des 5S et étude ergonomique des postes de travail.

Nous avons décidé de commencer notre projet par l'application des 5S au sein de la zone de conditionnement.

- Pour bien conduire le projet 5S, nous l'avons jalonné en six (06) étapes :
 1. La formation des opérateurs ;
 2. La préparation du chantier ;
 3. Le grand débarras ;
 4. Le grand nettoyage ;
 5. Le maintien des standards établis ;
 6. La pérennisation.

IV.3.1. Formation des opérateurs

Nous allons détailler les tâches et les actions engagées dans chaque étape de ce projet ainsi que les résultats obtenus.

Nous avons commencé tout d'abord par préparer une formation (Une formation réalisée par Henkel Allemagne que nous avons adaptée à Henkel Algérie). Cette formation était dédiée aux opérateurs afin de les informer de nos principaux enjeux qui sont :

- Augmentation de la productivité pour dégager une capacité supplémentaire sans investissements ;
- Amélioration des conditions de travail afin de prévenir et de réduire les accidents de travail .

Durant la formation, notre animation s'est basée essentiellement sur l'utilisation d'un jeu de photographies montrant des situations très dégradées de la zone : endroits en désordre, postes sales, bureaux encombrés, poubelles débordantes, etc...

Il faut savoir que les photos prises dans cette activité sont confidentielles ceci implique que leur obtention n'a pas été chose facile.

Nous présentons sur la figure IV.3, quelques photos de l'état de l'atelier avant l'implantation des 5S:



Figure IV.3 : Situation avant l'implantation des 5S.

- Deux questions sont alors posées aux participants :
 1. «Comment ont-ils pu en arriver là?».
 2. «Quels sont les risques engendrés par de telles situations?».

Comme étant les animateurs de la séance de Brainstorming, nous avons reporté et ordonné les réponses dans un tableau blanc comme suit :

- La situation s'est détériorée à cause du manque de nettoyage, du système intensif de production et de l'habitude de travailler dans un tel milieu.
- Les risques qu'engendre cette situation sont :
 1. Chutes dues aux fuites du produit Pril Isis (matière visqueuse) ;
 2. Chutes à cause des bouchons qui tombent par terre ;
 3. Blessures à cause des outils de maintenance qui ne sont pas à leur place ;
 4. Encombrement des déplacements à cause des objets inutiles ;
 5. Trouble musculo-squelettique (TMS) dû au manque d'ergonomie des postes de travail.

- Puis nous avons posé la question suivante :

«Comment éviter de telles situations et ne pas vous exposer à de tels risques ?»

- Les réponses ont été :
 1. Le rangement des outils dans leurs endroits respectifs ;
 2. Le nettoyage de la zone de conditionnement ;
 3. La mise en place de bacs de récupération des produits non conformes et des déchets ;
 4. Le traçage de zones spécifiques au stockage des différentes matières et objets.

Ensuite, avec un formateur Hygiène Sécurité Environnement venu de Henkel Allemagne, nous avons emmené le groupe qui se composait d'opérateurs et du chef de ligne sur le terrain. Il fallait qu'ils observent l'environnement autour d'eux et signalent tout ce qui leur paraissait «anormal». Une photo a été prise à chaque fois qu'un participant le demandait pour qu'elle puisse être commentée par la suite.



Figure IV.4 : les situations signalées durant la visite

Le tableau IV.2 résume les commentaires des opérateurs.

Tableau IV.2 : analyse de la situation

| Situation | Commentaire | Recommandations |
|---|---|---|
| A – Table d'outil et d'opération | - La table est utilisée pour entreposer les rouleaux d'étiquette et autres objets. | - Installation d'une armoire pour les outils et équipements pour libérer la table à l'entreposage des rouleaux. |
| B- Entreposage des cartons | -Nous remarquons que les cartons sont mal entreposés et mélangés aux cartons qui contiennent les déchets. | -Aménagement d'une zone spécifique à l'entreposage des cartons d'emballage. |
| C- Palettes | -Les palettes ne sont pas à leur place et gênent la circulation des clarks. | -Mettre des bacs pour récupérer les déchets tels que les palettes usées, cartons, emballages et autres. |

Généralement les opérateurs se rendent compte que la situation où ils travaillent n'est guère adéquate mais à force ils s'y sont habitués. La prise de conscience étant faite, nous pouvons entamer la deuxième partie de la démarche qui est de préparer le chantier pour la mise en place des 5S.

IV.3.2. Préparation du chantier

Le but de cette deuxième phase est le lancement officiel du démarrage du chantier 5S par la direction.

Afin de lancer le projet 5S au sein de la zone de conditionnement, nous avons demandé l'accord et l'engagement total du chef de service Production qui a été par la suite une source de motivation pour le reste du personnel. Une première réunion de lancement a été faite en présence de l'ingénieur processus, le responsable qualité et sécurité, le chef d'atelier et le responsable d'équipe. Durant cette réunion, nous avons exposé les bases de la démarche 5S et ses objectifs, ainsi que les étapes que nous avons proposées pour le démarrage des travaux au sein de la zone de conditionnement.

- Pour préparer le chantier, nous avons élaboré la démarche suivante :
 1. Définir la zone cible ;

2. Former l'équipe qui va superviser le projet de l'implantation des 5S ;
3. Organiser tous les matériaux des 5S concernés (Outils de nettoyage) ;
4. Photographier les problèmes de la zone ;
5. Cibler les objets utiles des objets inutiles (en se basant sur les recommandations qui découlent de la formation).

- **Démarche de la mise en place de la méthode 5S au sein de la zone de conditionnement**

Après avoir effectué plusieurs visites d'observation et d'analyse du lieu, nous avons décidé d'entamer le travail par la mise en place des deux premières étapes de la méthode 5S « Le grand débarras », la 1^{ère} qui consiste à Trier et se Débarrasser des objets inutiles et non utilisés et ne garder que les éléments indispensables au travail au sein de l'atelier. Une fois achevée, nous sommes passés à la 2^{ème} étape qui consiste à ranger les éléments restants dans des lieux appropriés et faciles d'accès.

IV.3.2.1. Le grand débarras (1^{er} et 2^{ème} S)

Voici les tâches et actions que nous avons recommandés:

- Débarrasser la zone de la transpalette en panne, de la roue du clark et de l'extincteur qui ne fonctionne pas.
- Enlever les outils de maintenance tels que les tournevis, les clés à laine et les pinces de l'intérieur des machines.
- Débarrasser les lieux des palettes cassées.
- Enlever les cartons où sont mises les bouteilles et flacons non-conformes.
- Enlever les cartons où sont mises les déchets de toutes sortes.

La figure IV.5 représente les actions à engager :



Figure IV.5 : les actions à engager

Après avoir effectué la deuxième étape, nous pouvons passer maintenant à la troisième phase qui consiste à faire le grand nettoyage.

IV.3.2.2. Le grand Nettoyage (3^{ème} S)

Cette étape consiste à remettre à niveau les équipements et l'espace de travail grâce aux actions de nettoyage et de réparations.

- Et pour cela nous avons :
 1. Ciblé les éléments des machines et zones de l'atelier conditionnement à nettoyer.
 2. Préparé le matériel et équipement nécessaire pour le nettoyage.
- Nous avons ensuite découpé le chantier en 3 repères :

Les murs, le sol, les machines et convoyeurs. Pour chacun d'eux nous avons défini la méthode de nettoyage, les moyens et le temps affecté au nettoyage (un quart d'heure après la fin du travail de chaque équipe), sans oublier les équipements de sécurité nécessaires pour cette mission.

 1. Les murs vont être peints en deux parties :
 - La partie du haut sera peinte en blanc afin d'augmenter la luminosité de la zone.
 - La partie du bas sera peinte en gris afin d'éviter l'accrochement de la saleté.
 2. Le sol va être lavé par les opérateurs, puis recouvert d'une peinture spéciale pour sol de couleur grise, cette peinture est résistante aux piétinements et aux chocs.

3. Les machines et convoyeurs vont être nettoyés avec un karcher (Machine qui éjecte l'eau avec une pression). Ensuite de l'air sera passé sur les machines et convoyeurs à l'aide d'un tuyau pour dégager et sécher l'eau qui résulte du nettoyage.

Il existe plusieurs méthodes pour maintenir les trois premiers S (ranger, débarrasser, nettoyer) afin d'atteindre la motivation du personnel qui est le facteur essentiel de la pérennisation des 5S.

- Pour cela nous avons élaboré les actions suivantes que nous avons recommandées ;
 1. Instaurer un calendrier d'audits réguliers des 5S qui sera fait en interne par le personnel de l'atelier;
 2. Mettre en place des réunions de formation 5S et un management visuel de manière quotidienne, sinon hebdomadaire;
 3. Mettre en place des procédures et recommandations de rangement et de nettoyage ;
 4. Mettre en place un tableau permettant aux opérateurs de signaler les différentes anomalies qui peuvent se produire.

En plus de ces actions, nous avons assuré une séance de sensibilisation des opérateurs travaillant dans la zone de conditionnement afin de les intégrer dans cette démarche.

Le programme de sensibilisation s'est déroulé de la manière suivante (voir tableau IV.3):

Tableau IV. 3 : Programme à la sensibilisation de la méthode des 5S

| Date | Les présents | Le contenu |
|--|--|--|
| M 25/05/2014 De 12h à 13h30 (durant la pause) | - Le superviseur de la ligne Pril Isis. - 02 opérateurs travaillant sur la Serach D. - 02 agents de Maintenance. | - Définition de la méthode 5S - Objectifs et gains apportés par la méthode (gains de temps, d'espace, de sécurité...) - Démarche de mise en place. - Explication de l'importance du respect des gammes de nettoyage et des modes opératoires. |



IV.3.2.3. La pérennisation (5^{ème} S)

Cette étape est souvent considérée comme la plus difficile. Fournir un effort important pour tout remettre à niveau est une bonne initiative, mais maintenir l'état des lieux une fois que les améliorations nécessaires et procédures ont été faites, est une tâche qui s'avère très difficile.

Pour cela, nous avons proposé d'effectuer des audits mensuels vérifiant l'application des 5S pour assurer une amélioration continue de l'état de la zone conditionnement,

Mais pour réaliser l'audit, nous avons élaboré une grille d'audit standard des 5S (voir tableau IV.4) qui permettra de suivre l'état des 5S dans la zone conditionnement.

Tableau VI.4 : Grille Audit des 5S

|   | | | |
|---|--------------------|---|--------------------|
| Fiche suivi des 5S | Date 12/05/2014 | Réalisé par : Chinar ilyes Fathoum jugurta | |
| | Zone : | Conditionnement | |
| DEBARRASSER : 1er S | Non | Oui | Observation |
| Absence sur poste de travail de composants inutilisés | * | | |
| Absence de déchets sur poste de travail | * | | |
| Absence d'outillages inutilisés sur la ligne | * | | |
| Existence des matériels utiles (outils, composants, documents) | * | | |
| RANGER : 2ème S | Non | Oui | Observation |
| Les emplacements de tous les équipements sont tracés (bandes adhésifs) | * | | |
| Tous les composants sont dans des emplacements identifiés | | * | |
| Pas d'effets humains visibles aux postes de travail | * | | |
| Tous les documents sont dans les emplacements | * | | |
| NETTOYER : 3ème S | Non | Oui | Observation |
| Absence totale des déchets sur le poste de travail | | * | |
| Absence de saleté sur le poste de travail | * | | |
| Absence de saleté sur le sol | * | | |
| Absence de saleté dans les boîtes de rangement et les contenants | * | | |
| STANDARDISER : 4ème S | Non | Oui | Observation |
| Le personnel est conscient des consignes. | | * | |
| Privilégier un management visuel | * | | |
| La zone est dotée d'un panneau 5S | * | | |
| Tout objet a son emplacement désigné | * | | |
| RESPECTER : 5ème S | Non | Oui | Observation |
| Le personnel porte la tenue spéciale aux postes (combinaisons, gants, masques...) | | * | |
| Les plans d'actions sont à jour et suivis | * | | |
| Pas de nourriture sur le lieu de travail | | * | |

La grille d'audit 5S a été remplie avant la mise en place des 3 premier S.

Après la réalisation de toutes ces étapes au sein de la zone de conditionnement, la différence a été bien constatée. L'organisation a été améliorée et approuvée par le personnel ainsi que par la hiérarchie de la société.

L'application de la méthode 5S a permis de construire un environnement de travail fonctionnel, régi par des règles simples précises et efficaces, et de mettre l'accent sur la propreté et la bonne organisation des postes de travail.

Nous présentons sur la figure IV.6, quelques photos de la zone de conditionnement après l'application des 5S.



Figure IV.6: situation après l'implantation des 5S

Le résultat de la mise en place des 5S était clair et bien apprécié par les opérateurs qui désormais disposent d'un lieu de travail propre et bien rangé. Cette nouvelle configuration va constituer un environnement sans risques d'accidents ni de perturbations lors des travaux de production.

Notre objectif ne se limite pas seulement à l'application des 5S dans la zone de conditionnement mais à l'ensemble de l'entreprise.

Après avoir initié la méthode des 5S dans la zone conditionnement, nous allons nous intéresser aux postes de travail afin d'améliorer le cadre de travail des opérateurs et ainsi augmenter le rendement.



IV.3.3. Etude ergonomique de la zone de conditionnement

IV.3.3.1. Analyse ergonomique des postes de travail

Il existe plusieurs normes internationales qui régulent l'ergonomie des postes de travail. Pour choisir celles qui s'adaptent à l'activité de Henkel Algérie nous avons effectué un benchmark des normes utilisées au niveau des unités de Henkel Monde. Cette recherche nous a permis de découvrir les différentes normes utilisées et de choisir celle qui correspond au mieux à l'activité de notre unité de production.

La norme que nous avons choisie est celle utilisée chez Henkel Egypte élaborée par La Commission Universitaire de Sécurité et Santé au Travail de Romande en Suisse (CUSSTR). Après avoir déterminé les différentes normes ergonomiques par rapport à la posture et l'aménagement, l'éclairage, le bruit et l'aération (voir annexe E), nous sommes passés à la vérification de ces normes dans la zone de conditionnement. De ce fait, nous avons réalisé la grille d'audit illustrée dans le tableau IV.5 pour diriger le travail et voir si les conditions répondent aux normes de l'ergonomie.

Tableau IV.5 : Check liste vérifiant les normes ergonomiques

|  <div style="text-align: center;"> <p>Check List</p> <p>Ergonomie des postes de travail</p> </div>  | | | |
|---|------------------------------|---|-----|
| Responsable : M. ZIANI. Samir | Date de l'audit : 14/05/2014 | réalisé par : Chinar ilyes Fethoum jugurta | |
| Environnement | | OUI | NON |
| L'éclairage est suffisant | | * | |
| Le bruit dépasse les limites acceptables | | | * |
| Le milieu de travail est propre | | | * |
| Le renouvellement d'air est suffisant | | * | |
| Commentaire : maintenir les 5S | | | |
| Posture et Aménagement | | OUI | NON |
| L'espace autour de l'opérateur est bien aménagé | | | * |
| Les objets sont manipulés à une hauteur se situant entre la mi-cuisse et les épaules | | | * |
| Commentaire : | | | |
| Chaise | | OUI | NON |
| Elle repose sur 5 points ? | | | * |
| Le siège est confort et ajustable | | | * |
| Commentaire : | | | |
| Manutention | | OUI | NON |
| Quand l'opérateur est debout, l'objet à soulever pèse-t-il moins de 23 Kg ? | | * | |
| Quand l'opérateur est assis, l'objet à manipuler pèse-t-il moins de 4,5 Kg ? | | | * |
| L'opérateur répète-t-il le même mouvement moins d'une fois toutes les 5 minutes ? | | * | |
| L'objet à manutentionner est de longueur <40 cm et de hauteur <30 cm ? | | * | |
| La manutention se fait à l'aide d'un chariot pour les objets les plus lourds ? | | * | |
| Commentaire : | | | |

IV.3.3.2. Actions d'amélioration

D'après cette étude, nous trouvons que les points qui ne répondent pas aux normes de l'ergonomie au niveau de la zone de conditionnement sont :

- Les chaises de la zone : Pour pallier à ce problème, nous recommandons d'apporter d'autres chaises répondants aux normes (voir annexe D).
- les tâches qui doivent se faire debout, nécessitent également une chaise simple ou un tabouret pour que l'opérateur puisse s'asseoir de temps à autres.

Dans la figure IV.7, nous présentons un exemple d'un opérateur qui travaille pendant 8 heures sans s'asseoir.



Figure IV.7 : exemple de poste non ergonomique

La fatigue des opérateurs se fait ressentir généralement dans les 2 dernières heures et sa quantification n'est pas une tâche facile.

IV.3.3.3. Evaluation du gain

En ce qui concerne l'impact de l'étude ergonomique des postes de travail, il est évident que la disposition correcte, les positions à adopter ainsi que les habitudes de travail saines ne peuvent qu'améliorer l'état d'esprit de l'opérateur, sa santé et la qualité du travail.

En ajustant l'environnement et en veillant à la santé et la sécurité du personnel, nous n'aurons que la possibilité d'augmenter l'efficacité du travail et ainsi d'améliorer la production.

- **Synthèse de la 2^{ème} partie**

Dans cette partie, nous avons initié et mis en place la méthode des 5S en commençant par former les opérateurs et managers aux principes et aux objectifs de cette méthode, puis nous sommes passés au rangement et nettoyage de la zone conditionnement. Ensuite, nous avons mis en place un système d'audit qui a permis de suivre l'état des 5S et d'élaborer des recommandations afin que les 5S perdurent et deviennent une nécessité.

Et pour finir, nous avons entamé une étude ergonomique des postes de travail en utilisant les normes ergonomiques de Henkel Egypte. Celle-ci a été effectuée en utilisant une grille d'audit qui découle des normes choisies.

IV.4. Troisième partie : Mise en place d'un processus créatif

Dans le cadre du projet Henkel challenge (Initiative de Henkel afin de créer un moyen pouvant faire bénéficier l'entreprise de la créativité de sa ressource humaine) dont le but est d'organiser une méthode ou processus qui permettra de recueillir les idées d'amélioration qui émanent des employés, nous avons élaboré une méthode qui permettrait de recueillir les idées qui répondent à une problématique de l'entreprise.

IV.4.1. Description du processus créatif proposé (Henkel Idea Boxes)

Au début, Henkel Algérie utilisait une approche fermée comme de nombreuses entreprises. Cette approche est caractérisée par le fait que l'entreprise est en possession de diverses idées sans savoir quoi en faire parce qu'elles ne répondent pas à une problématique de l'entreprise. C'est pour cela que nous avons construit une approche ouverte pour que l'entreprise puisse solliciter des idées en fonction de ses besoins. Nous avons proposé de mettre en place un concept que nous avons nommé **Henkel Idea Boxes** dont le but est de mobiliser les employés afin d'éliminer la non exploitation de la créativité (Le 8^{ème} MUDA).

Ce concept a pour objectif d'inciter l'émergence des idées en réponse à une problématique bien définie que rencontre un processus ou un poste de l'entreprise.

IV.4.2. Le principe du processus créatif (Henkel Idea Boxes)

Idea Boxes s'inscrit dans une approche ouverte, c'est-à-dire qu'il permettra de générer et de sélectionner les meilleures idées qui répondent à une problématique précise de l'entreprise. En effet, quand une initiative d'innovation est lancée au sein de l'entreprise, le responsable de l'initiative va ouvrir une Idea Boxes pour recueillir des idées sur les besoins particuliers de l'initiative (de la problématique) en explicitant très bien les besoins. Puis, tous les employés pourront consulter et soumettre leurs idées à l'une des boîtes créées.

Ensuite, les idées recueillies seront exposées sur un tableau où les employés peuvent les commenter afin de les améliorer et de voir celles qui suscitent le plus d'intérêt. Et ainsi, pouvoir choisir l'idée qui pourra répondre efficacement au problème posé.

Le but de cette initiative est d'encourager l'entreprise à organiser des concours d'idées avec des récompenses pour créer une sensibilisation et incitation à puiser dans la créativité de chaque individu afin de découvrir des compétences et talents cachés.

La figure IV.8 représente le déroulement du processus.

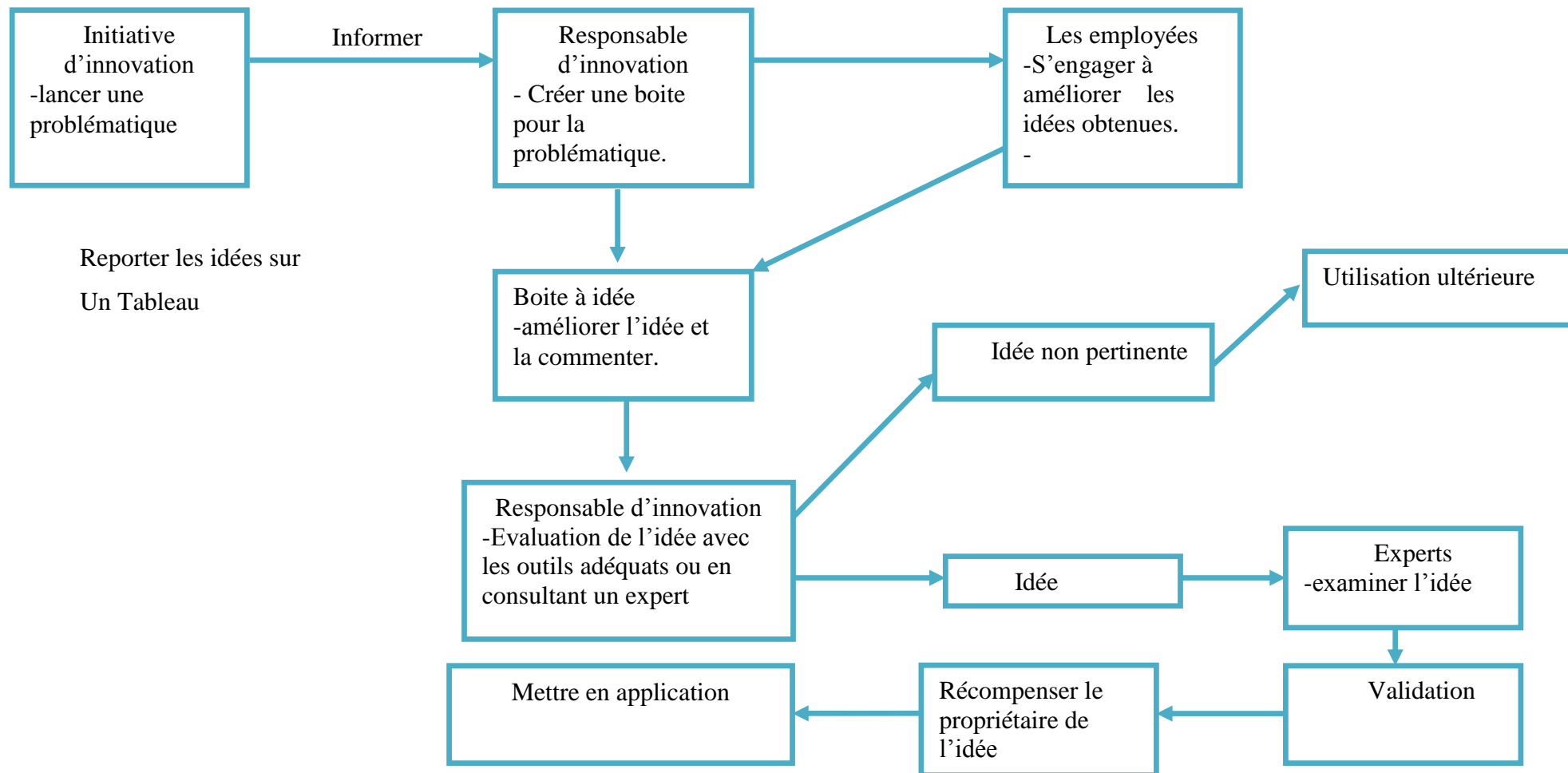


Figure IV.8 : déroulement du processus créatif

- **Synthèse de la 3^{ème} partie**

Le but de cette troisième partie est la mise en place d'un processus créatif permettant de générer des idées à partir d'une problématique de l'entreprise. Le but de ce processus créatif est de susciter la créativité des employés qui sont les plus aptes à trouver les solutions d'amélioration.

IV.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons expliqué les étapes de la mise en application des solutions et recommandations.

Nous avons en premier lieu identifié les caractéristiques requises pour le choix de la nouvelle souffleuse puis nous avons élaboré un schéma synoptique de l'unité de production.

En deuxième lieu, nous avons mis en place la méthode des 5S, ensuite nous avons entrepris une étude ergonomique des postes de travail afin d'améliorer la situation de l'atelier conditionnement et d'offrir un meilleur cadre de vie.

Enfin, nous avons élaboré un processus créatif que nous avons nommé Henkel Idea Boxes afin que l'entreprise puisse bénéficier de la créativité de ses employés.

Conclusion générale

Dans cette étude nous nous sommes intéressés à l'amélioration de la ligne de production Pril Isis de l'entreprise Henkel Algérie.

L'ouverture du marché économique Algérien a permis à celui-ci de connaître une certaine évolution ce qui a engendré une concurrence intense, ainsi une réduction des parts de marché Henkel Algérie

C'est dans ce cadre que Henkel Algérie nous a demandé de réaliser un diagnostic de sa ligne de production, dans le but d'identifier les anomalies et les dysfonctionnements, de les expliquer et de proposer à cet effet des solutions en vue d'améliorer la performance de production de Henkel Algérie.

Dans un premier lieu, nous nous sommes intéressés au processus de production afin de comprendre son mode de fonctionnement, ensuite nous avons élaboré une cartographie de la chaîne de valeur de la ligne de production Pril Isis avec l'outil VSM (Value Stream Mapping). Son élaboration passe par l'identification des processus et postes qui entrent en jeu dans la production du Pril Isis, puis l'identification des différents liens physiques et informationnels qui les relient, ensuite nous avons calculé les différentes informations que requière la VSM tel que le Temps de cycle, le TRG, le nombre d'opérateurs ainsi que le temps prit par chaque poste ou processus dans la fabrication du produit Pril Isis. Cette cartographie nous a permis d'identifier les processus et postes à valeur ajoutée des postes et processus à non-valeur ajoutée d'une part. Et d'autre part d'identifier la partie du processus qui présente une sous performance et qui s'avère être la partie conditionnement.

Après avoir ciblé cette partie, nous sommes passés à l'analyse du déroulement du processus conditionnement afin de comprendre l'origine les anomalies. Cette analyse nous a permis de calculer le temps pris pour une sortie fabrication d'un produit Pril Isis (temps de cycle) dans les bonnes conditions de travail. Cette information nous a révélé que le temps pris réellement dans la production est élevé par rapport à celui calculé, ce qui nous a amené à suivre l'évolution du TRG (Taux de rendement global).

Cet indicateur de performance nous a permis d'identifier le temps perdu dans la production ainsi que les causes de cette perte.

Nous avons ensuite reporté ces causes dans le diagramme d'Ishikawa (analyse horizontale) afin d'avoir une vision globale, puis nous lui avons appliqué la méthode des 5 Pourquoi ? (analyse verticale) dans le but de découvrir les causes racines de ces anomalies.

Par la suite, nous nous sommes penchés sur l'impact de ces anomalies sur la performance de la ligne de production Pril Isis, lesquels ont été chiffrées ensuite dans un tableau.

Ayant ciblé les causes, nous avons effectué des séances de brainstorming avec les cadres de l'entreprise afin de remédier aux anomalies.

Les résultats du brainstorming ont été satisfaisants et leur application a permis d'améliorer la performance de la ligne de production de 40% dépassant ainsi les objectifs de l'entreprise Henkel Algérie.

Le déploiement de la démarche Lean Manufacturing nécessite l'implication et l'adhésion de tout le personnel, y compris ceux du plus haut niveau de la hiérarchie. Et l'objectif du travail que nous avons mené au sein de Henkel Algérie ne se limite pas à la ligne Pril Isis, mais entend s'étendre aux autres lignes de productions de Bref Javel, Le chat et Isis Machine afin d'améliorer la performance globale de la production de Henkel Algérie. Néanmoins, notre travail a permis d'établir une plateforme (5S) favorisant la mise en application d'autres méthodes du Lean Manufacturing tel que le TPM et le management visuel. Ceci dans le but d'accroître les parts de marché de Henkel Algérie et ainsi s'offrir une place pérenne loin de la concurrence que connaît le marché Algérien des détergents.

Bibliographie

(Beadry, 2012) : Beadry.P., 2012, Les basiques du Lean Manufacturing Dans les PMI et ateliers technologiques, Edition Eyrolies.Paris.

(Buffrene, 2006) : Buffrene.J., 2006, Améliorer la performance des ressources de la production par la TPM [29].Editions WEKA. Tribune de l'industrie.

(Clavi et al, 2001) : Clavi.R, Ledain.M, Harbi.S, 2001, Le pilotage des partenariats Client Fournisseur dans l'industrie, Revue Française de Gestion Industrielle, N°19, PP.5-15.

(Christophe, 2013): Christophe R., 2013, le Lean Manufacturing, les secrets de votre entreprise.

(Courtois et al, 2003) :Courtois.A, Martin-Bonnefous.C et Pillet.M., 2003, Gestion de production, Les éditions d'organisation.

(Christian, 2003): Christian.H., 2005, Guide pratique des 5S et du management visuel ,2ème édition.

(Crusster ,2005) : Commission Universitaire de Sécurité et Santé au Travail Romande, 2005, Ergonomie, Aménagement des postes de travail.

(Geaoge et al, 2005) :Geaoge.M, Rowlands.D et Kastle.B., 2005, Qu'est-ce que le Lean Sigma, Maxima.

(Gallaire, 2008) : Gallaire J.M., 2008, les outils de la performance industrielle, éditions d'organisation Groupe Eryolles, Paris.

(Garnier, 2012) : Garnier.K., 2012, la value Stream Mapping, un outil de représentation des procédés et de Réflexion pour l'amélioration Lean appliqué à l'industrie pharmaceutique, Thèse de Doctorat, Département : pharmacie. Université Joseph Fourier de Grenoble, Grenoble.

(Krebs, 2010):Krebs.B.,2010,Le livre blanc de la supply chain.

(Kombe et al, 2006) : Kombe T., Efaga E.D., Ndzana B., Niel E., Efficience d'un système bâti sur le TRS global par poursuite du diagramme de fiabilité [02(2) (2006) 198– 211], Afrique Science.

(Keyte et Locher, 2004): B.Keyte et D.Locher., 2004, The Complet Lean Entreprise, Productivity Press.

(Lorino ,2001) : Lorino.P., 2001, Méthodes et pratiques de la performance, Editions d'Organisation, Paris.

(Musat et Rodríguez, 2010) :Musat.D et Rodríguez.P., (2010), Value Stream Mapping integration in Software Product Lines,Proceedings of the 11th International Conference on Product Focused Software. New York.

(Sidibe et Tata, 2006) : Sidibe I. et Tata N., 2006, Contribution à la mise place d'un bureau méthode à la raffinerie de sucre (CEVITAL, Bejaia), Mémoire de Projet de Fin d'Etude d'Ingénieur, Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique.

(Womack et Jones, 1990): Womack.J, Jones.D., 1990, le système qui va changer le monde.Dunod.

(Womack et Jones, 1996): Womack.J, Jones.D.,1996, Lean Thinking, Free Press.

(Womak et Jones, 2005) :Womak.J, Jones.D., 2005, Système Lean : penser l'entreprise au plus juste, Pearson éducation France.

Webographie

(WEB 1) : <http://www.henkel.com/about-henkel/>,consulté le 03/04/2014 à 15 :00.

(WEB 2) :<http://chohmann.free.fr/lean/index.html>,consulté le 09/05/2014 à 10:00.

(WEB 3) :<http://evalconsulting.free.fr/ergonomie.php>,consulté le 15/05/2014 à 22 :00

ANNEXES

| | |
|--|-----|
| Annexe A : VSM de l'état actuel..... | 114 |
| Annexe B : Les données du TRG..... | 115 |
| Annexe C : Les temps d'arrêts | 117 |
| Annexe D : PID schéma synoptique..... | 120 |
| Annexe E : Les normes d'ergonomie..... | 121 |
| Annexe F : Amélioration des temps d'arrêts | 124 |
| Annexe G : VSM de l'état future | 125 |
| Annexe H : La structure matérielle..... | 126 |

Annexe B : les données du TRG

| Date | Equipe | Temps d'équipe | Nombre de produit | Cadence | TRG réelle | TRG objectif |
|------------|--------|----------------|-------------------|---------|------------|--------------|
| 01/03/2014 | M | 480 | 32256 | 135 | 49,8% | 77% |
| 01/03/2014 | AM | 480 | 45360 | 135 | 70,0% | 77% |
| 01/03/2014 | N | 480 | 52416 | 135 | 80,9% | 77% |
| 02/03/2014 | M | 480 | 39312 | 135 | 60,7% | 77% |
| 02/03/2014 | AM | 480 | 47376 | 135 | 73,1% | 77% |
| 02/03/2014 | N | 480 | 52416 | 135 | 80,9% | 77% |
| 03/03/2014 | M | 480 | 28224 | 135 | 43,6% | 77% |
| 03/03/2014 | AM | 480 | 39312 | 135 | 60,7% | 77% |
| 03/03/2014 | N | 480 | 50432 | 135 | 77,8% | 77% |
| 04/03/2014 | M | 480 | 22176 | 135 | 34,2% | 77% |
| 04/03/2014 | AM | 480 | 38304 | 135 | 59,1% | 77% |
| 04/03/2014 | N | 480 | 48384 | 135 | 74,7% | 77% |
| 05/03/2014 | M | 480 | 27216 | 135 | 42,0% | 77% |
| 05/03/2014 | AM | 480 | 33264 | 135 | 51,3% | 77% |
| 05/03/2014 | N | 480 | 40320 | 135 | 62,2% | 77% |
| 06/03/2014 | M | 480 | 29232 | 135 | 45,1% | 77% |
| 06/03/2014 | AM | 480 | 18144 | 135 | 28,0% | 77% |
| 06/03/2014 | N | 480 | 37296 | 135 | 57,6% | 77% |
| 07/03/2014 | M | 480 | 35280 | 135 | 54,4% | 77% |
| 07/03/2014 | AM | 480 | 4032 | 135 | 6,2% | 77% |
| 07/03/2014 | N | 480 | 25380 | 135 | 39,2% | 77% |
| 08/03/2014 | AM | 480 | 25200 | 135 | 38,9% | 77% |
| 08/03/2014 | N | 480 | 25200 | 135 | 38,9% | 77% |
| 08/03/2014 | M | 480 | 27216 | 135 | 42,0% | 77% |
| 09/03/2014 | AM | 480 | 35200 | 135 | 38,9% | 77% |
| 09/03/2014 | N | 480 | 24300 | 135 | 37,5% | 77% |
| 09/03/2014 | M | 480 | 22176 | 135 | 34,2% | 77% |
| 10/03/2014 | AM | 480 | 25198 | 135 | 38,9% | 77% |
| 10/03/2014 | N | 480 | 29232 | 135 | 45,1% | 77% |
| 10/03/2014 | M | 480 | 29232 | 135 | 45,1% | 77% |
| 11/03/2014 | AM | 480 | 20160 | 135 | 31,1% | 77% |
| 11/03/2014 | N | 480 | 25200 | 135 | 38,9% | 77% |
| 11/03/2014 | M | 480 | 46368 | 135 | 71,6% | 77% |
| 12/03/2014 | AM | 480 | 27216 | 135 | 42,0% | 77% |
| 12/03/2014 | N | 480 | 26208 | 135 | 40,4% | 77% |
| 12/03/2014 | M | 480 | 0 | 135 | 0,0% | 77% |
| 13/03/2014 | AM | 480 | 0 | 135 | 0,0% | 77% |
| 13/03/2014 | N | 480 | 21168 | 135 | 32,7% | 77% |
| 13/03/2014 | M | 480 | 32256 | 135 | 49,8% | 77% |
| 14/03/2014 | AM | 480 | 20585 | 135 | 31,8% | 77% |
| 14/03/2014 | N | 480 | 24192 | 135 | 37,3% | 77% |
| 14/03/2014 | M | 480 | 25200 | 135 | 38,9% | 77% |
| 15/03/2014 | AM | 480 | 38304 | 135 | 57,0% | 77% |
| 15/03/2014 | N | 480 | 27216 | 135 | 42,0% | 77% |
| 15/03/2014 | M | 480 | 37296 | 135 | 57,6% | 77% |
| 16/03/2014 | AM | 480 | 30240 | 135 | 46,7% | 77% |
| 16/03/2014 | N | 480 | 22176 | 135 | 34,2% | 77% |
| 16/03/2014 | M | 480 | 34272 | 135 | 35,5% | 77% |
| 17/03/2014 | AM | 480 | 25987 | 135 | 40,1% | 77% |
| 17/03/2014 | N | 480 | 27216 | 135 | 42,0% | 77% |
| 17/03/2014 | M | 480 | 16128 | 135 | 24,9% | 77% |
| 18/03/2014 | AM | 480 | 14112 | 135 | 21,8% | 77% |
| 18/03/2014 | N | 480 | 16128 | 135 | 24,9% | 77% |
| 18/03/2014 | M | 480 | 23184 | 135 | 35,8% | 77% |
| 19/03/2014 | AM | 480 | 18144 | 135 | 28,0% | 77% |
| 19/03/2014 | N | 480 | 24192 | 135 | 37,3% | 77% |

| | | | | | | |
|------------|----|-----|-------|-----|-------|-----|
| 19/03/2014 | M | 480 | 31248 | 135 | 48,2% | 77% |
| 20/03/2014 | AM | 480 | 25200 | 135 | 38,9% | 77% |
| 20/03/2014 | N | 480 | 22176 | 135 | 34,2% | 77% |
| 20/03/2014 | M | 480 | 41328 | 135 | 63,8% | 77% |
| 21/03/2014 | AM | 480 | 27216 | 135 | 42,0% | 77% |
| 21/03/2014 | N | 480 | 25200 | 135 | 38,9% | 77% |
| 21/03/2014 | M | 480 | 23184 | 135 | 35,8% | 77% |
| 22/03/2014 | AM | 480 | 26208 | 135 | 40,4% | 77% |
| 22/03/2014 | N | 480 | 26208 | 135 | 40,4% | 77% |
| 22/03/2014 | M | 480 | 18144 | 135 | 28,0% | 77% |
| 23/03/2014 | AM | 480 | 33264 | 135 | 51,3% | 77% |
| 23/03/2014 | N | 480 | 25205 | 135 | 38,9% | 77% |
| 23/03/2014 | M | 480 | 22176 | 135 | 34,2% | 77% |
| 24/03/2014 | AM | 480 | 19152 | 135 | 29,6% | 77% |
| 24/03/2014 | N | 480 | 27216 | 135 | 42,0% | 77% |
| 24/03/2014 | M | 480 | 27216 | 135 | 42,0% | 77% |
| 25/03/2014 | AM | 480 | 9072 | 135 | 29,4% | 77% |
| 25/03/2014 | N | 480 | 13104 | 135 | 20,2% | 77% |
| 25/03/2014 | M | 480 | 21168 | 135 | 32,7% | 77% |
| 26/03/2014 | AM | 480 | 24192 | 135 | 37,3% | 77% |
| 26/03/2014 | N | 480 | 27216 | 135 | 42,0% | 77% |
| 26/03/2014 | M | 480 | 25200 | 135 | 38,9% | 77% |
| 27/03/2014 | AM | 480 | 20160 | 135 | 31,1% | 77% |
| 27/03/2014 | N | 480 | 42336 | 135 | 29,0% | 77% |
| 27/03/2014 | M | 480 | 28224 | 135 | 43,6% | 77% |
| 28/03/2014 | AM | 480 | 24192 | 135 | 37,3% | 77% |
| 28/03/2014 | N | 480 | 44272 | 135 | 52,9% | 77% |
| 28/03/2014 | M | 480 | 25120 | 135 | 23,3% | 77% |
| 29/03/2014 | AM | 480 | 27852 | 135 | 43,0% | 77% |
| 29/03/2014 | N | 480 | 26852 | 135 | 41,4% | 77% |
| 29/03/2014 | M | 480 | 25180 | 135 | 38,9% | 77% |
| 30/03/2014 | AM | 480 | 20580 | 135 | 31,8% | 77% |
| 30/03/2014 | N | 480 | 25780 | 135 | 39,8% | 77% |
| 30/03/2014 | M | 480 | 24859 | 135 | 38,4% | 77% |

| Réglage étiquetteuse | Réglage cartonneuse | Réglage Domino | Réglage convoyeur | reg visseuse,bouchonn | reg remplisseuse | reg Scotcheuse | reg paletiseur | reg ETT ,positim | Panne étiquetteuse | Panne cartonneuse | Panne Domino | panne convoyeur | Panne Visseuse,bouchonn | Panne Remplisseuse | Panne Scotcheuse | Panne Paletiseur | panne ETT | baisse de cadence (niveau produit) | Arret prog par la maint | bourage positim,balance,pale |
|----------------------|---------------------|----------------|-------------------|-----------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|--------------------|-------------------|--------------|-----------------|-------------------------|--------------------|------------------|------------------|-----------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| 25 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 40 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 | 0 | 0 | 40 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 150 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 |
| 20 | 0 | 0 | 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 20 | 0 | 0 | 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 150 |
| 20 | 0 | 0 | 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 150 |
| 20 | 0 | 0 | 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| 15 | 0 | 0 | 20 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| 30 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| 15 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 0 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 0 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|-----|---|---|----|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 360 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 30 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 165 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 40 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 40 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 40 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 40 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 40 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 40 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 40 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|---|---|---|---|---|-----|
| 40 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 40 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 60 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 45 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 45 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 45 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 45 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 25 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 |
| 45 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 25 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 45 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 25 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 45 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 25 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 45 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 25 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 45 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 25 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Norme d'ergonomie

Source : La CUSSTR, Aménagement générale des postes de travail

1. L'environnement de travail

1.1. Eclairage : Le niveau d'éclairage est le flux lumineux reçu par une surface et s'exprime en lux. Dans les zones occupées de façon continue, l'éclairage à maintenir ne doit pas être inférieur à 200 lux.

1.2. Bruit : Le bruit est un son ou un « ensemble de sons qui se produisent en dehors de toute harmonie régulière ». Le bruit possède des caractéristiques physiques précises, il est aussi défini par la sensation qu'il engendre, un son interprété comme désagréable ou gênant. Pour une journée de travail (8 heures) on considère que l'ouïe est en danger à partir de 85 dB, et autant que le bruit devient supérieur, l'exposition doit être de plus courte durée.

1.3. Aération : Les conditions à vérifier pour une sensation de bien-être optimale sont :

- **Température :** entre 19 et 21°C ;
- **Humidité :** entre 30 et 50 %
- **Renouvellement d'air** de 25m³ par heure par occupant.

2. Posture et aménagement :

Au cours de son intervention au niveau de la ligne, l'opératrice effectue la plus grande partie de son travail en position debout. Afin d'assurer une bonne position du corps on doit respecter les règles suivantes :

- **L'espace autour de l'opérateur :** il doit être bien aménagé.
- **La hauteur du plan de travail :** il faut éviter une hauteur inférieure à la mi-cuisse et le travail au-dessus des épaules.
- **La hauteur du coude de l'opérateur :** elle doit correspondre à la hauteur du plan de travail.

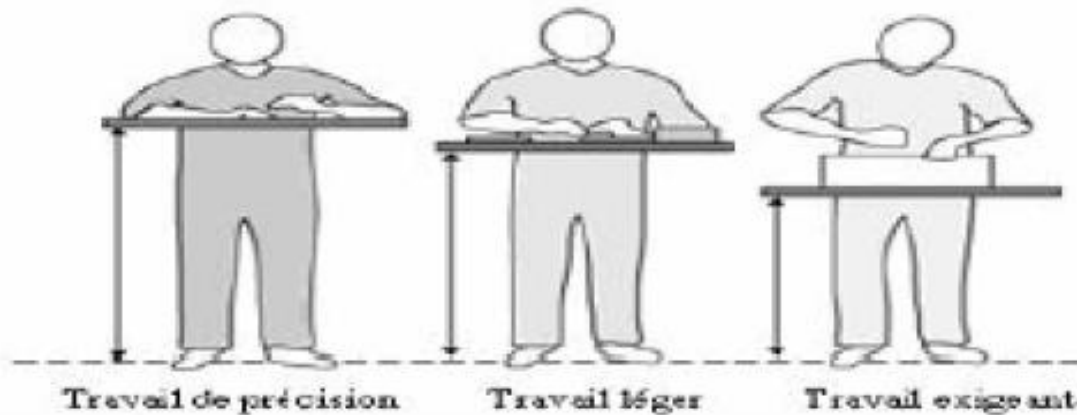


Figure A.1 : La hauteur de travail optimale

Tableau A.1 : les hauteurs des plans de travail optimal

| 94-109 cm | 86-94 cm | 71-89 cm |
|---|---|---|
| Travail de précision : de 5 à 10 cm Plus haut que la hauteur des coudes. | Travail léger : de 5 à 10 plus bas que la hauteur des coudes. | Travail exigeant : de 5 à 10 cm plus bas que la hauteur des coudes. |

Le poids des objets à manipuler : on doit entreposer les objets lourds à la hauteur de la taille.

3. Chaise :

Les chaises sont très utilisées au niveau de POWERSO essentiellement pour faire les contrôles sur les différents équipements. En effet l'opératrice doit rester en position assise d'une manière constante et prolongée. Et donc c'est une activité particulière et complexe qui nécessite un modèle de chaise adapté qui va convenir à tout le monde. Les caractéristiques d'une chaise ergonomique sont :

- La stabilité : la chaise doit reposer au moins sur 5 points pour permettre un appui suffisant ;
- Doit être réglable en hauteur ainsi que vers l'avant et vers l'arrière.
- Le siège de la chaise doit :
 - Être ajustable en hauteur ;
 - Avoir une plage minimale de réglage de 35 à 51 cm du sol ;
 - Avoir une largeur minimale de 38 cm en fonction des exigences personnelles ;
 - Être Revêtu d'un tissu rugueux et souple.
- Le dossier doit être :
 - Réglable verticalement, et également vers l'avant et l'arrière
 - Avoir une inclinaison variable entre 95° et 110° ;
 - Avoir un bon appui lombaire.

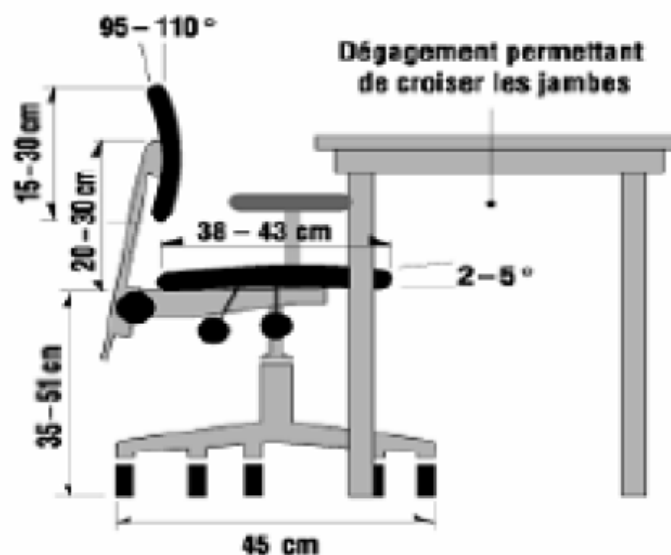


Figure A.2 : les caractéristiques d'une chaise ergonomique

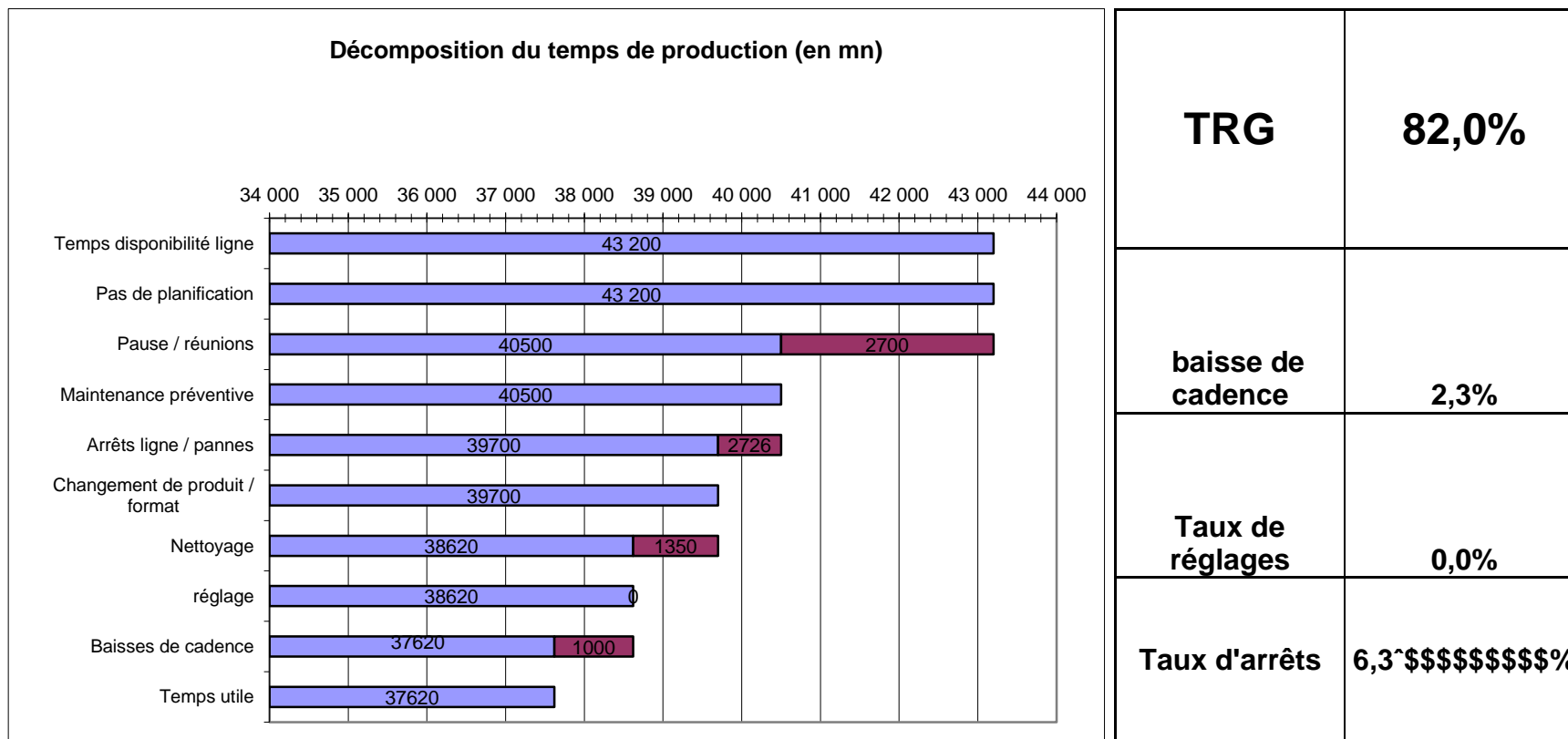


Figure F : Amélioration des temps d'arrêts.
 Tableau F : Améliorations des temps d'arrêts et TRG.



Annexe H.1 : Souffleuse ASB



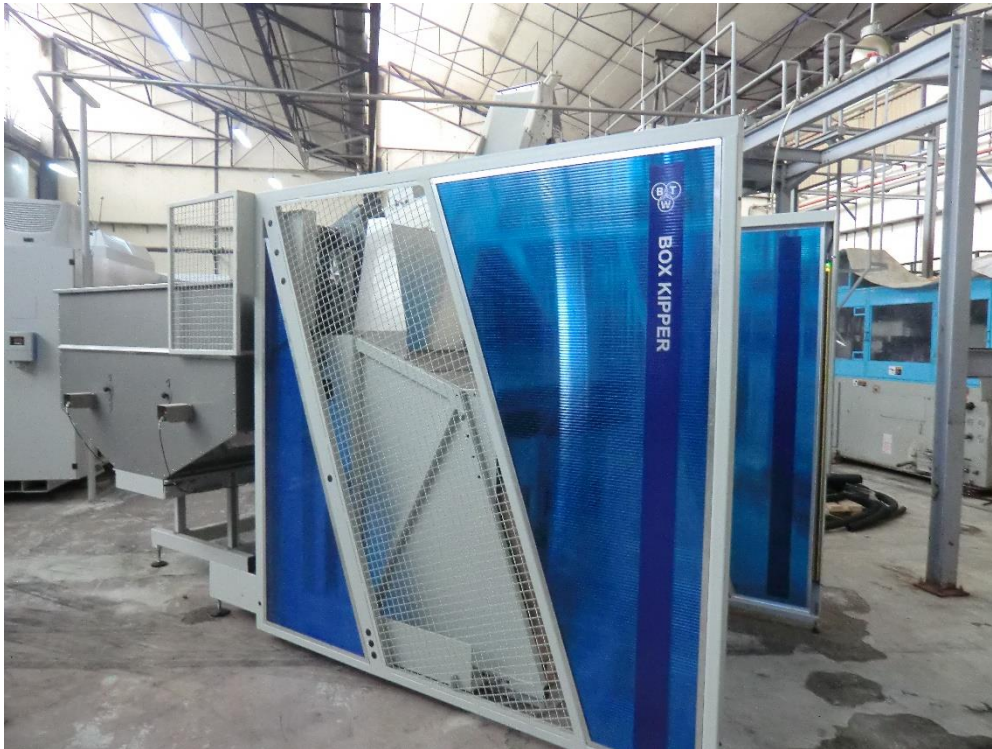
Annexe H.2 : Pompe dynamique



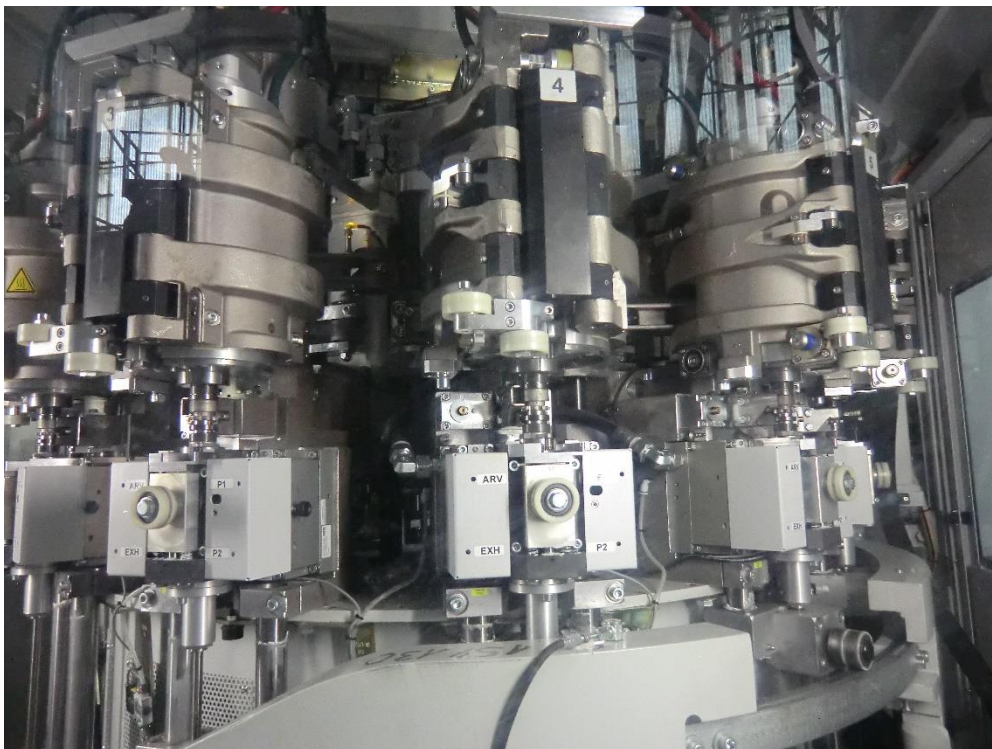
Annexe H.3 : Machine Posimat



Annexe H.4 : Mélangeur



Annexe H.5 : Box Kipper de la KHS anti chute de préformes



Annexe H.6 : les moules de la KHS