

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

Analyse du rendement de la ligne bouteille

Lieu : Société laitière CHERGUI

Référence : 19/17GI

Préparé par :

- AMRI Omar
- HOUMMADA Amin

Soutenu le 08 Juin 2017 devant le jury composé de :

- Pr N. El Ouazzani (Encadrant FST)
- Pr I. Tahri (Examineur)
- Pr. I. Tajri (Examinatrice)
- Mr.A.Mansourri (Encadrant Société)

AVANT-PROPOS

Dans le cadre de notre cursus de formation, nous sommes amenés à effectuer un stage de fin d'étude qui nous permettra d'enrichir notre formation pratique.

Le présent travail est le fruit du stage effectué au **DOMAINE DOUIET OUED N'JA (CHERGUI)**.

Ce stage nous a permis de découvrir le monde professionnel, il a été une bonne occasion pour faire un pas dans le monde de travail et de savoir ce que ce dernier nous réserve.

Il a été aussi un milieu d'apprentissage, d'épanouissement et d'ouverture sur les autres.

DÉDICACE

Nous offrons ce modeste travail :

A nos chers parents, Aucune dédicace ne pourra faire témoin de notre profond amour, notre immense gratitude et notre plus grand respect à votre égard.

On n'oubliera jamais la tendresse et l'amour dont vous nous avez entourés depuis notre enfance.

A toute nos familles, frères et sœurs, pour leur soutien moral.

A tous nos amis, et à tous ceux qu'on aime et à toutes les personnes qui nous ont encouragés durant cette formation.

A nos chers enseignants sans exception. A tous les membres de la direction de la FST de Fès. A tous le personnel du DOMAINE DOUIET OUED

N'JA.

A tous les étudiants de la FST. A ceux qui nous sont chers.

REMERCIEMENTS

Avant tout louange à Dieu.

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier vivement le **DOMAINE DOUIET** de nous avoir bien accueillis.

Que le professeur **EL OUAZZANI Nabih** qui a dirigé et guidé ce travail avec toute compétence et patience trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude et nos sentiments de respect les plus distingués. Nous devons témoigner du grand plaisir que nous avons eu à travailler avec lui et avouer que nous avons beaucoup appris auprès de lui. Ses critiques constructives et son aide morale étaient indispensables à la réalisation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du service production du Domaine Oued N'ja.

Nous tenons à présenter notre profonde gratitude à **Monsieur Ahmed MANSSOURI** notre encadrant de stage pour sa disponibilité et de nous faire partager ses connaissances, son expérience et son savoir-faire.

Que messieurs les membres du jury trouvent ici l'expression de nos reconnaissances pour avoir accepté de juger notre travail.

Que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail trouvent l'expression de nos remerciements les plus chaleureux.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	10
----------------------------	----

CHAPITRE 1: PRESENTATION DE LA SOCIETE

I. Domaine Agricoles.....	12
II. Historique.....	12
III. Usine Oued N'ja.....	13
1. Présentation générale.....	13
2. Organigramme	15
IV. Procédé de fabrication des produits laitiers.....	15
1. Réception du lait.....	15
2. Refroidissement et stockage	16
3. Thermisation.....	16
4. Standardisation	16
5. Pasteurisation.....	16
6. Maturation.....	17
7. Conditionnement.....	17
8. Stockage / Expédition.....	17
V. Présentation de la technologie laitière	17
1. Définition industrielle du lait.....	17
2. Caractéristiques du lait	18

CHAPITRE 2 : PERFORMANCE DE LA LIGNE BOUTEILLE

I. Définition du périmètre d'étude.....	20
1. Problématique.....	20
2. Présentation de la ligne bouteille.....	20

a. Aspect personnel.....	21
b. Aspect machine.....	21
3. Etapes de production.....	22
II. Démarche suivie pour l’analyse de la problématique.....	24
1- Suivi du taux de rendement synthétique.....	24
2- Démarche d’étude.....	25
3- Fiche d’enregistrement performance.....	25
4- Méthode de calcul du TRS	27
5- Diagramme de PARETO.....	29

CHAPITRE 3 : ANALYSE ET TRAITEMENT

I. Analyse des mesures obtenus.....	31
1. Résultat du suivi.....	31
2. Traitement des résultats.....	33
II. TPM : Total productive maintenance.....	36
1. Présentation de la TPM	36
2. La mise en œuvre de la TPM	37
III. Réduction du temps de réglage “SMED”.....	38
1. Présentation de la méthode “SMED”.....	38
2. La démarche.....	39
Conclusion générale.....	41
Référence bibliographie.....	43

LISTE DES FIGURES

Numéro de la figure	Titre de la figure
Figure 1	Chronologie des domaines agricoles
Figure 2	Organigramme de l'usine Ouad N'ja
Figure 3	Principe de la ligne bouteilles
Figure 4	Étapes de production
Figure 5	Décomposition du temps d'ouverture
Figure 6	L'évolution mensuelle du taux de rendement synthétique pour la ligne bouteilles
Figure 7	diagramme PARETO des arrêts survenus sur la ligne bouteilles
Figure 8	Etape d'élaboration de la méthode SMED

LISTE DES TABLEAUX

Numéro du tableau	Titre du tableau
tableau 1	Caractéristique physique du lait de vache
tableau 2	Différents type d'arrêt
tableau 3	Rapport du suivi mensuel du taux de rendement synthétique
tableau 4	Pourcentage des différents arrêts au niveau de la ligne bouteilles

LISTE DES ABRÉVIATIONS

L'abréviation	Sa signification
H.A.C.C.P	Hazard Analysis Critical Control Point
ISO	International Organization for Standardization
MG	Matière grasse
MAP	Matière azotée protéique
MP	Matière première
pH	Potentiel hydrogène
HDPE	High-density polyethylene
TRS	Taux du rendement synthétique
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPM	Total productive maintenance

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis quelques années, les entreprises sont confrontées à des variations de marché très rapides et à une concurrence très rude. Pour résister, la qualité des produits fabriqués doit être sans reproche et au meilleur prix.

La consommation des produits laitiers est évidente pour chaque individu, et puisque nous sommes dans un stade où l'offre est supérieure à la demande, la qualité reste le seul critère sur lequel le consommateur peut se baser pour choisir un meilleur produit et pour atteindre le meilleur taux de qualité, il est nécessaire de travailler dans les meilleures conditions. Un arrêt fortuit de quelques minutes a pour conséquence une perte importante de production. C'est pour cela la maîtrise du système de production a toujours constitué le souci majeur des industries. Ceci passe incontestablement par une maîtrise et maintenance de ses équipements.

Le but principal de notre stage était la réduction des coûts et l'augmentation de la qualité afin d'améliorer le rendement la ligne de production appelée «SERAC 2».

Ce projet de fin d'étude sera articulé en trois chapitres:

Le premier chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise d'accueil, ainsi que la technologie laitière. Le deuxième chapitre est articulé autour de la présentation de la ligne bouteille et la démarche suivie pour l'analyse de la problématique. Le troisième propose des solutions pour résoudre cette problématique rencontrée.

*CHAPITRE 1 : PRÉSENTATION DE
LA SOCIÉTÉ*

I. DOMAINES AGRICOLES

Le groupe « les Domaines Agricoles », anciennement appelé « Domaines Royaux », est une société privée, créée en 1960 et présente sur l'ensemble des régions agricoles du Maroc avec de nombreux sites de production. Les Domaines constituent un des principaux producteurs - exportateurs de fruits et légumes au Maroc. Ils proposent une gamme de produits très larges destinées tant au grand public qu'aux professionnels.

Sur une superficie de plus de 12 000 hectares d'exploitations agricoles, des centaines de produits et avec un chiffre d'affaires annuel estimé à 1,5 milliard de dirhams dont les deux-tiers sont destinés à l'exportation, notamment des agrumes. Le groupe emploie 2000 salariés dont 200 cadres, qui ont pour mission :

- ✚ La production.
- ✚ La transformation.
- ✚ La commercialisation des produits.

Les Domaines sont considérés comme les champions nationaux en matière d'agriculture et d'agroalimentaire.

II. HISTORIQUE

L'évolution des domaines agricoles a connu des améliorations importantes dès son apparition jusqu'à l'année 2010. Ses améliorations sont représentées selon la chronologie suivante (figure 1).

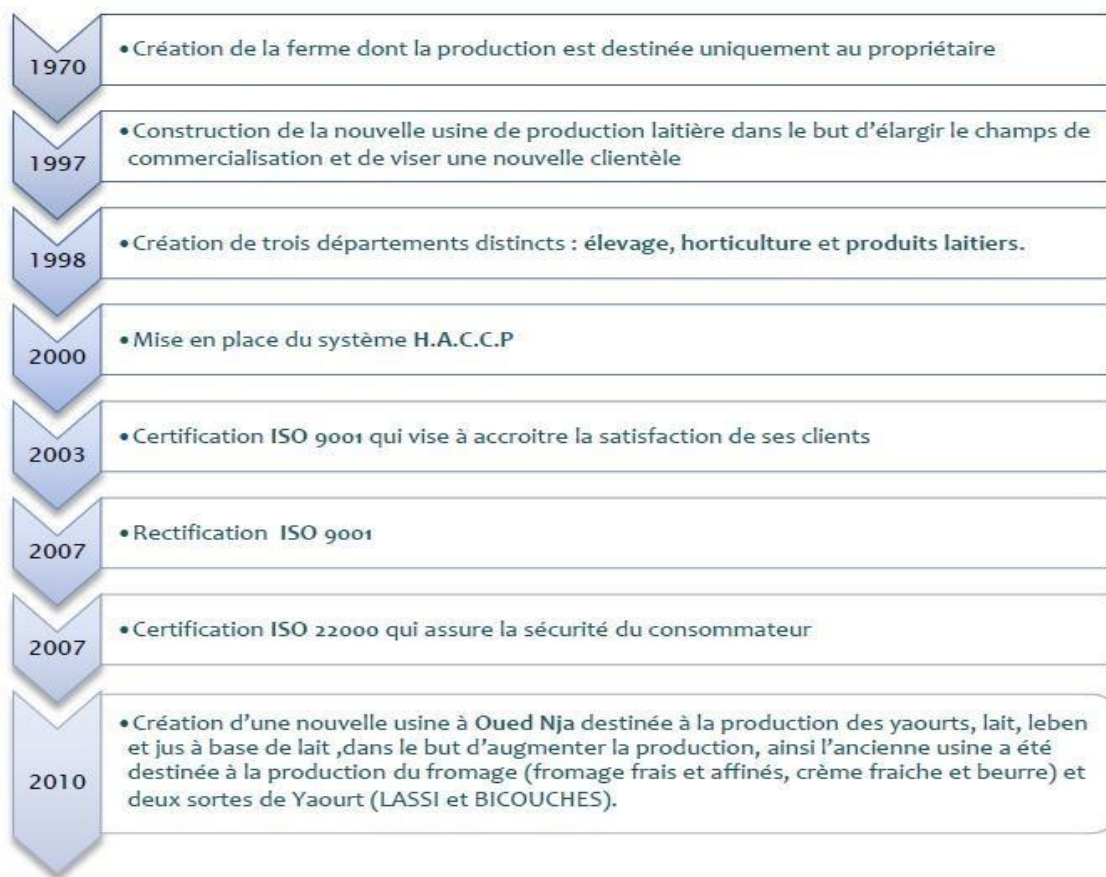


Figure1 : chronologie des Domaines agricoles

III. USINE OUED N'JA

1- PRESENTATION GENERALE

Le groupe des domaines agricoles a décidé d'implanter une nouvelle unité à Oued Nja dans le but d'augmenter la production et de diversifier ses produits, vu que l'ancienne usine de transformation laitière Douiet a une capacité de production insuffisante qui ne permet pas de satisfaire les besoins croissants des consommateurs.

L'usine Oued N'ja est doté d'une infrastructure pour assurer la conformité des produits aux exigences des clients, qui est constituée de :

- **Service laboratoire** : composé d'un laboratoire d'autocontrôle microbiologique et physico-chimique pour le contrôle de qualité des produits tout au long de la chaîne de production.

- **Service maintenance** : chargé de toutes les réparations au sein de l'usine afin d'assurer le bon déroulement de la production ainsi que le bon fonctionnement des équipements,
- *Un magasin* : d'une superficie de 800m² pour le stockage des matières premières : lait en poudre, arômes, fruits, sucre, cartons, pots en plastique.
- *une salle d'extrusion* : pour la fabrication des bouteilles
- *Une salle de reconstitutions* : pour la préparation des mix et l'ajout d'additifs.
- *Une salle de process* : elle inclue les cuves de stockage, de maturation et tampon, les autoclaves et les écrémeuses,
- *une salle de conditionnement* : pour la transformation du lait, composée de trois lignes de production d'une capacité de 60.000litres/jour :
 - ✓ **Ligne carton:** Lait pasteurisé (entier et écrémé) et Leben (nature raïb aromatisé et beldi).
 - ✓ **Ligne yaourt:** Yaourt fermé (nature, chèvre et aromatisé), Yaourt brassé fruités et Yaourt crémeux (aromatisés).
 - ✓ **Ligne bouteille:** Jus de fruits lacté et yaourt à boire fruité (vanille, fraise, avocat, pêche et amande).
- Des chambres froides pour le stockage des produits finis.
- Des chambres chaudes pour la maturation des produits.
- Une centrale des utilités : pour la production de la vapeur, l'eau glacée et l'air comprimé.
- Des camions de ravitaillements des zones.
- Des équipements informatiques.
- Des équipements de communication (téléphones, fax, radio, Email.....).

2- ORGANIGRAMME

L'organigramme de la figure 2 illustre la structure des niveaux hiérarchiques et fonctionnels de l'usine Oued Nja.

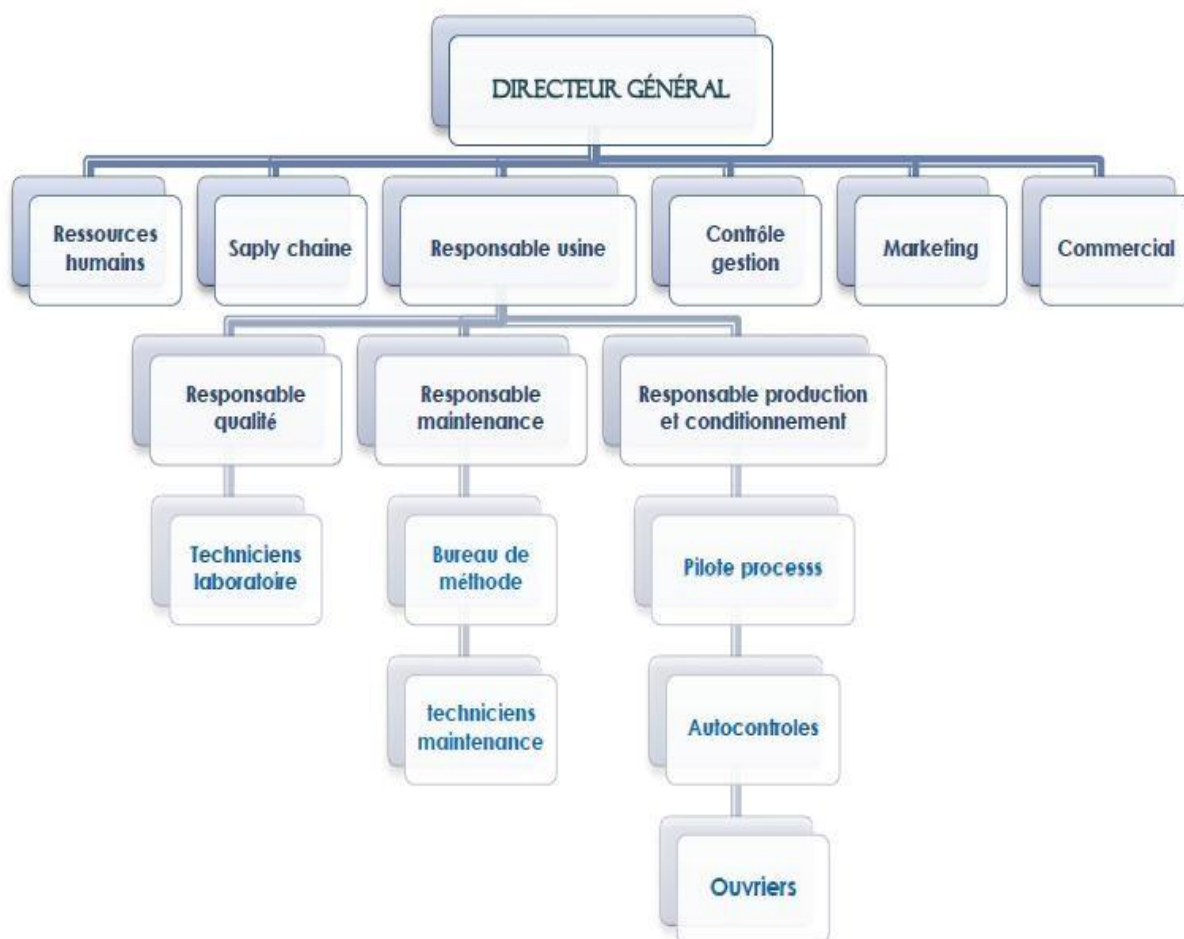


Figure 2 : Organigramme de l'usine Oued N'ja

IV-Procédé de fabrication des produits laitiers

1- RÉCEPTION DU LAIT

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

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

2- REFROIDISSEMENT ET STOCKAGE

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

3- THERMISATION

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

4- STANDARDISATION

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

5- PASTEURISATION

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

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

6- MATURATION

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

- Streptococcus thermophilus
- Lactobacillus bulgaricus

7- CONDITIONNEMENT

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

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

8- STOCKAGE / EXPÉDITION

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

V. PRÉSENTATION DE LA TECHNOLOGIE LAITIÈRE

1- DÉFINITION INDUSTRIELLE DU LAIT

Le lait est un liquide blanc mat, légèrement visqueux, dont la composition et les caractéristiques physico-chimiques varient sensiblement selon les espèces animales, et même selon les races. Ces caractéristiques varient également en fonction de la période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite ou de l'allaitement, et d'un point de vue réglementaire il est défini comme suit :

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement, ne pas contenir de colostrum et conserver sa saveur agréable.

Selon la Réglementation Marocaine (Décret N°2-00-425 du 7 décembre 2000 relatif au contrôle de la production et de la commercialisation du lait et produits laitiers) :

- Le lait est le produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ou soustraction.
- La dénomination de lait, sans autre indication est réservée au lait de vache.
- Pour tout autre lait, cette dénomination doit être accompagnée de l'indiction bien apparente de l'espèce animale dont il provient.
- Le colostrum est le produit éliminé par la mamelle pendant les 7 jours de la mise bas.

2- CARACTÉRISTIQUES DU LAIT

Sur le plan physique, le lait est une suspension (matières azotées) et une émulsion (matières grasses), possède les caractéristiques suivantes :

Paramètres	Valeurs
Ph	6,5 à 6,6
Point de congélation	-0.57°C
Acidité	16 à 18°D
Chaleur spécifique à 15°C	0.940 cal/g °C
Activité d'eau	0.995
Viscosité dynamique à 25°C	2.20 Cp
Conductivité électrique à 25°C	45*10 ⁻⁴ Ms
Densité Lait entier	1,032
Densité Lait écrémé	1,036

Tableau 1 : Caractéristiques physiques de lait de vache

*CHAPITRE II : PERFORMANCE DE LA
LIGNE BOUTEILLE*

I-Définition du Périmètre d'étude :

1- PROBLÉMATIQUE

la problématique rencontrée c'est que le rendement de la ligne des bouteilles «Serac 2» est très faible par rapport aux autres lignes; nous allons essayer de présenter la ligne concernée d'une manière un peu détaillée puis on explique la démarche qu'on a suivie pour analyser et traiter cette problématique.

L'étude est réalisée sur la ligne bouteille. Elle est dédiée au conditionnement de deux formats de produits: 330g, 250g, 170g. Les produits finis qui sortent de la ligne sont comme suit:

- Jus de fruit au lait 250g (mangue, orange-fraise et pêche)
- Yaourt à boire 330g ,170g (vanille, amande, fraise, avocat, pêche et melon)
- Raïbi 250g

2- PRÉSENTATION DE LA LIGNE BOUTEILLE

La salle de conditionnement possède deux lignes bouteilles de type SERAC, ils servent à conditionner les produits laitiers dans des bouteilles. La ligne 1 est spécifique pour le conditionnement des bouteilles de 900g avec une cadence de 100Unité/min, la SERAC 2 est spécifique pour le conditionnement des bouteilles 170g, 250g, 330g, avec une cadence de 200-220Unité/min.

Pour assurer sa fonction production, la ligne nécessite comme éléments d'entrée :

- Bouteilles en HDPE : jouant le rôle de récipient
- Bouchons
- Capsules constituées de 3 couches : couche d'aluminium, une couche laquée et une couche de polyéthylène
- Eau Ozonée : pour la désinfection des bouteilles
- Produits laitiers
- Sleeves : pour la décoration des bouteilles
- Film de fardelage en plastique

Comme éléments de sortie de la ligne on trouve :

- Produit laitier conditionné
- Pertes : pertes de produits
- Déchets : déchets matières premières

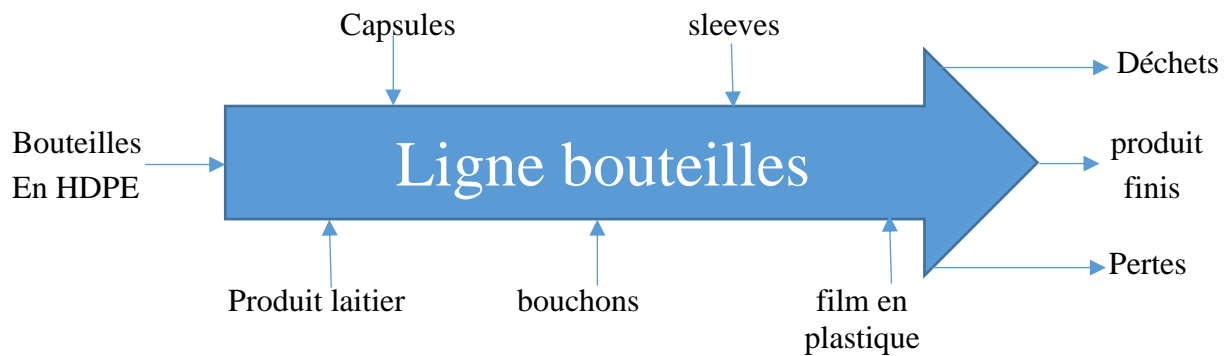


Figure 3 : principe des lignes bouteilles

a- Aspect personnel

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

b- Aspect machine

La ligne bouteille SERAC regroupe les cinq machines suivantes :

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

- **FARDELEUSE**: elle permet de ranger et d'emballer les bouteilles en paquets de 6 bouteilles.

3- ÉTAPES DE PRODUCTION

Le processus de production bouteille peut être schématisé comme suit (Figure 4) :

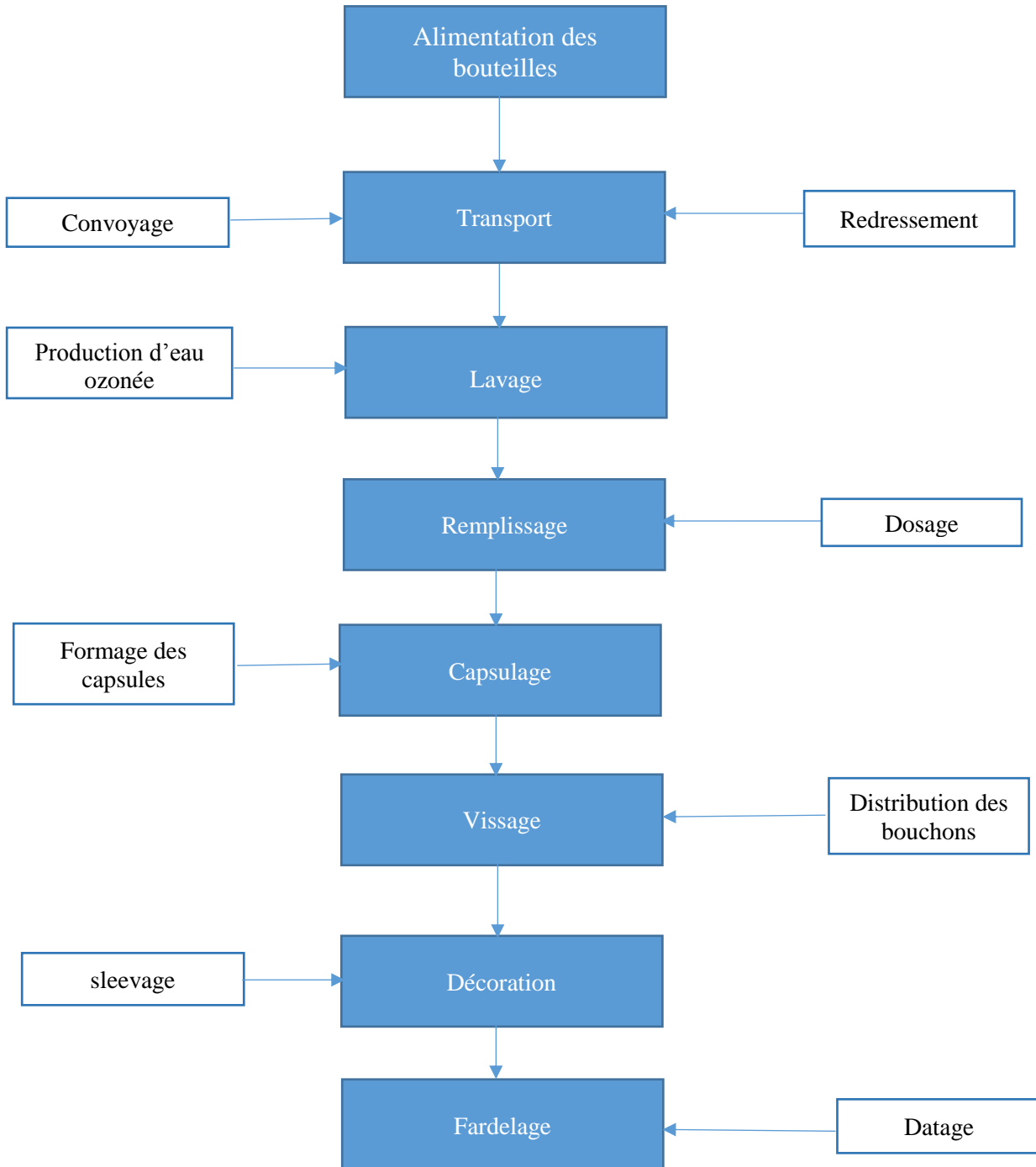


Figure 4 : Etapes de production

Alimentation des bouteilles : la fonction alimentation en bouteilles se fait depuis l'atelier d'extrusion, par le moyen de trémies d'accumulation. La salle d'extrusion donne à la société une dépendance en termes de production et stockage de bouteilles.

Transport des bouteilles : dans cette phase les bouteilles sont tout simplement transportées et ne subissent aucune modification.

Lavage des bouteilles : cette phase a pour but de stériliser les bouteilles en les lavant avec de l'eau ozonée.

Remplissage : le produit arrive de la salle process, la quantité nécessaire à la production est stockée en continu dans un réservoir. Le remplissage des bouteilles se fait par des becs de dosage liés directement au dosage (dans la ligne il y a 20 becs de dosage mais juste 18 becs qui fonctionnent).

Capsulage : c'est une phase qui consiste à isoler complètement le produit du milieu extérieur, une capsule sur chaque bouteille. Le formage des capsules se fait par une presse capsules de la ligne.

Vissage : consiste à protéger le capsulage en fermant les bouteilles avec des bouchons.

Décoration : cette phase consiste à mettre en place une sleeve de décoration qui comporte différentes informations sur le produit, sans oublier l'impression de la date qui est nécessaire pour la commercialisation du produit.

Fardelage : c'est la dernière étape de production, consiste simplement à séparer les bouteilles en des packs (8 ou 6 bouteilles selon le format du produit), par le moyen d'un film de plastique.

II-Démarche suivie pour l'analyse de la problématique:

1- SUIVI DU TAUX DE RENDEMENT SYNTHÉTIQUE

Pour analyser la problématique on a réalisé un suivi de 4 semaines (4 jours ouvrables sur chaque semaine) afin d'assurer la traçabilité des arrêtes survenu sur la ligne concernée et mettre en évidence les causes qui mènent vers la diminution du taux de rendement synthétique et qui sur lesquelles un plan d'action est mis en place.

L'indicateur sur lequel on s'est basé dans notre suivi est le taux de rendement synthétique alors :

Le **taux de rendement synthétique** (ou **TRS**) est un indicateur destiné à suivre le taux d'utilisation de machines.

Il est défini par la formule :

$$\text{TRS} = \text{Temps utile} / \text{Temps requis}$$

Le temps utile est la durée durant laquelle la machine produit des pièces bonnes à sa cadence normale (nombre de pièces bonnes * temps de cycle sec de la machine). C'est une mesure de l'efficacité d'une ligne de production.

Le TRS décompose et met en évidence les pertes de production en différentes catégories sur lesquelles un plan d'action est mis en place.

Ainsi, on retrouve trois taux dans le calcul théorique du TRS :

- La **Disponibilité Machine** (notamment influencé par les pannes et les changements d'outils)
- La **Performance Ligne** (notamment influencé par les micro-arrêts et les baisses de cadences)
- Le **taux de qualité** (notamment influencé par les défauts et les pertes aux redémarrages)

Le TRS correspond à la multiplication de ces trois taux. Chacun des trois taux étant compris entre 0 et 100 %, le TRS doit donc être compris entre 0 et 100 %. Plus un indice de TRS est proche de 100 %, meilleure est l'efficacité de la ligne.

$$\text{TRS} = (\text{Disponibilité Machine}) \times (\text{Performance Ligne}) \times (\text{Taux de qualité})$$

2- DÉMARCHE D'ÉTUDE

Les différentes phases sont :

1^{ère} Phase :

Choix d'un site-pilote : Il convient de choisir judicieusement les équipements qui feront l'objet de la mesure du TRS. Le meilleur choix est celui d'une machine goulet dont l'utilisation limite la productivité de l'ensemble. Il peut être guidé par un souci d'exemplarité afin d'étendre plus facilement la démarche par la suite.

2^{ème} Phase :

Sensibilisation et formation des personnels concernés : Faire apparaître une synergie de progrès et non une surveillance accrue du travail. Les opérateurs et l'encadrement doivent être parties prenantes du projet pour que la mesure du TRS soit fiable et reflète ce qui se passe réellement sur la machine.

3^{ème} Phase :

Définition des causes d'arrêts significatifs et mesurables : Il est nécessaire de définir une liste des causes d'arrêt de production qui, généralement, sont associées à :

- des problèmes d'organisation : manque de matière, de personnel, de ressources extérieures, défauts d'énergie...
- des arrêts fonctionnels : entretien, approvisionnements matière, changement de fabrication, contrôle...
- des arrêts d'exploitation et des pannes.

4^{ème} Phase :

Relevés des causes d'arrêt et des temps correspondants : En fonction de critères technologiques, économiques et humains, le type de saisie le mieux adapté sera choisi : manuel, semi-automatique et automatique.

5^{ème} Phase :

Analyse et interprétation des résultats : calcul du TRS Orienter précisément les actions de progrès sur les secteurs où les gains paraissent les plus attractifs. Le calcul du TRS nécessite ainsi de connaître des bases de temps fiables, par exemple, la cadence machine.

3- FICHE D'ENREGISTREMENT PERFORMANCE

Pour effectuer le suivi de cet indicateur, on a proposé de standardiser le travail par la mise en place des fiches d'enregistrement performance ligne bouteille, nous avons jugé

essentiel de détailler de façon claire avec la collaboration des pilotes de la ligne et de l'équipe maintenance les différents types d'arrêts cités ci-dessous :

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

Tableau 2: Différents types d'arrêts

4- MÉTHODE DE CALCUL DU TRS

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

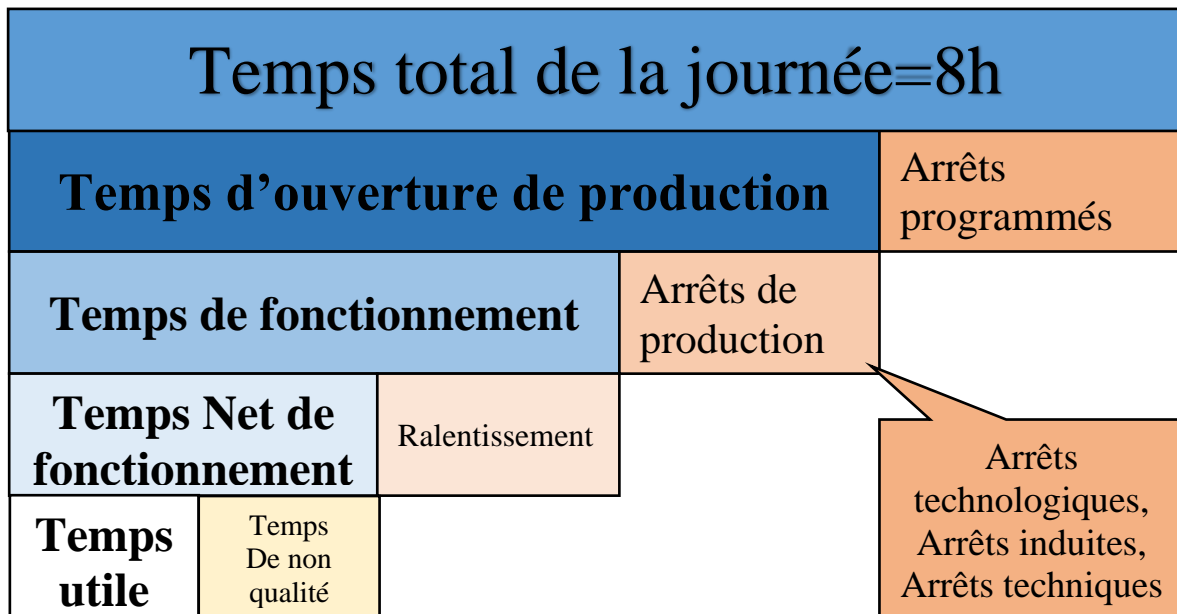


Figure 5: Décomposition du temps d'ouverture

Temps d'ouverture de production = Temps total journée - le temps des Arrêts programmés

Temps de Fonctionnement = Temps d'ouverture de production - le temps des Arrêts de production

Le temps de fonctionnement ou le temps brut de fonctionnement ne comprend pas les arrêts de la machine, dus à des pannes ou à des changements de production.

Temps Net de Fonctionnement = Temps de fonctionnement - le Ralentissement

Le temps net de fonctionnement ne comprend pas, en plus des arrêts, les arrêts de non productivité dus aux micro-arrêts et au ralentissement et marche à vide.

Ralentissement = temps de fonctionnement - le temps de Non qualité en min - le Temps utile

$$\text{Le Temps utile} = \frac{\text{quantité conforme}}{\text{cadence machine}} = \mathbf{B}$$

D'une autre manière **le temps utile** ne comprend pas le temps des rebus dus aux pertes au démarrage et de non qualité. Il désigne le temps de production de bonnes unités.

$$\text{La Non qualité en min} = \frac{\text{quantité à recycler} + \text{quantité non conforme} + \text{perte en emballage}}{\text{cadence machine}}$$

La non qualité en min : correspond aux produits non conformes retirés de la production sur les lignes de conditionnement. Ce sont les produits qui présentent des défauts critiques détectés lors des autocontrôles.

NB : Dans notre étude la quantité à recycler et les pertes d'emballage sont nuls.

Ainsi :

$$\text{Disponibilité machine} = \frac{\text{temps de fonctionnement}}{\text{temps d'ouverture de production}} = \mathbf{C}$$

$$\text{Performance ligne} = \frac{\text{temps net de fonctionnement}}{\text{temps de fonctionnement}} = \mathbf{D}$$

$$\text{Taux de qualité} = \frac{\text{temps utile}}{\text{temps net de fonctionnement}} = \mathbf{E}$$

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

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

La valeur d'excellence pour le TRS : **TRS > 85%**.

Ce qui signifie :

- **Disponibilité Machine > 90%**
- **Performance Ligne > 95%**
- **Taux Qualité > 99%**

5- DIAGRAMME DE PARETO

Le **diagramme de Pareto** est un graphique représentant l'importance de différentes causes d'un phénomène. Ce diagramme permet de mettre en évidence les causes les plus importantes sur le nombre total d'effet et ainsi de prendre des mesures ciblées pour améliorer une situation.

Ce diagramme se présente sous la forme d'une série de colonnes triées par ordre décroissant. Elles sont généralement accompagnées d'une courbe des valeurs cumulées de toutes les colonnes.

Ce diagramme est construit en plusieurs étapes¹ :

- collecte des données
- classement des données au sein de catégories
- calcul du pourcentage de chaque catégorie par rapport au total
- tri des catégories par ordre d'importance

CHAPITRE 3 : ANALYSE ET TRAITEMENT

I-ANALYSE DES RÉSULTATS

1- PRÉSENTATION DES MESURES OBTENUES

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

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

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Mois
Arrêts Programmés (réunion, pause...) /min	198,00	180,00	200,00	195,00	773,00
Manque de charge /min	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00
Changement de gamme /min	34,00	79,00	73,00	135,00	321,00
Changement de fruit /min	17,00	18,00	17,00	12,00	64,00
Manque Produit /min	0,00	0,00	0,00	11,00	11,00
Problème bouteilles /min	0,00	25,00	20,00	40,00	85,00
Arrêts Sleeveuse /min	84,00	280,00	172,00	162,00	698,00
Arrêt Serac /min	71,00	58,00	172,00	164,00	465,00
Arrêt Lanfranchi /min	22,00	31,00	27,00	14,00	94,00
Arrêts Fardeleuse /min	147,00	177,00	91,00	96,00	511,00
Arrêt à cause de coupure d'électricité /min	0,00	50,00	67,00	119,00	236,00
Total des arrêts /min	375,00	718,00	639,00	763,00	2 495,00
Quantité non Conforme en unités	1 759,00	1 141,00	1 252,00	1 008,00	5 160,00
Quantités Conformées	155 184,00	167 434,00	164 109,00	137 962,00	624 689,00
Temps total de la semaine /min	1 920,00	1 920,00	1 920,00	1 920,00	7 680,00
Temps d'ouverture production	1 722,00	1 740,00	1 720,00	1 725,00	6 907,00
Temps de fonctionnement /min	1 347,00	1 022,00	1 081,00	962,00	4 412,00
Ralentissement /min	520,98	134,76	210,68	230,58	1 097,01
Temps Net de fonctionnement /min	826,02	887,24	870,32	731,42	3 314,99
Non Qualité /min	9,26	6,01	6,59	5,31	27,16
Temps Utile /min	816,76	881,23	863,73	726,12	3 287,84
Disponibilité Machine	78,22%	58,74%	62,85%	55,77%	63,88%
Performance Ligne	61,32%	86,81%	80,51%	76,03%	75,14%
Taux Qualité	98,88%	99,32%	99,24%	99,27%	99,18%
Taux de Rendement Synthétique	47,43%	50,65%	50,22%	42,09%	47,60%

Tableau 3 : Rapport du suivi mensuel du TRS

2- TRAITEMENT DES RÉSULTATS

Pour faciliter l'interprétation des résultats du suivi de TRS, une représentation graphique est effectuée comme suit (Figure6) :

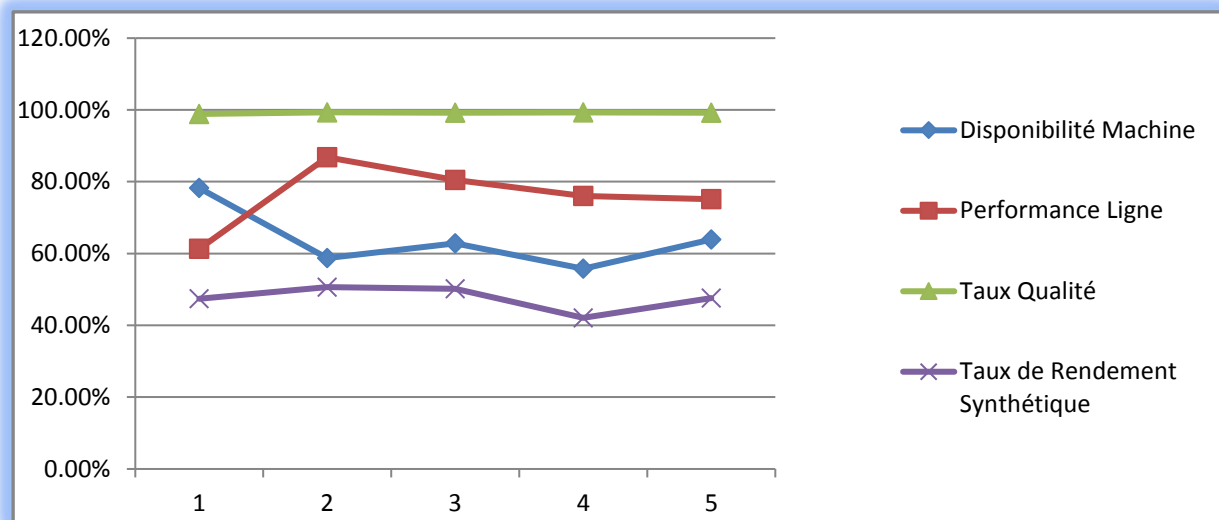


Figure 6 : L'évolution mensuelle du TRS pour la ligne SERAC

Les résultats de la figure montrent un TRS ne dépasse pas 50% de la première à la quatrième semaine d'étude alors que **la Performance Ligne** et **la Disponibilité Machine** ne dépasse pas les valeurs d'excellence. On obtient finalement un TRS global de l'ordre de 47.5% sur les quatre semaines. Ce dernier n'atteint pas une valeur supérieure ou égale la valeur visée qui est de plus que 65%, donc la ligne bouteille SERAC 2 est critique. Ces faibles valeurs du TRS nécessitent d'analyser en détail les pertes engendrées par les temps d'arrêts pour se focaliser sur les plus pénalisants. Pour ce faire, nous avons cumulé tout au long de cette période, les durées d'arrêts survenus sur la ligne en minutes. L'objectif est de mettre en évidence les pertes importantes comme les reflète le tableau et le diagramme de Pareto suivants :

Type d'arrêt	Temps d'arrêt	arrêt cumulé	cumulé en %
Arrêt Sleeveuse /min	698	698	27,98%
Arrêt Fardeleuse /min	511	1209	48,46%
Arrêt Serac /min	465	1674	67,09%
Changement de gamme /min	321	1995	79,96%
Arrêt à cause de coupure d'électricité /min	236	2231	89,42%
Arrêt Lanfranchi /min	94	2325	93,19%
Problème bouteilles /min	85	2410	96,59%
Changement de fruit /min	64	2474	99,16%
Manque Produit /min	11	2485	99,60%
Manque de charge /min	10	2495	100,00%

Tableau 4 : Pourcentage des différents arrêts au niveau de la ligne bouteilles

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

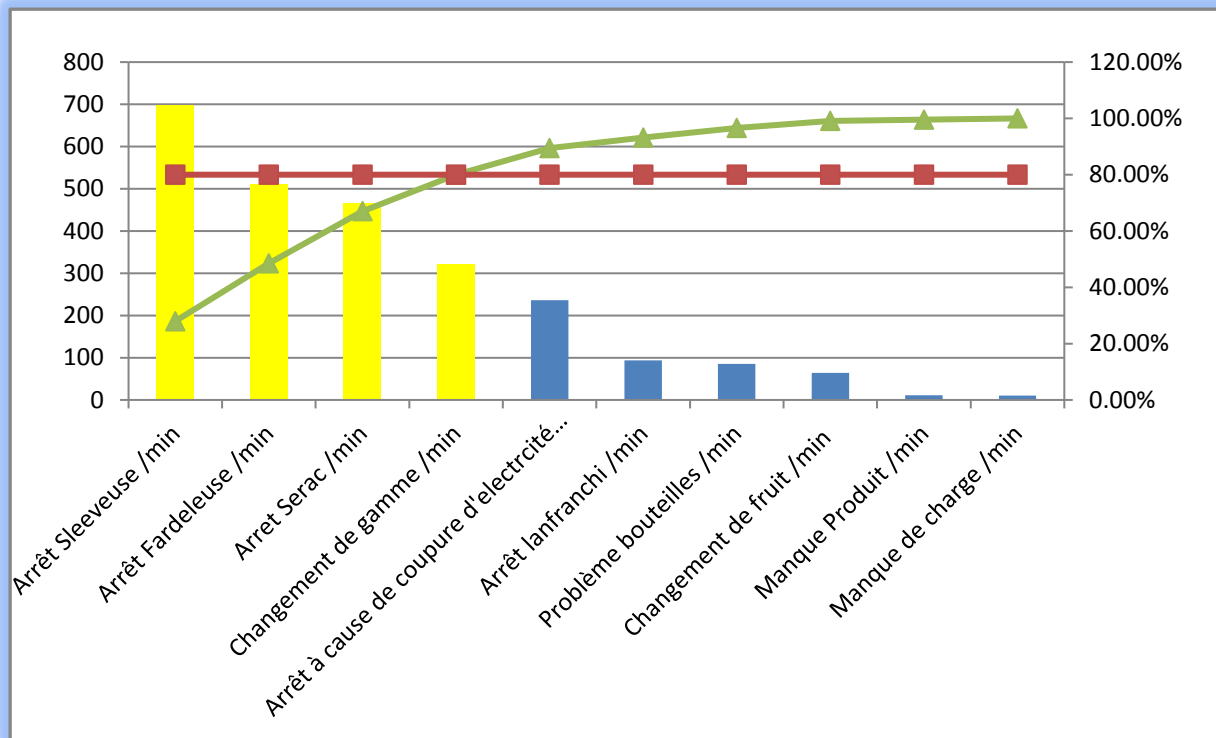


Figure 7 : diagramme PARETO des arrêts survenus sur la ligne bouteille

Nous constatons d'après le graphique de PARETO que les quatre premiers arrêts sont responsables de 80% du temps perdu d'où la nécessité de les retenir, ainsi les arrêts auxquels nous allons essayer d'y trouver des solutions sont les suivantes :

- Arrêt Sleeveuse
- Arrêt Fardeleuse
- Arrêt Serac
- Changement de gamme

Pour les arrêts technique tel que arrêt Sleeveuse, arrêt Fardeleuse et arrêt Serac l'application de la méthode TPM peut réduire les temps d'arrêt.

Alors que pour les arrêts dus au changement de gamme l'application de la méthode SMED (Single Minute Exchange of Die) permettra la réduction du temps perdu par ces changements.

II-TPM : Total Productive Maintenance

I- PRÉSENTATION DE LA TPM

La TPM, introduite au Japon depuis 1971, peut être définie comme une approche systématique de la maintenance visant à assurer une productivité optimale des équipements

Elle est caractérisée par l'auto maintenance effectuée par les opérateurs de la production (participation du personnel de la production aux tâches de la maintenance).

Elle vise à atteindre ce que l'on appelle « le Zéro panne ».

La TPM fait participer des petits groupes, analogues aux cercles de qualité, ayant pour objectif l'amélioration de la fiabilité et la maintenabilité

Les objectifs de la TPM sont :

- Réduction du délai de mise au point des équipements.
- Augmentation de la disponibilité et du taux de rendement synthétique.
- Augmentation de la durée de vie des équipements.
- Meilleure maintenabilité des équipements.

Pour atteindre les objectifs de la TPM, on doit rechercher les principales sources de pertes de productivité et prendre les mesures appropriées pour les réduire ou même les éliminer.

Les praticiens de la TPM ont dénombré 16 causes de pertes, regroupées en 3 familles :

✓ Huit pertes liées aux équipements :

- Pertes dus aux pannes.
- Pertes dus aux réglages.
- Pertes dus au changement d'outil.
- Pertes dus au démarrage.
- Pertes dus au micro-arrêt et marche à vide.
- Pertes dus à la sous vitesse.
- Pertes dus aux défauts et aux retouches.
- Pertes dus aux arrêts programmés et la fermeture de l'atelier.

- ✓ Cinq pertes liées à la main d'œuvre
- Pertes dus au management.
- Pertes dus à la rapidité de l'exécution.
- Pertes dus à l'organisation de la ligne.
- Pertes dus à la logistique.
- Pertes dus aux mesures et aux réglages.
 - ✓ Trois pertes liées aux matières, à l'outillage et à l'énergie
- Temps perdu à cause des coupures de réseau.
- Pertes dus à l'outillage.
- Pertes dus aux rendements de la matière.

2-LA MISE EN ŒUVRE DE LA TPM

La méthodologie de la TPM s'attachera à accroître le temps d'utilisation et simultanément à réduire le temps de la maintenance, afin de faire tendre vers 100% de taux de disponibilité.

Les cinq piliers de la TPM sont :

- ✓ Amélioration du rendement de la ligne de production (éliminer les sources de pertes).
- ✓ Organisation de l'auto maintenance (confier certaines tâches aux opérateurs).
- ✓ Organisation de la maintenance programmée.
- ✓ Formation technique à la conduite des installations et à leur maintenance.
- ✓ Préparation à l'utilisation des nouvelles installations.

Les cinq mesures à engager pour démarrer un programme TPM sont :

- ✓ Respecter les conditions de base (nettoyage, lubrification, resserrage, etc.).
- ✓ Respecter les conditions d'utilisation.
- ✓ Remédier aux dégradations.
- ✓ Améliorer les points faibles de la conception.
- ✓ Améliorer les conditions de conduite et d'entretien.

Les cinq piliers et les cinq mesures sont des facteurs de réussite d'un projet TPM. Il faut donc les appliquer avec précision et d'être capables de suivre l'évolution du programme d'implication en utilisant comme indicateur le TRS.

III-Réduction des temps de réglage ‘SMED’

1- PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE ‘SMED’:

Dans le monde industriel, les temps importants de changement de série engendrent des pertes de productivité. Réduire le nombre de changements de série tout en réduisant les temps non productifs assimilés a été le but qu’a entrepris le japonais S.SHINGO pour développer une technique permettant de réduire la taille des lots tout en visant l’obtention d’une flexibilité industrielle globale.

Cette technique n’est autre que le SMED (Single Minute Exchange of Die, traduit par «Changement rapide d’outil en moins de 10 minutes» en français.

Le SMED 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 X50-310).

Single Minute Exchange of Die = Changement de Fabrication en moins de 10 minutes.

Single Minute signifie que le temps en minutes nécessaire à l’échange doit se compter avec un seul chiffre.

Les quatre principes de la méthode ‘SMED’ sont les suivants

Après la fabrication du dernier produit d’un lot donné, les opérations de changements varient suivant les étapes de changement suivies. Ces derniers se déroulent selon quatre phases :

1. La préparation : qui consiste en la préparation et la vérification des outils nécessaires au changement (Arrêt de l’équipement, nettoyage de machine ou la ligne de production...).

2. Le changement : qui consiste dans le démontage après la fin du dernier lot et montage pour le lot suivant (Enlèvement de l’ancien outillage ou mise au point du nouveau, mise en place du nouvel outillage,...).

3. Le réglage : Réglage nécessaire au lancement de la production (Mise au point du nouvel outillage,...).

4. Les ajustements : La précision du réglage facilite les ajustements et minimise le nombre des pièces.

La méthode 'SMED' est Très utile pour n'importe quelle société qui fabrique, prépare ou emballe une grande diversité de produits sur une ligne de fabrication ou une machine unique, elle permettra :

- ✓ De réduire les temps d'arrêts opérationnels qui se font quotidiennement.
- ✓ Une Augmentation de la flexibilité globale de l'équipement ou de la ligne de fabrication.
- ✓ La Diminution des temps de défilement.

2- LA DÉMARCHE

La méthode s'applique au temps total d'arrêt de production, c'est-à-dire à l'intervalle écoulé entre la fabrication de la dernière pièce d'une série et la fabrication de la première pièce bonne de la série suivante.

Un changement de fabrication paraît en général très dépendant du type de machine ou d'opération effectuée.

Pourtant, l'analyse des différentes procédures de montage, d'outillage et de la mise en production prouve qu'elles procèdent toutes des mêmes étapes successives et que les temps de changement se répartissent globalement

ainsi nous avons :

- Préparation, outils, machine, environnement, moyens : 20 à 30% du temps total.
- Echange d'outils : 5 à 15%.
- Mise en place/centrage des outils : 15 à 20%.
- Essais, réglages, obtention du premier «bon produit» en série : 40 à 50%

Traditionnellement, ces opérations sont toutes réalisées après arrêt de la machine.

Or, selon le concept de base du SMED, certaines opérations, dites «internes», nécessitent bien l'arrêt de la machine, mais d'autres, appelées «externes», peuvent être réalisées en temps masqué, hors machine, sans perte de production.

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

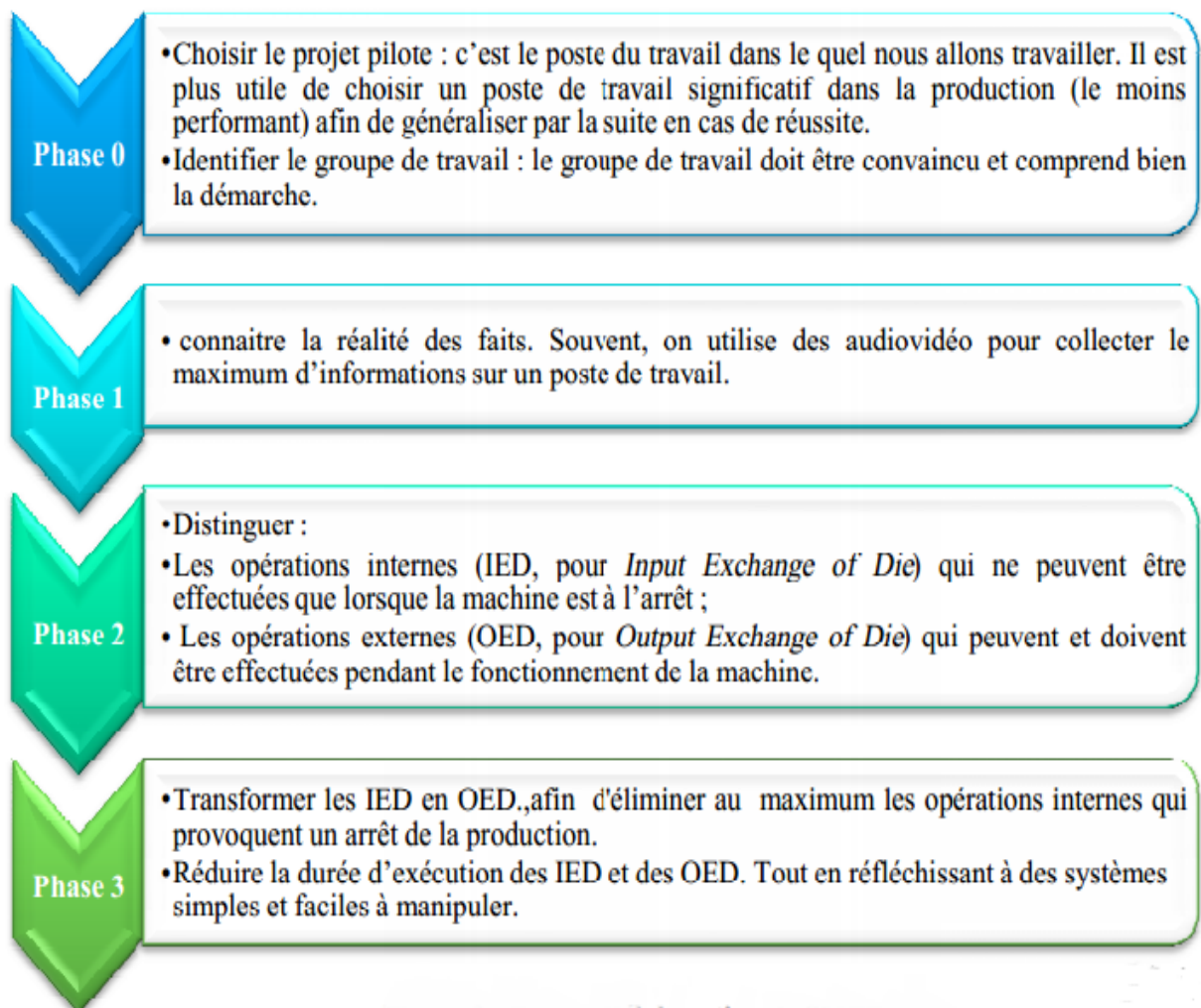


Figure 8 : Etape d'élaboration de la technique 'SMED'.

la méthode SMED s'applique en s'appuyant sur les quatre phases présentées :

Le choix du projet pilote est la première phase à adopter, cette phase consiste en l'identification du poste de travail ainsi que groupe de travail, la deuxième phase a pour but la connaissance de la réalité des faits (collecter des informations sur les opérations effectuées sur la ligne concernée) ; après connaître toutes les types d'opérations effectuées sur la ligne il vient la troisième phase qui consiste en la distinction entre les opérations internes 'IED' et ceux qui sont externes 'OED', lorsque toutes les opérations externes sont réalisées en temps masqué. Il devient indispensable pour continuer à progresser, de convertir certaines opérations internes en opérations externes, c'est une phase qui nécessite généralement de l'apport de technologie. L'objectif est de réduire au maximum le nombre d'opérations internes, qui pour mémoire, entraînent l'arrêt de la production.

CONCLUSION GÉNÉRAL

Ce projet de fin d'étude était une grande occasion pour nous, grâce à lui nous avons pu découvrir les différents postes dans une entreprise et avoir un aperçu global sur son fonctionnement. Il nous a permis de se familiariser avec les différents services et d'avoir une approche réelle sur le domaine industriel et le monde de travail. Nous avons pu faire la liaison entre ce que nous avons appris durant notre cursus universitaire et ce qui se passe vraiment dans une entreprise.

Le travail en équipe était très importants, tous les services sont liés et doivent communiquer entre eux ce qui nécessite l'utilisation du travail en équipe. Une bonne ambiance règne dans l'entreprise et tout le personnel était très coopératif et attentif à nos questions.

Le travail qui nous a été confié est le suivi de la performance de la ligne des bouteille appelée « Serac2 », notre étude a commencé par un suivi mensuel de la ligne concerné afin d'obtenir le taux de rendement synthétique mensuel de cette ligne , le résultat primaire a montré que cette ligne présente un TRS d'ordre 47,60% qui est selon les normes internes de l'usine Oued Nja , une valeur qui n'atteint pas l'objectif désiré.

La quantification des durées d'arrêt de la ligne objet de notre étude a été réalisée. La classification de tous les arrêts en suivant les étapes de construction du diagramme de Pareto nous a permis de préciser les plus critiques. L'étude montre que les arrêts du au changement de gamme, et les pannes sur les machines SLEEVEUSE, FARDELEUSE et SERAC sont responsable de 80% du temps perdu, alors les actions doivent être menées sur ces arrêts pour diminuer le temps perdu afin d'améliorer le TRS de la machine étudiée.

Pour les arrêts technique tel que les arrêts survenus sur les machines Sleeveuse, Fardeleuse et Serac on a proposé l'application de la méthode TPM peut réduire les temps d'arrêt et la répétition des pannes.

Pour les arrêts dus au changement de gamme l'application de la méthode SMED (Single Minute Exchange of Die) permettra la réduction du temps perdu par ces changements.

Finalement, nous espérons que le travail réalisé autant que les solutions proposés dans cet ouvrage seront d'une grande utilité dans le cadre de développement de l'entreprise dans l'avenir.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Webographie :

- ✓ 1- <http://www.lesdomainesagricoles.com/nous-connaître/notre-philosophie/>
- ✓ 2- https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikipédia:Accueil_principal

Bibliographique :

- ✓ Le cours de Mr Chafi : Gestion de la maintenance 2016
- ✓ Rapport de stage filière ingénieurs Industries Agricoles et Alimentaires FST FES promotion 2012-2013 : Amélioration de la ligne Dun'up de la centrale laitière.
- ✓ Rapport de stage filière génie industriel FST FES promotion 2014-2015 : Amélioration du taux de qualité des machines de soufflage au sein du domaine agricole Oued N'ja.