

**MINISTERE DE L'ENSEGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE MANAGEMENT
ENSM. ALGER**

MASTER EN MANAGEMENT PAR LA QUALITE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

THEME

**Amélioration du processus production par la mise en place d'un
outil LEAN**

La méthode SMED

CAS : NCA Rouïba

Présenté par :

Hanane BENHEBBADJ

Encadré par :

Nazim BERERHI

ANNEE 2014

**MINISTERE DE L'ENSEGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEUR DE MANAGEMENT
ENSM. ALGER**

MASTER EN MANAGEMENT PAR LA QUALITE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

THEME

**Amélioration du processus production par la mise en place d'un
outil LEAN**

La méthode SMED

CAS : NCA Rouïba

Présenté par :

Hanane BENHEBBADJ

Encadré par :

Nazim BERERHI

ANNEE 2014



Remerciements

Je tiens en premier lieu à remercier mes chers parents et toute la famille pour leur encouragement et leur soutien inestimable durant toutes mes années d'études ;

Sincères remerciements à mon encadreur Mr. Nazim BERERHI pour son aide et ses suggestions ;

Je remercie chaleureusement Mr. Farid BACHI responsable maintenance PET à NCA Rouïba qui s'est toujours montré à l'écoute et m'a fait bénéficier de ses nombreux conseils précieux ;

Je suis particulièrement reconnaissante à Mr. Housseyn DJERIDI pour son aide, son soutien et pour l'intérêt accordé à mon travail ;

Mes remerciements s'adressent également aux membres de jury qui vont évaluer la qualité de ce travail en espérant qu'il sera à la hauteur de leur attente ;

Je tiens à remercier tous les enseignants qui ont assuré ma formation et tout le personnel de l'ENSM ;

Enfin, je remercie tous mes collègues de la deuxième promotion, et tous ceux qui ont participé, de prêt ou de loin, à la réalisation de ce modeste travail.

Hanane...

Résumé

Pour effectuer le changement de production au niveau de l'entreprise NCA Rouiba, la ligne de PET subit un arrêt de plus de 10 heures.

L'objectif de ce travail est de mettre en place un outil de lean (SMED) qui permet de réduire le temps de changement de production est donc d'améliorer le processus de production.

En pratique notre étude est axée sur l'analyse des opérations réalisées lors du changement de format, les résultats obtenus déclinent essentiellement les points recommandés.

Mots clés : changement de production, PET, lean, SMED, changement de format.

Abstract

To change production at NCA Rouiba, the production line of PET will be interrupted for more than 10 hours.

The goal of this study is to implement a lean tool (SMED), which reduces the production time change, and then to improve the production process.

In practice, our study focuses on the analysis of operations carried out in the format change, the results obtained decline primarily the points recommended.

Keywords: change production, PET, lean, SMED, format change.

الملخص

لتغيير الإنتاج في شركة تصنيع المعلبات الجديدة روية، يتلقى خط الإنتاج ب إ ت توقفا لمدة تصل الى 10 ساعات.

الهدف من هذا العمل هو تنفيذ أداة المانجمنت الهزيل (SMED) الذي يقلل من وقت تغيير الإنتاج و بالتالي تحسين عملية الإنتاج.

عمليا، تركّز دراستنا على تحليل العمليات المنجزة خلال تغيير الشكل، و النتائج المتحصل عليها تعلن عن النقاط الموصى بها.

الكلمات المفتاحية: تغيير الإنتاج، ب إ ت، المانجمنت الهزيل SMED، تغيير الشكل

Liste des figures

Numéro	Titre de la figure	PAGE
1	Organigramme NCA Rouiba.	8
2	Utilisation des capacités industrielles.	9
3	les opérations d'un changement d'outillage.	17
4	La cybernétique PDCA.	20
5	Le PDCA appliqué au SMED.	21
6	Transfert des bouteilles par col.	29
7	Changement de format dans la remplisseuse aseptique.	31
8	Les étapes de la méthode.	33
9	La répartition du temps par nature.	39
10	Diagramme Pareto des situations- problèmes.	45
11	La succession des opérations internes et externes.	46
12	Les temps et les pertes d'un système de production.	54
13	L'évolution du TRS avant et après la mise en place du SMED.	55
14	Suivie du temps de changement de format.	56
15	Indicateur de suivi de SMED.	56

Liste des tableaux

Numéro	Titre du tableau	Page
1	Historique de NCA Rouiba.	5
2	Les produits fabriqués par NCA.	10
3	Les changements de fabrications.	19
4	l'effet caméra	35
5	La fiche d'observation.	35
6	Classification des opérations selon leur nature.	39
7	Analyse des situations-problèmes.	41
8	La répartition des durées de situations- problèmes.	44
9	La part des opérations internes et externes dans le changement de format.	47
10	Les opérations externalisées.	48
11	Les résultats obtenus par les deux premières étapes du SMED.	49
12	Le plan d'amélioration.	50

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AFNOR	association française de normalisation
MUDA	gaspillage
NCA	NOUVELLE CONSERVERIE ALGERIENNE
OA	Ordre d'approvisionnement
OF	Ordre de fabrication
PDCA	Plan, do ,check , act
PET	Polytéréphtalate d'éthylène
SMED	Single minute exchange of die
TRS	Taux de rendement synthétique
Tu	Temps utile
Tr	Temps requis
Do	Taux de disponibilité
Tp	Taux de performance
Tq	Taux de qualité

SOMMAIRE

Introduction générale.....	2
CHAPITRE 1: PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE ET CADRAGE DE L'ÉTUDE	
Section 1: Présentaion de l'entreprise.....	5
Section 2 : Initiation à la méthode SMED.....	13
Section 3 : Le projet SMED.....	19
CHAPITRE 2: CHOIX ET PRÉPARATION DU CHANTIER SMED	
Section 1: Description de l'atelier PET.....	23
Section 2 : choix du chantier SMED (près SMED).....	27
CHAPITRE3: LA MISE EN PLACE ET LE SUIVI DE L'OUTIL SMED	
Section 1: La mise en place de l'outil SMED	33
Section 2 : Les indicateurs et le suivie de l'outil SMED.....	53
Conclusion générale	58
Bibliographie	61
Annexes.....	65

INTRODUCTION GENERALE

Dans un environnement économique fortement concurrentiel, les entreprises se trouvent confrontées à une demande des clients de plus en plus exigeante, en termes de qualité, de délai et de prix.

Réduire les coûts de production, tout en assurant un produit de qualité dans les plus brefs délais, est une nécessité pour demeurer ; c'est pourquoi plusieurs entreprises modernes ont opté pour le LEAN, qui est une approche orientée processus client qui vise à s'adapter à tous les changements de situation.

Cette approche a été inventée chez le constructeur automobile japonais TOYOTA dans l'année 1970, Elle a ensuite été introduite en occident par deux chercheurs américains du MIT (Massachusetts Institute of Technology), qui l'ont étendue à l'ensemble de l'entreprise en lui donnant un cadre théorique cohérent, et c'est sous cette forme que le Lean Management a fait son apparition en France et en Europe vers le milieu des années 1990.

Depuis son apparition, le lean management n'a pas été déployé dans les entreprises algériennes, telle que la société de production de jus NCA Rouiba ; qui a en revanche entamé la mise en place de quelques outils du lean (poka yoké et 5s).

Nous avons choisi d'effectuer notre stage pratique au sein de NCA Rouiba qui est une référence dans le milieu économique Algérien.

Une des premières entreprises engagées dans les démarches de Management ; NCA-Rouiba a toujours soutenu une démarche de progression et d'amélioration continue en misant sur les valeurs humaines et professionnelles.

L'objectif de notre travail, est d'augmenter la flexibilité de la production au niveau de NCA Rouiba, par la mise en place d'un outil lean qui est le SMED.

Notre préoccupation dans le cadre de ce travail serait donc, de répondre à la problématique suivante : **pouvons-nous améliorer le processus de production par la mise en place de l'outil SMED ?**

De cette problématique découlent les sous questions suivantes :

- 1- **Pouvons- nous augmenter la production par la méthode SMED ?**
- 2- **Pouvons-nous diminuer le temps de changement de production par l'extraction des opérations externes ?**
- 3- **Pouvons-nous diviser le temps de changement de production par deux voire par trois ?**

Sur la base de ces questions et d'après des études a priori nous avons postulé les hypothèses suivantes:

- **La mise en place de l'outil SMED permet de réduire le temps d'arrêt de la machine et donc d'augmenter la production.**
- **Le temps de changement de production sera réduit à la première étape de la méthode SMED qui est l'extraction des opérations externes.**
- **l'application de la méthode SMED permet de diviser par deux, voire par trois, le temps de changement de production.**

Pour cela, la démarche méthodologique sur laquelle se base notre travail est articulée autour de trois chapitres qui s'entraînent de la théorie à la pratique :

- Le premier chapitre comportera la présentation de l'entreprise NCA Rouiba, suivie des concepts théoriques liés à l'outil SMED ; nous définirons par la suite le périmètre de notre travail ainsi que la méthodologie choisie.
- Le deuxième chapitre est consacré pour le choix, la préparation et la description du chantier SMED.
- Le dernier chapitre contient les étapes de la mise en place de l'outil SMED ; nous essaierons par la suite de proposer quelques indicateurs pour assurer son suivi

CHAPITRE 01
PRESENTATION DE L'ENTREPRISE
ET CADRAGE DE L'ETUDE

La première partie de ce chapitre fera l'objet de la présentation de l'entreprise NCA Rouiba et de son processus de production. Nous aborderons ensuite les concepts théoriques que nous avons jugé les plus importants, ainsi que la méthodologie de notre travail.

SECTION 01 : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

La NCA Rouiba–SPA est une entreprise familiale, fondée en 1966 dans la zone industrielle de Rouiba par la famille OTHMANI sous le nom NCA « NOUVELLE CONSERVERIE ALGERIENNE », avec comme activité principale la production et la distribution de boissons, nectars et jus de fruits et ayant pour ambition de devenir l'entreprise citoyenne leader des boissons et breuvages sans alcool dans le Maghreb.¹

1-1 Historique de NCA Rouiba

En premier lieu, NCA s'est focalisée sur la production et la distribution de conserves alimentaires en boîtes métalliques (Harissa, Tomates et confitures de fruits), par la suite et au milieu des années quatre-vingt, elle s'est mise à produire des jus de fruits, des boissons aux fruits et des nectars de fruits.

Le tableau ci-dessous regroupe les dates qui ont marqué le parcours de NCA ROUIBA.

Tableau n° 01 : Historique de NCA Rouiba

Année	Description
1999	Première entreprise à introduire le Tetrapack en Algérie
2000	Certification ISO 9002 (première entreprise algérienne à être certifiée).
2001	Introduction du conditionnement aseptique pour toute la gamme ROUIBA.
2005	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de l'activité conserve alimentaire qui n'est plus stratégique pour l'entreprise. • Construction d'une plateforme logistique aux normes internationales.

¹ www.rouiba.com.dz, consulté le 28/04/2014, <<http://rouiba.com.dz/evenement/actualites/69-nca-rouiba-se-veut-un-exemple-pour-toutes-les-entreprises-algeriennes>>

2007	Certification ISO 14001.
2008	<ul style="list-style-type: none">• Obtention du Prix National de l'Environnement délivré par les autorités nationales.• Certification ISO 14001.
2010	Lancement d'une gamme de produits fruits mixés et fresh en PET
2011	<ul style="list-style-type: none">• Installation de la nouvelle ligne de conditionnement Tetrapack A3 Speed.• Modernisation des packagings et du Logo de la marque Rouiba et optimisation des caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles de la gamme « Mon Energie ».• Initiation du processus de certification du système de sécurité alimentaire selon le référentiel ISO 22000.
2012	<ul style="list-style-type: none">• Mise à niveau des ateliers de productions afin de se conformer aux exigences de la norme ISO 22000, à savoir<ul style="list-style-type: none">➤ le réaménagement des sols.➤ l'organisation des flux matières et du personnel.➤ l'audit documentaire (première phase).• Installation d'une seconde ligne de conditionnement Tetrapak A3 Speed et mise à niveau industrielle de la ligne de conditionnement en bouteilles PET.• Initiation du processus de « Responsabilité sociétale des organisations et leur contribution au développement durable » selon le référentiel ISO 260000
2013	<ul style="list-style-type: none">• Renforcement des capacités de conditionnement en carton via l'installation d'une troisième ligne de conditionnement Tetrapak A3 Speed.• Remplacement de l'ancienne ligne de conditionnement en PET par une nouvelle ligne Aseptique.• Optimisation des caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles de la gamme PET.• Certification ISO 22000 ;• Acquisition de nouveaux terrains pour abriter de nouvelles plateformes logistiques.• Introduction en Bourse.

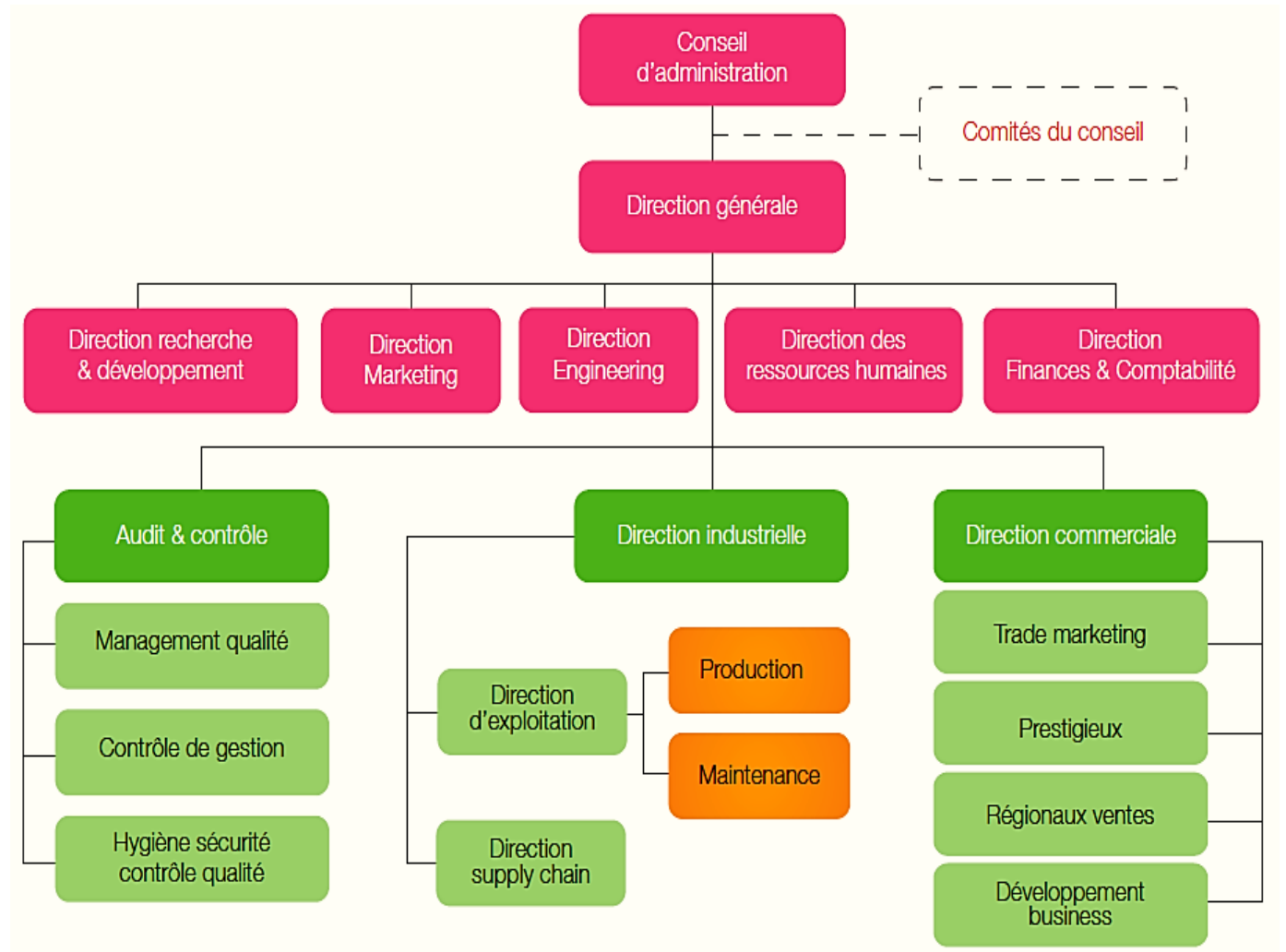
1-2 la fiche signalétique

- ✚ **Dénomination Sociale** : Nouvelle confiserie algérienne NCA Rouiba ;
- ✚ **Logo** : 
- ✚ **Statut juridique** : Société par action ;
- ✚ **Adresse** : Route Nationale n°5 zone industrielle de Rouiba ;
- ✚ **Effectif total** : 489 employés ;
- ✚ **Capital social** : 849.195.000 DA ;
- ✚ **Site web** : www.rouiba.com.dz ;
- ✚ **E-mail** : Nca@rouiba.com.dz ;
- ✚ **Tel** : 021 81 11 51 ;
- ✚ **Fax** : 021 81 22 93 ;

1-3 Organigramme de la société

La NCA-Rouiba est organisée fonctionnellement selon l'organigramme hiérarchique suivant :

Figure n° 01 : Organigramme NCA Rouiba.



Source : Notice d'information NCA Rouïba

1-4 la production à NCA Rouiba

1-4 -1 Les principales installations ²

Le site de Rouiba abrite les locaux administratifs, une plateforme logistique ainsi qu'une siroperie de préparation de boissons, de nectars et de jus de fruits et trois ateliers de conditionnement.

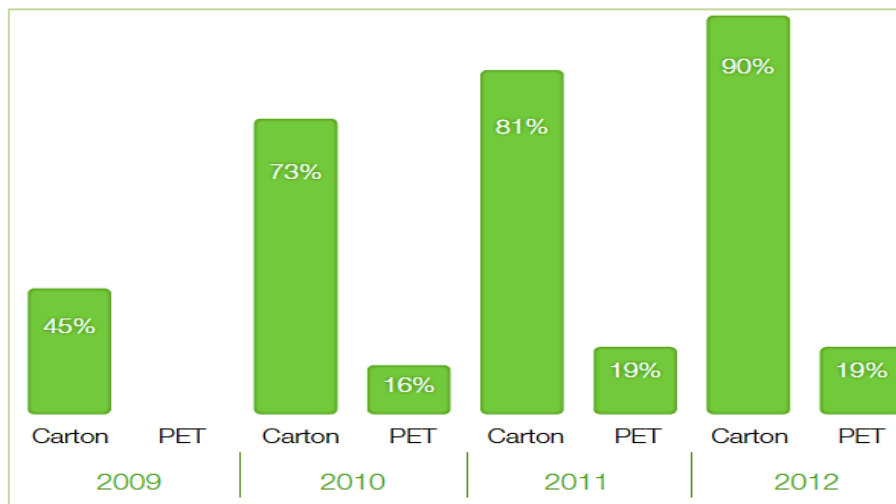
Pour ses besoins logistiques, la société loue six (06) sites externes, sous forme de dépôts et chambres froides, exploités pour le stockage des matières premières, des produits finis et en dépotage de conteneurs.

Le processus industriel de la société s'articule autour d'une siroperie permettant de produire les jus, les nectars et les boissons d'une capacité théorique (nominale) de 40 000 litres/heure et qui alimente les trois ateliers de conditionnement :

- Deux ateliers de conditionnement aseptique en carton Tetrapack totalisant une capacité de 28 000 litres/heure.
- Un atelier de conditionnement en bouteilles PET d'une capacité de 10 800 bouteilles/h.

L'évolution du taux d'utilisation des capacités de production de la société se présente comme suit :

Figure n° 02 : Utilisation des capacités industrielles.



Source : Notice d'information NCA Rouïba

² Notice d'information NCA Rouïba, Consulté le 05/05/2014, <[http://www.bea.dz/pdf/notice_NCA\[1\].pdf](http://www.bea.dz/pdf/notice_NCA[1].pdf)>

Le graphe ci-dessus révèle une très faible utilisation de la ligne PET par rapport au carton qui explique l'arrêt de la production de cette dernière pendant plus que 6 mois. Un arrêt programmé pour remplacer l'ancienne ligne par une ligne aseptique plus performante assurant un produit hygiénique et sans conservateurs conforme aux standards qualitatifs et hygiéniques internationaux les plus stricts.

1-4-2 les produits de NCA Rouiba

Le tableau ci-dessous englobe les produits fabriqués par NCA qui se diffèrent selon :

- La forme.
- Le type d'emballage.

Tableau n° 02 : Les produits fabriqués par NCA

Emballage / Format	carton (cl)	pet (cl)
single serve	20	33
multiserves	100	125
	150	200

Source : élaboré par nous-même

1-4-3 Organisation de la production à NCA-Rouiba ³

Dans un système industriel, notamment NCA-Rouiba, on peut décomposer le cycle complet d'un produit en un cycle de commercialisation et un cycle de production. L'intersection de ces deux cycles est matérialisée par le produit.

La démarche commerciale de la NCA-Rouiba, commence par déterminer les besoins des clients en définissant les spécifications du produit, le volume du marché et l'échéancier prévisionnel. Cette démarche se base sur l'historique des ventes et des études de marché, et se termine par une prise de commande. La première phase de conception consiste à définir

³ LABDAOUI Islam ; GUENDOULI Anis ;juin 2012, p 62 ;63 ,conception et mise en place d'un tableau de bord pour le suivi de la production au sein de la NCA Rouiba SPA ;mémoire de projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état, Ecole nationale polytechnique, Alger.

plus finement le produit à fabriquer. Cette définition s'effectue sous forme d'une concertation entre le service commercial, le service supplychain et le service planification.

La deuxième phase de conception consiste à industrialiser le produit. Souvent réalisée par le responsable de la planification, cette phase consiste à définir tout d'abord, un planning qui sera suivi par l'élaboration du processus de réalisation tout en mettant en évidence les besoins internes spécifiques approvisionnés par la fonction stock, en même temps que les besoins entrant dans la composition du produit.

La fonction ordonnancement détermine tout d'abord le calendrier prévisionnel de fabrication en fonction de l'échéancier prévisionnel fourni par la direction commerciale. Ensuite, elle assure la bonne exécution, dans les délais impartis, du produit.

- **La commande fournisseur ou ordre d'approvisionnement (OA)**

Permet de réapprovisionner un composant ou une matière première. Celle-ci comprend :

- Le code d'article ou le code gamme (et éventuellement la codification article du fournisseur) ;
- La quantité à livrer ;
- Le nom et l'adresse du fournisseur ;
- La date de livraison.

- **L'ordre de fabrication (OF)**

Permet de déclencher la production d'un article. Celui-ci comprend :

- Le code article ;
- La quantité à fabriquer ;
- Le code de la gamme à utiliser ;
- La date de fin de fabrication ;
- L'équipe de production ;

Cet OF est associé à un dossier qui accompagnera les produits au cours de leur évolution dans l'atelier. Il est composé de différents documents

- -Le bon de sortie du magasin (ou liste à servir) : permet d'obtenir les matières et les composants nécessaires à la production en indiquant la qualité et les quantités à délivrer par le magasin.
- -Les bons des travaux : décrivent le travail à réaliser sur un poste donné. Ils reproduisent le libellé et le mode opératoire de la phase considéré de la gamme. Ils servent au suivi technique (retour d'information) et administratif (comptabilité analytique).

SECTION 2 : INITIATION A LA METHODE SMED

Dans la situation actuelle du marché, une entreprise doit répondre rapidement aux demandes de ses clients pour être en mesure de rivaliser avec d'autres fabricants. Les clients demandent un plus grand mix de produits dans des volumes plus petits. Cela signifie que le fabricant doit produire des petites séries pour satisfaire cette demande. Par conséquent, l'entreprise doit augmenter la fréquence du changement de fabrication qui est souvent et malheureusement accompagné par une perte de production. Beaucoup d'entreprises ont de grandes difficultés à répondre à ces besoins. Les temps de changement des outils les empêchent de produire en série plus petites ; c'est ici qu'intervient le SMED.

Ce dernier, est un outil majeur du lean manufacturing, il permet de réduire le temps de changement de fabrication.

2-1 le lean manufacturing

Lean manufacturing, inventé dans les années 70 par Toyota, les Américains l'ont étendu à l'ensemble de l'entreprise en lui donnant un cadre théorique cohérent.

Plus qu'un mode d'organisation, le Lean Management s'est imposé comme une stratégie d'excellence opérationnelle incontournable pour améliorer les performances de l'organisation. Il a d'ailleurs contribué à propulser bons nombres d'entreprises telles que Toyota, Kia ou Nestlé aux premiers rangs sur le plan mondial ⁴

2-1-1 définition⁵

Le Lean manufacturing est un ensemble intégré de principes, de pratiques, d'outils et de techniques conçus pour éradiquer les causes de mauvaise performance opérationnelle, le lean est une démarche systématique qui tend à éliminer toutes les sources d'inefficacité des chaînes de valeur et à combler l'écart entre la performance réelle et les exigences des clients et des actionnaires. L'objectif du lean est d'optimiser la qualité, les coûts et les délais de livraison, tout en améliorant la sécurité du personnel.

⁴ Oex, Qu'est-ce que le Lean Management?, 2013, consulté le 02/05/2014, <<http://www.oex-online.com/metier/lean-management.html>>

⁵ DREW John ; MCCALLUM Blair; ROGGENHOFER Stefan, 2004, p35, Objectif lean Réussir l'entreprise au plus juste : enjeux techniques et culturels, Éditions d'Organisation, Paris.

La Pensée Lean suggère que pour créer efficacement de la valeur, il est indispensable d'identifier les gaspillages et de les éliminer ou de les réduire, afin d'optimiser les processus de l'entreprise.

2-1-2 Les sept types de gaspillages(MUDA)⁶

Du fait de son origine, le Lean Manufacturing utilise beaucoup de terminologies héritées du Japon, un terme très usité et pertinent dans la philosophie Lean, est le terme « MUDA ». Cela signifie gaspillage.

On distingue 7 types de MUDA ou de gaspillages :

- Produits défectueux ou service déficient, nécessitant une remise en état, un service complémentaire ou une mise au rebut (erreurs).
- Production excessive : produire trop, ou trop tôt, excédant les besoins immédiats (surproduction).
- Stocks : plus que le minimum nécessaire pour réaliser ou satisfaire les besoins des clients.
- Traitement inutile : activité n'apportant aucune valeur au produit ou apport d'une valeur ajoutée supérieure à ce que les clients vont payer (étape sans valeur ajoutée).
- Mouvements ou déplacements de personnes inutiles, qui ne contribuent pas directement à l'ajout de valeur.
- Mouvements inutiles de produits, matériels ou informations.
- Attentes ou file d'attente : délai entre la fin d'une activité et le début d'une autre.

2-1-3 Les Bienfaits du Lean Manufacturing⁷

Les processus du Lean Manufacturing impliquent des vrais changements positifs, productifs dans l'entreprise. Ces changements auront un impact mesurable sur les résultats financiers.

Voici quelques bienfaits du Lean Manufacturing :

⁶ ROUSSEAU Christophe, 2014, p19, Le Lean manufacturing les secrets de la réussite de votre entreprise, Kindle Edition.

⁷ ROUSSEAU Christophe, ibid., p28

- Réduction du temps d'exécution, du temps de cycle et des temps d'attente ;
- Augmentation de capacité;
- Augmentation de la profitabilité;
- Augmentation de la productivité;
- Amélioration de la qualité des produits et services;
- Des processus de fabrication, des produits et services abordables, prêts juste à temps, rationalisés;
- Amélioration des livraisons à temps;
- Satisfaction et fidélisation des clients ;
- Rétention des employés;

2-1-4 Méthodes et outils du lean ⁸

✚ **VSM** : Value Stream Mapping ou «cartographie de la chaîne de valeur».

Représentation graphique de toutes les étapes impliquées dont les flux d'informations et physiques pour fournir un produit, de la commande jusqu'à sa livraison, voire jusqu'à l'encaissement. La VSM permet de mettre en lumière les MUDAs et d'établir un processus amélioré par l'élimination des activités à valeurs ajoutées non nécessaires.

✚ **5S** : 5S est l'abréviation de cinq termes japonais, commençant par un S, utilisés pour créer un bon environnement de travail aux opérations à valeur ajoutée :

- > Seiri signifie trier et éliminer.
- > Seiton veut dire ranger le poste de travail (un emplacement dédié pour chaque chose).
- > Seiso traite du nettoyage quotidien qu'il faut faire pour maintenir le poste en bon état.
- > Seiketsu veut dire organiser, établir et formaliser des règles.
- > Shitsuke désigne la rigueur nécessaire pour maintenir les 4 S précédents jour après jour.

Le 5S est une excellente entrée en matière pour l'organisation du poste de travail qui débouche sur les standards de travail d'une part, et les équipes autonomes d'autre part.

⁸ AFNOR, 2012, Guide APOPECO, amélioration des performances opérationnelle et économiques des Entreprises.

- ✚ **JUSTE A TEMPS** : méthode de gestion des flux dans laquelle le fournisseur livre au client les bons produits avec les quantités exactes au bon moment et au bon endroit. La commande du client déclenche le plus tôt possible la ligne de production. On privilégie le flux tiré (voir Kanban) pour minimiser les stocks d'encours et de produits finis.
- ✚ **KAIZEN** : démarche d'amélioration continue mise en oeuvre sur le terrain de façon graduelle qui repose sur des petites améliorations faites jour après jour, à faible coût, en impliquant tout le monde, en faisant appel au bon sens, tout le temps. Cette démarche peut également prendre la forme de chantiers kaizen, dans un délai défini, appelés parfois kaizen blitz ou kaikaku. L'objectif du kaizen est l'élimination des MUDA sous toutes ses formes. Il s'agit de rendre les tâches plus simples et plus faciles à effectuer. Pour réussir, le kaizen commence par la définition des standards de travail.
- ✚ **KANBAN ou « étiquette »** : le terme kanban correspond à étiquettes ou fiches, qui sont un signal permettant de ne produire que les pièces qui viennent d'être consommées et dans l'ordre de leur consommation.
- ✚ **POKA-YOKE** : signifie « anti-erreur ». Ce sont des détrompeurs pratiques qui empêchent ou préviennent l'apparition des défauts.
- ✚ **TAKT TIME** : le takt time est le rythme idéal pour répondre à la demande du client. Il est associé au lissage des commandes client. Le takt time permet d'établir des programmes de production lissés sur une ou deux semaines.
- ✚ **TPM** : total Productive Maintenance signifie l'optimisation de la maintenance en impliquant de manière collaborative les utilisateurs et les mainteneurs. L'objectif est de réduire le taux des pannes et les durées d'immobilisation des équipements.
- ✚ **SMED** : Single Minute Exchange of Die, changement rapide d'outils ou de réglages. Le but est de descendre en dessous de 10 minutes, puis dans un deuxième temps de pouvoir faire le changement dans le temps d'un cycle de travail.

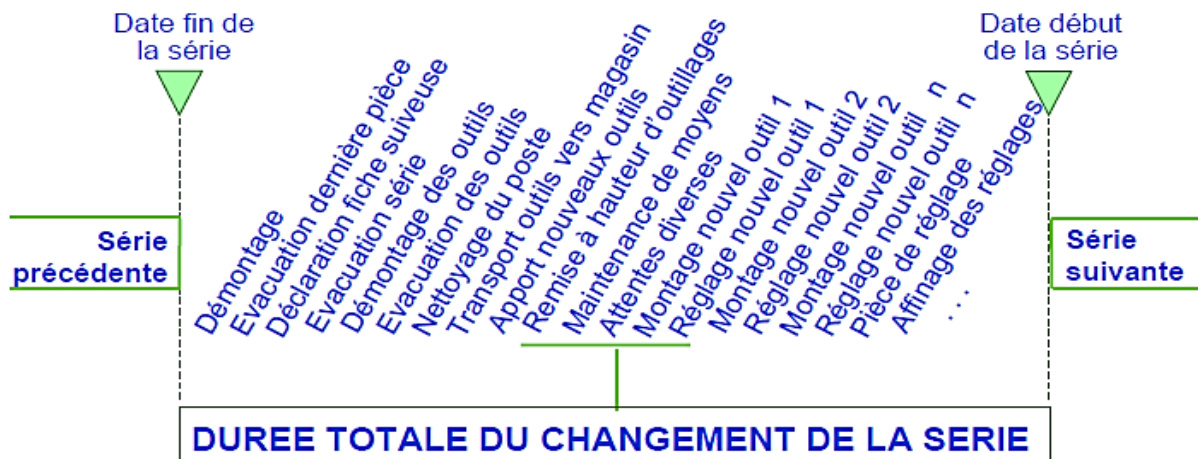
2-2 l'outil SMED

2-2-1 Les concepts attachés à la méthode SMED

a) **Le temps de changement d'outillage** : est le temps écoulé entre la dernière bonne pièce d'une série et la première bonne pièce de la série suivante.

La figure ci-dessous représente toutes les opérations qui sont incluses dans un changement d'outillage.

Figure n° 03 : les opérations d'un changement d'outillage.



Source : www.scenaris.com

b) La notion d'opération interne et d'opération externe ⁹

Lors d'un changement d'outillage, on peut différencier deux types d'opérations :

- **Les opérations internes** : sont impérativement effectuées machine arrêtée (monter et démonter les outillages, par exemple).
- **Les opérations externes** : peuvent être effectuées pendant que la machine fonctionne (par exemple, sortir les outillages et les réintégrer au magasin).

Bon nombre des tâches que nous effectuons actuellement machine arrêtée peuvent, en réalité, être effectuées machine en marche.

⁹ LECONTE thierry ,2008,p14,La pratique du SMED ,édition d'organisation EYROLLES ,Paris.

2-2-2 Définition de la méthode SMED

Le terme SMED est l'abréviation de l'anglais **Single Minute Exchange of Die**, ce qui se traduit souvent par «**changement rapide d'outillage**» ou encore par «**Changement d'outillage en moins de 10 minutes** ».

L'Association française de normalisation (AFNOR) définit SMED comme une « *Méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié.* »¹⁰

3-2-2 Les avantages apportés par le SMED

- Réduire des temps d'arrêt.
- Diminuer le stock en produisant des séries plus courtes.
- Accroître la productivité.
- Améliorer les conditions de travail par l'élimination des tâches pénibles, difficiles ou dangereuses.

¹⁰ La norme AFNOR NF X 50-310

SECTION 3 : LE PROJET DE L'ETUDE

3-1 Contexte et périmètre :

Suite à plusieurs entretiens réalisés avec le responsable de la maintenance nous avons retenu les points suivant :

- Afin de changer la fabrication, la ligne PET subit des arrêts très longs qui peuvent aller jusqu'à 10 heures. Cette ligne est responsable de la fabrication de trois différents formats.
- Au niveau de l'atelier carton, chaque ligne est dédiée à la fabrication d'un format bien spécifique avec différents goûts.

Le tableau suivant représente les changements de fabrication effectués au niveau de l'entreprise :

Tableau n° 03 : les changements de fabrications

Atelier	Type de changement	Opérations principales	Durée
PET	Changement de format (33 cl -125 cl- 200 cl)	<ul style="list-style-type: none"> • Changement d'outillage • Nettoyage 	10h
Carton	Changement de goût (orange- cocktail....)	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage 	1 à 2 h

Source : élaboré par nous-même

En effet, et dans le but de réduire le temps consacré pour le changement de format, nous avons choisi d'appliquer le SMED dans l'atelier PET.

3-2 la méthodologie choisie

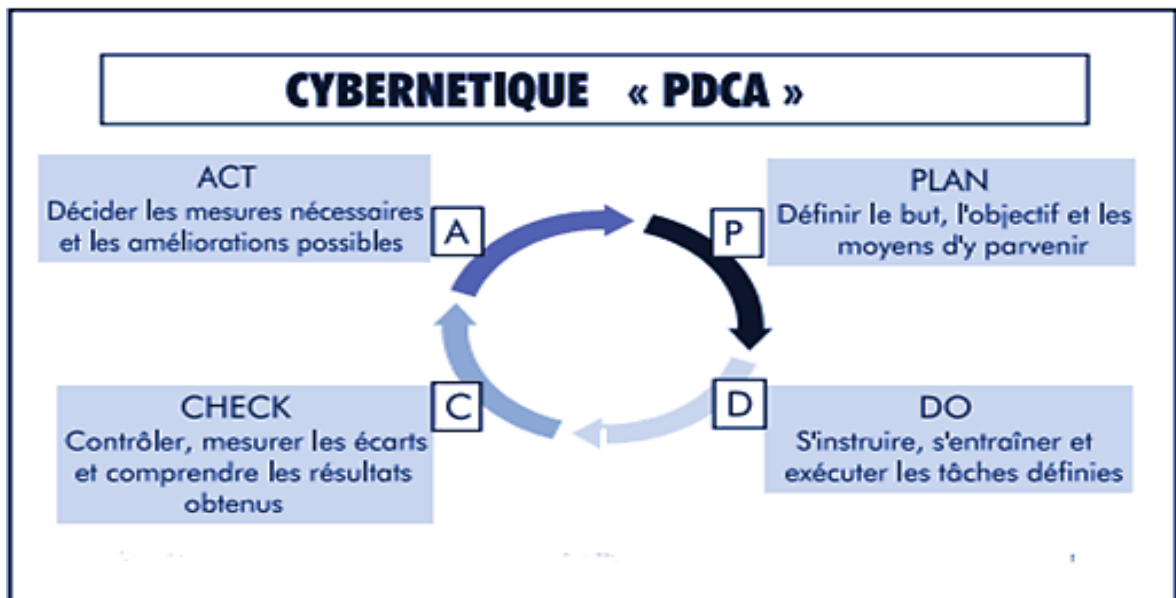
Comme toute démarche d'amélioration, le SMED suit la logique **PDCA**, qui permet d'avoir une méthode structurée et de mettre en œuvre les solutions les plus appropriées et pérennes.

3-2-1 Définition du cycle PDCA :¹¹

Dés 1950, Deming introduit la dynamique de l'amélioration continue, qu'il avait découverte dans le principe des études statistiques dans le cycle de Shewhart. Le Japon l'a retenu sous le nom de « cycle PDCA de Deming ».

C'est bien plus tard en Amérique, et maintenant en Europe, que l'on a découvert toute la puissance de cet outil très simple et porteur d'une méthode.

Figure n° 04 : La cybernétique PDCA



Source :livre « Le guide du PDCA de Deming »

Le terme de « cycle » suggère qu'à l'issue de contrôle des résultats, si l'objectif n'est pas atteint, il y a lieu d'interpréter les écarts et de comprendre les tendances. Le cycle se déroule

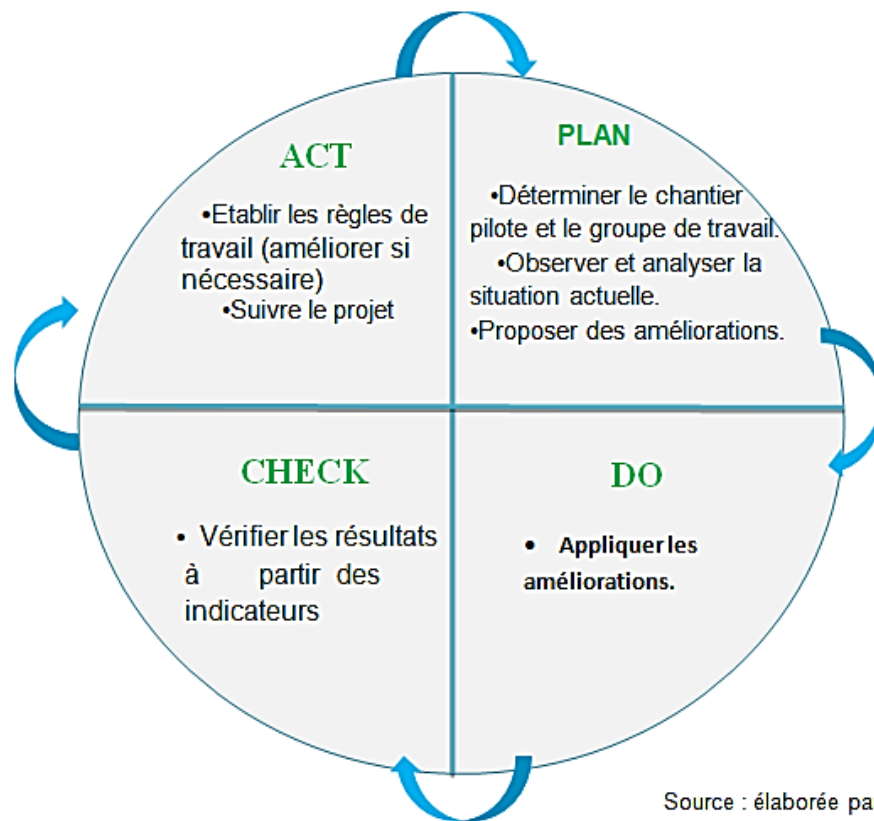
¹¹ CHARDONNET André, THIBAUDON Dominique, 2003, p20, le guide du PDCA de Deming, édition d'organisation, Paris

une nouvelle fois avec un nouvel objectif, jusqu'à ce que soient atteints et compris les nouveaux résultats.

3-2-2 l'application du PDCA au SMED

La figure ci-dessous représente les différentes phases de la mise en place de l'outil SMED selon le cycle PDCA.

Figure n° 05 : Le PDCA appliqué au SMED



CHAPITRE 02
CHOIX ET PREPARATION DU
CHANTIER SMED

SECTION 1 : DESCRIPTION DE L'UNITE DE PRODUCTION PET

L'atelier PET est équipé d'une seule ligne de production assurant la fabrication de trois différents formats de bouteille de jus (33 cl, 125 cl et 200 cl).

1-1 l'organisation de l'atelier PET

La ligne PET comprend :

- La souffleuse ;
- Le convoyeur à air qui permet le transport des bouteilles de la souffleuse vers la remplisseuse ;
- La remplisseuse aseptique son rôle est le remplissage et le bouchage des bouteilles ;
- Le convoyeur mécanique assure le transfert des bouteilles remplies bouchées vers l'étiqueteuse ;
- L'étiqueteuse ;
- La fardeleuse ;

Le groupe de production garantit le bon fonctionnement du processus de fabrication et d'emballage du produit. Ce groupe a pour principales missions : La mise en marche des machines, la vérification ou l'expertise des opérations et des produits, ainsi que le suivi des installations.

De son côté, le responsable d'atelier contrôle l'unité de production, pour cela, Il implémente le programme de fabrication selon les fins qu'il doit atteindre tout en veillant au respect des mesures d'hygiène, de sécurité et d'environnement.

Les membres du personnel (opérateur, conducteur machine, chef de ligne,...) contribuent à la conduite des lignes de production. Leurs tâches se récapitulent à :

- Garantir la gestion technique et l'assistance de l'équipement.
- Attester la qualité du bien fini.
- Assurer les changements de formats.
- Réagir dans les plus brefs délais de tout dysfonctionnement des installations.
- collaborer avec toutes les équipes techniques du site (maintenance, qualité, sécurité, ordonnancement...).

1-2 les étapes de production

1-2 -1 La réception de la matière première

Les matières premières utilisées par la société sont soit achetées localement soit Importées de divers fournisseurs internationaux.

La réception des matières premières importées s'effectue au niveau du port de Bejaia, ainsi que le stockage qui se fait à une température de -18 °c dans des frigo-stocks situés à proximité du port.

Les matières premières importées pour la siroperie sont :

- Les concentrés de fruits
- Les cellules orange aseptique
- La pectine : assure l'homogénéité du produit fini
- Le prémix : c'est un mélange de six vitamines
- L'acide cétrique
- Le sucre liquide
- Le sucre cristallisé en cas de rupture de stock précédent.

Pour le conditionnement nous avons :

- Les préformes PET et Les cartons ondulés de suremballage: sont achetés localement ;
- La colle ;
- Les étiquettes ;
- Les bouchons.

1-2 -2 la siroperie

La siroperie a pour rôle la production du produit semi-fini dont les quantités des différents ingrédients sont déterminées selon la recette de chaque parfum et régulées à partir d'un tableau de commande (pupitre).

Le processus commence par le stockage des matières premières dans des cuves de dépotage, avant qu'elles soient transférées vers l'agitateur, qui assure le malaxage des différents composants du produit (acide citrique, sucre, pectine, ...etc.)

Par la suite, et en vue de stabiliser la production et d'éviter les ruptures, le produit semi-fini sortant de l'agitateur, sera stocké au niveau du bac tampon qui a la capacité d'alimenter la production pendant 48 heures.

Après une pasteurisation à une température de 95 °c, le produit subit un refroidissement avec l'eau glacée ; ce dernier est en suite envoyé à l'homogénéisateur qui assure l'uniformisation du produit, pour qu'il soit finalement stocké dans un tank stérile d'une capacité de 20000L, dont la durée maximale de stockage est de trois jours.

Le tank stérile permet une production continue avec une qualité constante même lors de l'arrêt de la conditionneuse PET

1-2- 3 Le conditionnement aseptique

Le conditionnement aseptique consiste à remplir une boisson stable biologiquement (traitée par flash pasteurisation) dans un emballage stérile sous environnement stérile.

La fermeture stérile et étanche de la bouteille, évite la contamination du produit stérile et ne nécessite pas un traitement thermique après embouteillage.

Le procédé aseptique évite toute contamination via l'air, l'emballage ou le matériel par des micro-organismes d'altération ou des pathogènes, des bactéries des levures et autres moisissures.

La ligne aseptique, permet le conditionnement à froid des bouteilles en PET.

Avant le remplissage, et au niveau de la souffleuse les préformes sont chauffées puis soufflées par de l'air stérile puis elles sont transférées vers la remplisseuse par un convoyeur à air.

Les bouchons et les bouteilles sont par la suite traités par l'acide per acétique et rincés avec de l'eau stérile. Le vide qui reste après le remplissage des bouteilles sera remplacé par de l'azote afin de minimiser le taux d'oxygène et donc éviter la fermentation du produit.

2-2-4 Le suremballage

Une fois la boisson est mise dans l'emballage approprié, le produit obtenu passe au Suremballage qui consiste à :

- Coller les étiquettes
- Marquer la date

Le produit sera ensuite rangé dans des palettes, qui seront stockées dans des magasins à l'usine ou dans des dépôts externes.

SECTION 2 : CHOIX DU CHANTIER SMED (PRES SMED)

Avant d'engager la démarche SMED et afin d'assurer son succès, Il convient de distinguer dans l'atelier de production les machines qui méritent le SMED ; c'est le Chantier pilote.

Les critères de choix ¹²:

- un poste représentatif de la production.
- une ressource contrainte significative.

Cette sélection est donc très importante et ne peut en aucun cas être aléatoire ; elle doit pouvoir affirmer facilement la pertinence de la méthode afin de convaincre et faire adhérer l'ensemble de l'entreprise à la démarche.

Le changement de format dans l'unité de production PET se fait généralement **deux fois par semaine** au niveau des ressources suivantes :

- La souffleuse
- L'étiqueteuse
- La remplisseuse
- La fardeleuse
- Le convoyeur à air
- Le convoyeur mécanique

Le temps de changement de format de chacune de ces machines est approximativement 2h, seulement l'ouverture de la remplisseuse aseptique pour le changement de pièces doit être impérativement suivi par un NEP de 7 à 8 heures, ce dernier augmente le temps d'arrêt de la machine à 10h ; dans ce temps-là c'est tout l'atelier qui est en état d'arrêt.

Le changement de format de la souffleuse, de l'étiqueteuse, de la fardeleuse et des deux convoyeurs se fait en temps masqué, pendant que la remplisseuse est en NEP.

¹² http://www.qualiteonline.com/rubriques/rub_3/dossier-52-la-methode-smed.html#doc

Par conséquent, nous avons choisi la remplisseuse aseptique pour appliquer la méthode SMED, vu qu'une amélioration dans le temps de changement de format de cette machine implique une diminution du temps d'arrêt de toute l'unité de production (PET).

2-1 Description du chantier pilote

La remplisseuse aseptique permet le remplissage d'une boisson stable dans un emballage stérile tout en assurant :

- La conservation longue durée du produit, (plus de 6 mois) à température ambiante, sans ajout de conservateurs.
- La Préservation des qualités organoleptiques de la boisson, grâce au remplissage à froid.
- La maîtrise des risques microbiologiques avec un taux de non stérilité équivalent au soutirage à chaud.

2-2 Les étapes de production de la remplisseuse

- **La stérilisation des bouteilles** : Avant l'opération de remplissage, les bouteilles en plastique sont stérilisées par l'acide peracétique : en premier lieu, elles sont remplies de solution chimique de stérilisant en passant sur un convoyeur durant un temps de contact déterminé ; ensuite elles sont renversées pour vider la solution chimique ; puis elles seront rincées à l'eau stérile pour éliminer les résidus des produits chimiques avant remplissage.

Le temps de passage des bouteilles dans la remplisseuse est très court grâce au système de transfert par col.

Figure n° 06: Transfert des bouteilles par col.



Source www.dairy-bottle-filling-machines.com

- **Azotage des bouteilles** : pour éviter l'oxydation ou la croissance des micro-organismes, il est indispensable d'éliminer l'oxygène présent dans les bouteilles, qui est facteur de vieillissement du produit, par un balayage à l'azote, avant et après le remplissage.
- **Stérilisation des bouchons** : elle se fait à travers le traitement des bouchons par l'APA, et un rinçage par l'eau stérile, suivi par un séchage avec l'air stérile.
- **Remplissage et bouchage**: après le remplissage et le post azotage des bouteilles, ces dernières seront fermées par des bouchons qui ont été déjà stérilisés.

2-3 Le Nettoyage en place (NEP) :

Il consiste au nettoyage de tous les équipements de l'atelier, d'une ligne, d'une machine ou d'une conduite, Il dure de deux heures à huit heures de temps selon le cas.

Les fréquences de nettoyage se font comme suit :

- ✚ Le nettoyage des équipements d'une ligne après le changement de format.
- ✚ Le nettoyage de tous les équipements chaque 120 heures (72 heures en été), pour éliminer tous les éléments qui peuvent nuire directement ou indirectement à la production ou à la qualité du produit.

2-4 Le changement de format de la remplisseuse aseptique

Après l'arrêt de la machine, le changement de format débute par le prélèvement des échantillons, pour l'analyse microbiologique du produit et de ses résidus sur la machine ; ce prélèvement se fait par l'intervention d'un laboratoire externe ; une fois cette mission est clôturée, un opérateur (conducteur de la remplisseuse aseptique) est chargé de remplacer les pièces, dans trois différents coins de la machine par d'autres, compatibles avec le format de la bouteille que l'entreprise souhaite produire.

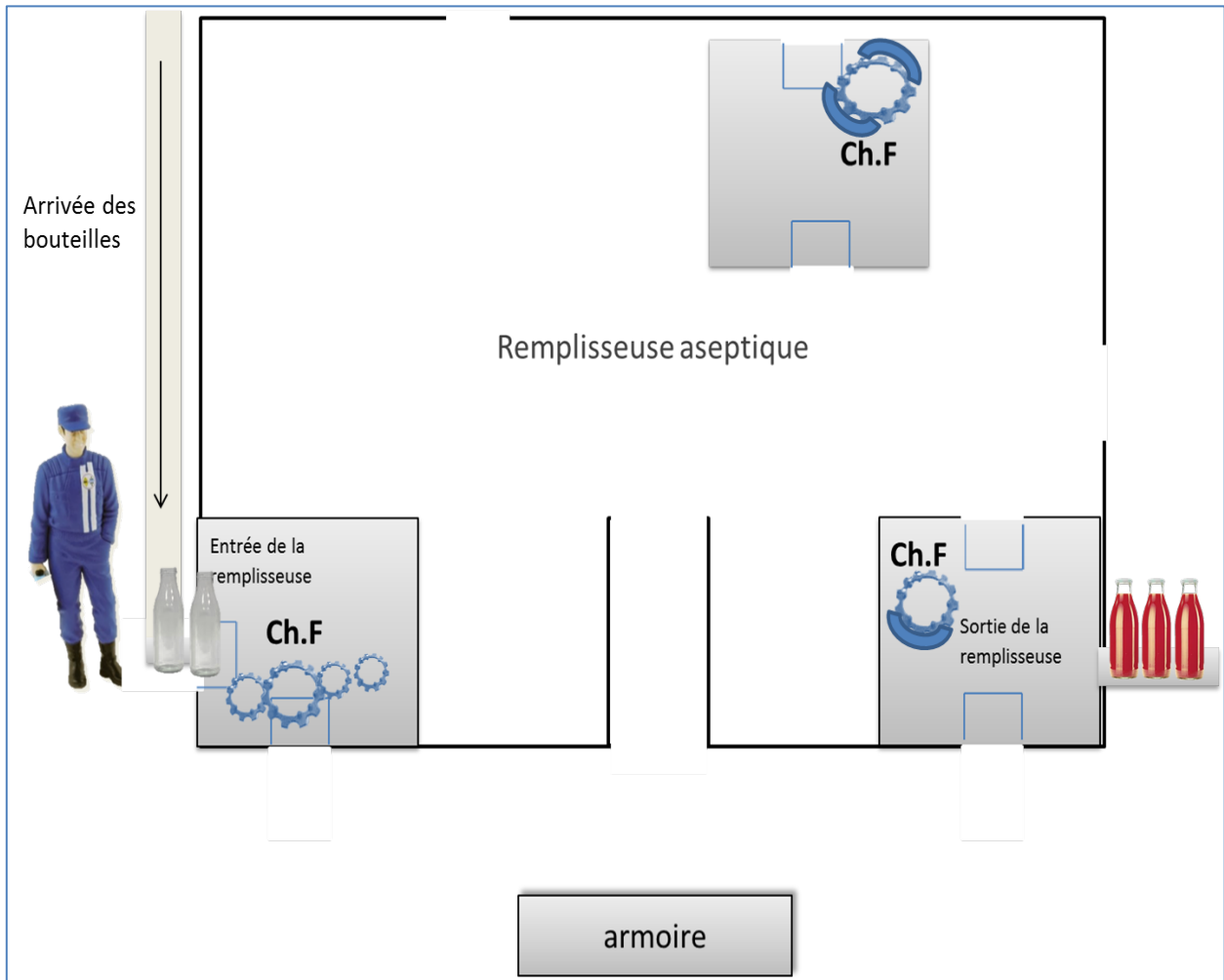
Les pièces à changer sont :

- **Le portillon** : est une sorte de barrière placée à l'entrée de la remplisseuse pour réguler l'accès des bouteilles, selon la cadence de la production.
- **Les deux vis sans fin** : assurent le transport des bouteilles vers l'étoile d'entrée.
- **Les étoiles** : sont les pièces porteuses de bouteilles durant tout le processus de remplissage, elles fonctionnent grâce à un mouvement rotatif engendrant le passage des bouteilles d'une étoile à une autre.
- **Les guides** : ils sont de différentes formes, empêchent la déviation et la tombée des bouteilles à l'intérieure de la machine.

L'opérateur fini sa tâche par l'évacuation des bouchons en dehors de la machine puis lance le NEP.

Figure n° 07 : Changement de format dans la remplisseuse aseptique.

Ch.F représente l'abréviation du changement de format.



Source : élaborée par nous-même

2-5 Préparation du chantier SMED :

Une fois le chantier est défini, il est indispensable de

- s'assurer de la disponibilité du matériel nécessaire au bon déroulement du chantier d'amélioration ; tel que le matériel vidéo.
- constituer un groupe de travail.
- initier le groupe à la méthode SMED.

2-5-1 La disponibilité du matériel :

L'animateur est responsable de l'ensemble des moyens à mettre en œuvre et veillera à les réunir avant la première réunion.

- un caméscope pour créer le support de travail.
- un ordinateur permettant de visualiser le support.
- une salle de travail de préférence à proximité du chantier étudié.

2-5-2 La constitution du groupe de travail

Le groupe des participants à la mise en œuvre de la méthode SMED doit être pluridisciplinaire et regroupe des acteurs susceptibles d'apporter des solutions au problème.

Les acteurs participant sont

- ✓ Le responsable maintenance PET ;
- ✓ Le conducteur de la remplisseuse aseptique ;
- ✓ Nous-même.

2-5-3 Sensibilisation du groupe de travail à la méthode SMED :

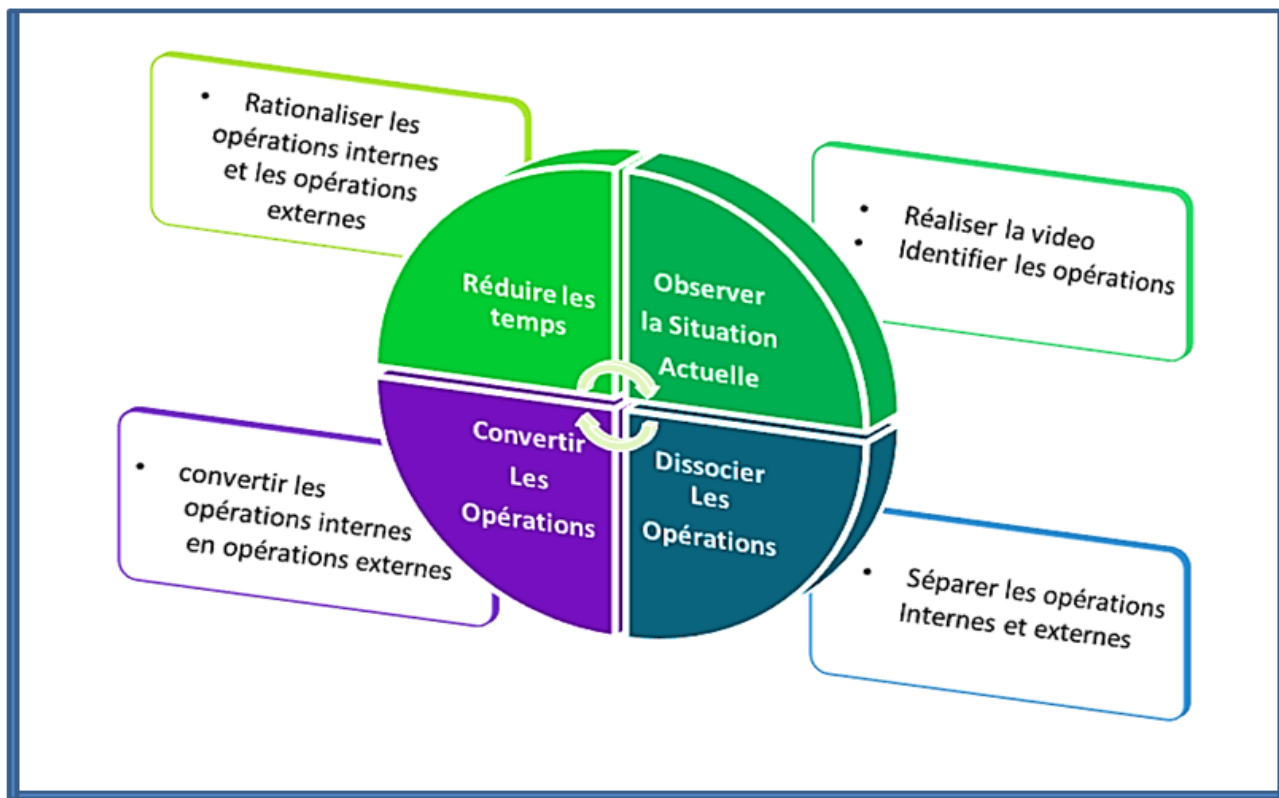
La sensibilisation à la méthode SMED du personnel de NCA Rouïba n'a pas été si facile pour nous, en raison de la non disponibilité de toutes les équipes en même temps. Pour cela, nous avons procédé par sensibiliser les techniciens et les responsables individuellement et d'une manière continue.

CHAPITRE 03
LA MISE EN PLACE ET LE SUIVI DE
L'OUTIL SMED

SECTION 1 : LA MISE EN PLACE DE L'OUTIL SMED

Avant d'entamer la phase active d'amélioration, il convient de mentionner que la sécurité des employés vient en premier lieu en relevant et en traitant toutes les opérations comportant des risques. Par la suite et lors de la réalisation du plan d'actions les solutions suggérées ne doivent en aucun cas compromettre la sécurité, les conditions de travail et l'ergonomie.

Figure n° 08 : les étapes de la méthode SMED.



Source :Elaborée par nous-même

1-1- Observation et analyse de la situation actuelle

Cette phase consiste à l'identification et l'analyse des opérations réalisées lors du changement de format.

Pour le recueil des informations nous avons utilisé plusieurs moyens d'investigation

- Les entretiens avec le responsable de la maintenance PET et les conducteurs de la remplisseuse ;
- Les déplacements sur terrain ;

- L'enregistrement de la vidéo qui retrace parfaitement la chronologie de l'ensemble des activités associées au changement de format.

Pour bien préparer cet enregistrement nous avons expliqué aux acteurs en toute transparence, le but de l'opération ainsi que ses avantages.

1-1 -1- La réalisation de la vidéo

L'enregistrement de la vidéo permet de saisir les informations, et de les analyser par la suite avec le groupe de travail, dans une salle de réunion, sans perturber l'atelier.

Il sera donc possible de décomposer les opérations, et d'examiner les problèmes en revenant sur certaines actions si nécessaire et chacun est sûr d'observer les mêmes faits.

a) Périmètre de la vidéo

La vidéo prendra en compte l'ensemble du temps de changement de format de la remplisseuse aseptique, depuis la dernière bonne pièce de la série précédente jusqu'au démarrage du NEP ; elle sera effectuée dans les conditions de tous les jours.

Après avoir été informés par l'heure du changement de format, nous avons enregistré la vidéo nous-même.

Remarque : Nous avons limité notre étude, à l'analyse des opérations faites à partir de l'arrêt de la machine, jusqu'au démarrage du NEP, car aucune amélioration ne peut être apporté à ce dernier qui est automatisée (NEP).

b) L'effet caméra

Sachant qu'ils seront filmés, les opérateurs préparent mieux leur intervention. C'est l'«effet caméra».

La présence de la caméra élimine les perturbations extérieures :

- les opérateurs ne sont pas interrompus pour intervenir en urgence sur une autre ligne
- leurs collègues n'osent pas venir les perturber.

Nous avons enregistré une vidéo de **4406 seconde**, soit **1 heure, 13 minutes et 26 secondes**.

Tableau n° 4: l'effet caméra

Temps de changement moyen	Temps de changement requis	Effet caméra
1h 45 min	1 heure -13 minutes et 26 secondes	31 minutes et 34 secondes

Source :Elaboré par nous- même

1-1-2 Identification des opérations

À partir de la vidéo nous avons dressé la liste des différentes opérations élémentaires constituant le changement d'outillage. Cette décomposition a été faite par nous-même en examinant plusieurs fois le film vidéo.

Nous avons utilisé comme unité mesure de temps la seconde.

Une feuille d'observation résume l'ensemble des opérations élémentaires observées, ainsi que les temps passés. Elle comporte :

- ✓ la liste des opérations élémentaires ;
- ✓ les temps élémentaires ;
- ✓ les temps cumulés.

Tableau n° 05 : la fiche d'observation.

N°	Les opérations	Temps élémentaire	temps cumulé(s)
1	attente pour prélèvement des échantillons	420	420
2	prélèvement des échantillons	240	660
3	pose de la moitié des pièces à monter près de la machine	412	1072
4	dévissage des boulons du guide à démonter	17	1089
5	démontage du guide	6	1095
6	vissage des boulons du guide démonté	18	1113

7	démontage des vis sans fin et dépôt dans la machine	6	1119
8	recherche de l'escabeau	31	1150
9	montée à l'intérieur de la machine	9	1159
10	dévissage d'un deuxième guide	7	1166
11	démontage du guide et du portillon et dépôt à l'intérieur de la machine	12	1178
12	descente de la machine	7	1185
13	déplacement vers un autre accès à la machine	5	1190
14	pose de la moitié des pièces démontées au sol près de la machine	20	1210
15	déplacement vers l'armoire et retours de la moitié des pièces	18	1228
16	réglage de la hauteur de la machine	111	1339
17	réglage de la hauteur de la machine	77	1416
18	recherche de la clé plate	15	1431
19	retours des autres pièces vers armoire	12	1443
20	transport des pièces à monter (étoile, 2 guide ,1 portillon et 2 vis sans fin) vers l'intérieur de la machine	71	1514
21	montage des 2 vis sans fin	35	1549
22	dévissage du petit guide à monter	16	1565
23	montage du guide	26	1591
24	vissage du guide	28	1619
25	déplacement vers l'autre accès	8	1627
26	montée à l'intérieur de la machine	6	1633
27	montage portillon et guide	45	1678
28	montage de demi-étoile	54	1732
29	vissage	27	1759
30	montage de demi-étoile	24	1783
31	vissage	28	1811
32	descente machine	55	1866
33	déplacement vers un autre accès à la machine (sortie-machine)	5	1871
34	dévissage manuel d'un guide	20	1891
35	dépôt du guide démonté près de la machine	16	1907

36	recherche marteau	9	1916
37	desserrage étoile avec marteau	9	1925
38	démontage de l'étoile	10	1935
39	pose de l'étoile près machine	5	1940
40	réglage de la hauteur de la machine	89	2029
41	déplacement des pièces à monter dans la machine (étoile et guide)	25	2054
42	déplacement vers un autre accès à la machine	30	2084
43	montage défectueux des 2 pièces de l'étoile	24	2108
44	Ajustement	5	2113
45	démontage première pièce	6	2119
46	Ajustement	56	2175
47	démontage des deux pièces	6	2181
48	ajustement puis montage	16	2197
49	ajustement avec marteau	8	2205
50	retour vers l'autre accès	17	2222
51	montage du guide	5	2227
52	vissage du guide	20	2247
53	recherche vis (armoire)	11	2258
54	tri et recherche	88	2346
55	déplacement retours machine	6	2352
56	pose des vis à l'intérieur de l'étoile	8	2360
57	déplacement avec le guide sans étoile	33	2393
58	pose du guide et des vis près de la machine	9	2402
59	déplacement recherche étoile et pince (et retour machine)	50	2452
60	dévissage guide	4	2456
61	pose au sol	10	2466
62	dévissage du guide 2	13	2479
63	pose au sol	5	2484
64	dévissage d'une demi-étoile	70	2554
65	pose au sol	9	2563
66	dévissage d'une demi-étoile	75	2638
67	pose au sol	4	2642

68	montage d'une demi-étoile et essai de vissage	145	2787
69	déplacement vers autre un accès et prise de l'escabeau	29	2816
70	vissage de l'étoile sur l'escabeau	58	2874
71	retour vers l'autre accès	23	2897
72	montage d'une demi-étoile	33	2930
73	vissage et serrage avec pince	71	3001
74	montage du guide	43	3044
75	vissage du guide, essai du vissage (vis non adéquat)	22	3066
76	déplacement vers armoire	16	3082
77	recherche vis	19	3101
78	retour vers l'autre accès	18	3119
79	essai de vissage	22	3141
80	tri vis	11	3152
81	déplacement vers armoire	18	3170
82	recherche et tri vis	82	3252
83	retour vers machine	18	3270
84	essai de vissage (vis non adéquat)	44	3314
85	déplacement vers armoire	119	3433
86	vissage (manque vis)	173	3606
87	vérification des vis	102	3708
88	déplacement recherche vis	248	3956
89	Vissage	7	3963
90	préparation et placement des sacs en plastique	115	4078
91	évacuation des bouchons dans les sacs	302	4380
92	récupération du marteau de l'intérieur de la machine	26	4406
Total		4406 (s)	

Source : élaborée par nous-même.

D'après la fiche d'observation nous avons remarqué la récurrence de certaines opérations telles que les déplacements au tour de la machine et la recherche des outils.

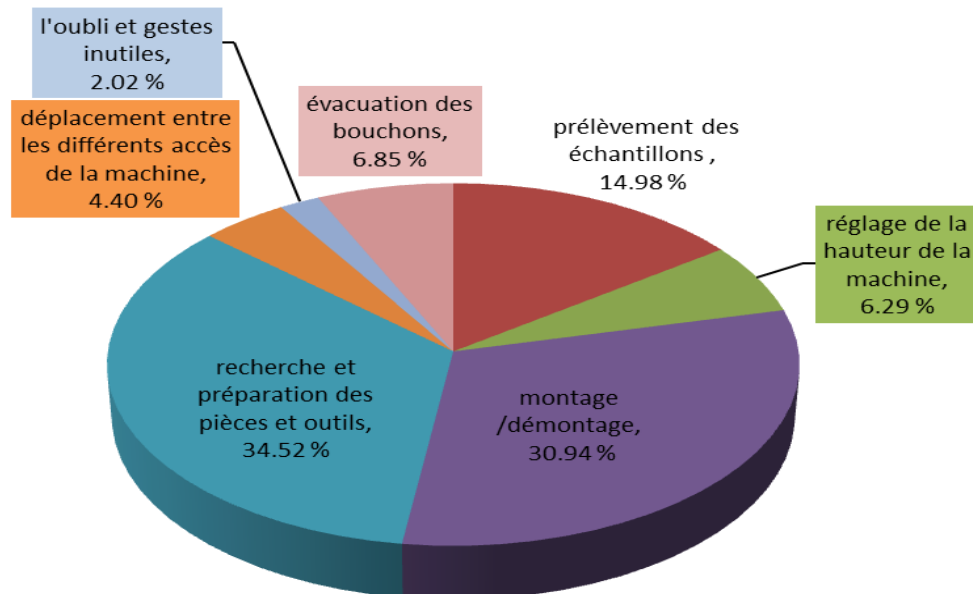
Pour une analyse plus pertinente du changement de format, nous avons opté pour l'accumulation des opérations de même nature en une seule opération.

Tableau n° 06 : Classification des opérations selon leur nature.

Les opérations	Durée	Pourcentage
Prélèvement des échantillons	660	14.98
Réglage de la hauteur de la machine	277	6.29
Montage /démontage	1363	30.94
Recherche et préparation des pièces et outils	1521	34.52
Déplacement entre les différents accès de la machine	194	4.40
L'oubli et gestes inutiles	89	2.02
Evacuation des bouchons	302	6.85
Total	4406	100

Source : élaboré par nous même.

Un diagramme circulaire de la répartition du temps par nature permet de compléter la visualisation.

Figure n° 09 : La répartition du temps par nature.

Source : élaborée par nous-même.

Le graphique ci-dessus illustre la répartition du temps du changement de format. En d'autres termes, chaque partie représente le temps que passe un ouvrier dans chaque opération.

Nous constatons que **34.52%** du temps encouru le passe l'ouvrier à chercher les outils et préparer les pièces, tandis qu'il :

- Monte/ démonte les pièces en 1394 secondes, soit un taux de **30,94%**.

- Prélève les échantillons en 660 secondes, soit un taux de **14,98%**.

1-1-3 analyse des opérations

Pendant la réalisation de la vidéo nous avons relevé les points suivants :

- Un désordre dans l'armoire contenant les outils et les pièces de changement de format ;
- De grands sachets en plastique à proximité de la remplisseuse aseptique contenant des bouchons ;
- Un tuyau pour le nettoyage traversant le passage de l'opérateur ;
- L'eau se trouvant au sol, émane d'un problème au niveau du système d'évacuation de l'atelier, et qui présente un risque de glissade pour l'opérateur.

Nous allons prendre en considération tous ces points cités ci-dessus lors de la suggestion des améliorations car ces derniers n'ont pas d'impact direct sur le temps de changement de format mais qui peuvent causer :

- La démotivation de l'opérateur effectuant le changement de format ;
- Des accidents de travail.

Par la suite, plusieurs examens de la vidéo nous ont permis de dévoiler l'existence de faits et gestes, perturbant l'opération de changement de format et générant une perte de temps

Le tableau suivant résume l'analyse de toutes les opérations :

Tableau n° 07 : Analyses des situations- problèmes

L'opération	La situation-problème	Les causes	Les conséquences	Nombre d'occurrence	Durée (seconde)
Attente pour prélèvement des échantillons	Après l'arrêt de la machine, les opérateurs sont en attente de l'arrivée des experts du laboratoire externe pour l'analyse microbiologique du produit, et de ses résidus sur la machine ; avant l'arrivée de ces derniers et la prise des échantillons, aucun changement de format ne peut être réalisé.	<ul style="list-style-type: none"> • problème de coordination 	<ul style="list-style-type: none"> •Perte de temps •Démotivation des employés 	01	420
pose et ramassage des pièces du sol	L'opérateur pose les pièces démontées et ramasse celles à monter à chaque fois du sol. (les pièces sont souvent lourdes)	<ul style="list-style-type: none"> • manque de moyens (chariot porte-pièce) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de temps •tâche difficile 	09	103
dévissage des pièces à monter	avant le montage, l'opérateur dévisse les boulons du guide et il les revisse après le montage	<ul style="list-style-type: none"> •défaut de préparation et d'organisation de l'outillage •absence de la 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de temps 	01	16

		procédure			
Recherche des pièces et outils	L'opérateur fait trop de déplacements entre l'armoire et le lieu de changement afin de chercher l'outillage nécessaire pour l'opération	<ul style="list-style-type: none"> • défaut de préparation et d'organisation de l'outillage • manque de moyens 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de temps •Tâche difficile 	12	1521
Déplacement entre les différents accès de la machine	Afin d'effectuer quelques montages, l'opérateur fait trop de déplacements, il se trouve obligé de rentrer plusieurs fois dans la machine en utilisant un escabeau à 2 marches.	<ul style="list-style-type: none"> • manque d'effectif 	<ul style="list-style-type: none"> •perte de temps •tâche difficile 	12	194
rangement du matériel démonté	Après le démontage, l'opérateur revisse les boulons du guide ensuite transporte en deux fois les pièces démontées vers l'armoire.	<ul style="list-style-type: none"> • absence de procédure 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de temps 	02	48

Montage difficile ou défectueux	<ul style="list-style-type: none"> • Pour le montage d'une étoile qui est composée de 2 pièces, l'opérateur place la première puis la deuxième, après plusieurs tentatives d'ajustement il démonte les deux pièces pour les associer au sol ensuite il les remonte en même temps et les fixe par un marteau. • Avant le montage l'opérateur glisse les vis dans les trous d'une étoile ensuite il l'amène vers un autre accès de la machine, et lors du montage il fait tomber les vis suite à une manipulation de cette dernière. 	<ul style="list-style-type: none"> • absence de procédure • manque de moyens 	<ul style="list-style-type: none"> •Perte de temps •Tâche difficile 	02	250
L'oubli des outils à l'intérieure de la machine	Après l'utilisation de la clé plate et du marteau l'opérateur se déplace pour effectuer d'autres opérations puis revient au premier endroit pour la récupération des outils qui a oublié à l'intérieure de la machine.	<ul style="list-style-type: none"> •manque de moyen (chariot) •absence de procédure 	<ul style="list-style-type: none"> •Perte de temps •Peut etre cause d'arret de la machine 	02	41

Source : élaboré par nous même.

Analyse Pareto des situations-problèmes :

Nous allons se servir du diagramme de Pareto, afin de déceler les 20 % des problèmes qui ont généré 80 % des pertes

a- la loi de Pareto :

La loi de Pareto, également connue sous le nom de loi des 80/20 est une proportion remarquable mise en évidence par Vilfredo Pareto (1848-1923). Elle s'énonce de la manière suivante : « 80% des effets sont générés par seulement 20% des causes » ou pour ceux qui préfèrent la version complémentaires (loi des 20/80), « 20% des causes génèrent 80% des effets »¹³.

b- Construction du diagramme de Pareto

Dans un fichier Excel nous avons classé les situations-problème selon les durées par ordre décroissant, ensuite nous avons calculé les pourcentages et les pourcentages cumulés.

Tableau n° 08 : La répartition des durées de situations- problèmes.

situation-problème	durée	pourcentage	pourcentage cumulé
recherche et préparation des pièces et outils	1521	58.66	58.66
Attente pour les prélèvements des échantillons	420	16.20	74.86
montage difficile ou défectueux	250	9.64	84.50
déplacement entre les différents accès de la machine	194	7.48	91.98
pose et ramassage des pièces du sol	103	3.97	95.95
rangement du matériel démonté	48	1.85	97.80
l'oubli des outils à l'intérieur de la machine	41	1.58	99.38
dévisage des pièces à monter	16	0.62	100.00

Total 2593

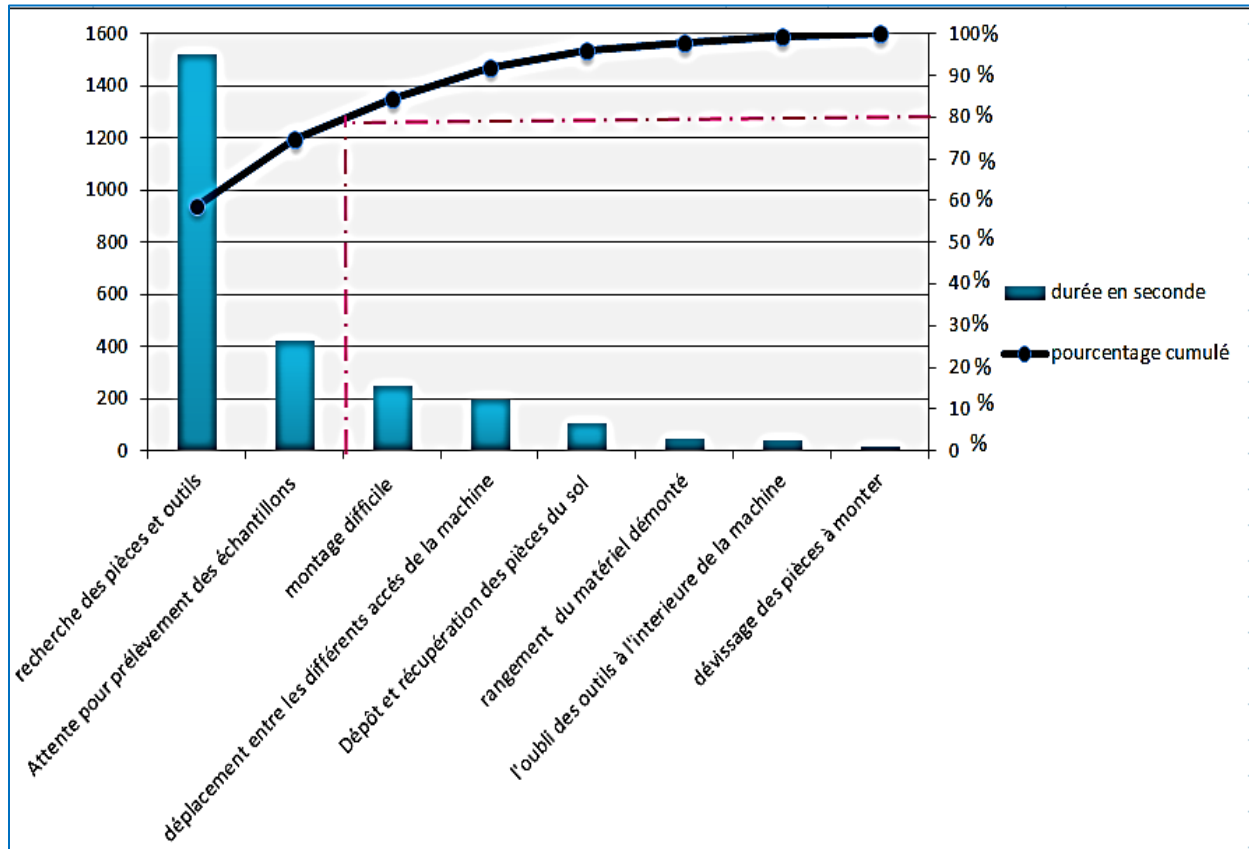
Source : élaboré par nous même.

¹³ www.pearltrees.com consulté le 01/06/2014, <<http://www.pearltrees.com/soeg7364>>

c- Diagramme Pareto :

Est un outil particulièrement utile pour analyser, prendre des décisions et communiquer. Ce diagramme se présente sous forme d'un histogramme affichant la distribution ou la dispersion des valeurs par classes dont les items sont triés dans l'ordre décroissant de gauche vers la droite.

Figure n° 10 : Diagramme Pareto des situations- problèmes



Source : élaborée par nous-même

Nous constatons que 80 % des dysfonctionnements sont produits par :

- ✓ la recherche des pièces et outils ;
- ✓ l'attente pour prélèvement des échantillons.

Afin de réduire significativement le taux de dysfonctionnement Il est évident que les améliorations apportées doivent être concentrées sur ces deux opérations.

1- 2- dissocier les opérations :

Il convient dans cette étape de distinguer les opérations internes des opérations externes ;

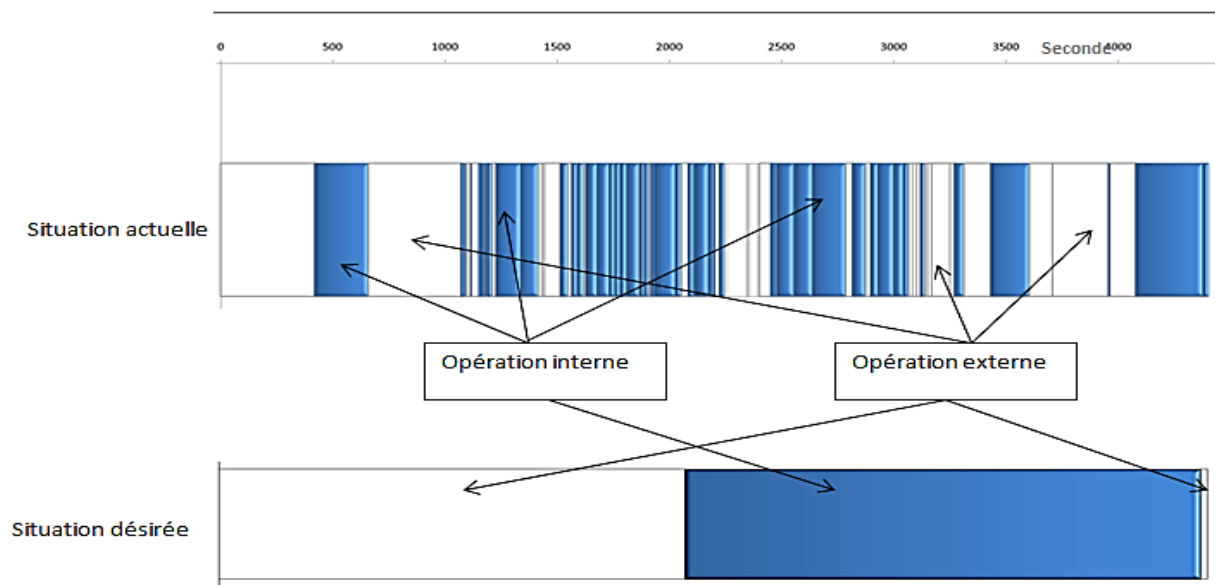
- Si l'opération peut être réalisée pendant que la machine fonctionne, elle est classée dans les opérations externes.
- Si l'opération nécessite l'arrêt de la machine, elle est classée dans les opérations internes.

A l'aide d'un tableau Excel (annexe D) nous avons classé les opérations selon leur nature (interne/externe)

Une vision globale du tableau de classement des opérations par nature permet de distinguer une succession aléatoire des opérations internes et externes durant le changement de format.

Le graphe suivant nous apporte une visualisation plus claire de l'enchaînement des opérations.

Figure 11: La succession des opérations internes et externes.



Source : inspirée du livre la pratique de SMED

Afin de décèler la part de chacune des opérations internes et externes dans le changement de format nous avons récapitulé le tableau de classement des opérations comme suit :

Tableau n° 09: La part des opérations internes et externes dans le changement de format.

Opérations	Durée totale (seconde)	Pourcentage
Internes	2296	52.11%
Externes	2110	47.89%
Total	4406	100 %

Source : élaboré par nous- même.

Le temps consacré à la réalisation des opérations externes constitue 47.89 % du temps global du changement de format, par conséquent **extraire les opérations externes pour être réalisé pendant le fonctionnement de la machine, permettra de réduire le temps de changement de format à 38 minutes et 16 secondes (2296 secondes), temps nécessaire pour effectuer les opérations internes.**

1-3 convertir les opérations internes en opérations externes :

Afin de réaliser la transformation des opérations internes en opérations externes, nous devons se poser la question :

Quelles sont les améliorations que nous pouvons apporter pour effectuer une opération interne pendant que la machine est en marche ?

Les opérations internes réalisées pendant le changement de format sont :

- **Les montages et les démontages des pièces (vissage et dévissage)**

Ces opérations ne peuvent être basculées en interne puisque les pièces à monter sont directement fixées à la machine.

- **L'évacuation des bouchons**

Elle consiste en l'élimination des bouchons coincés dans la machine, elle se fait en deux étapes

- ✓ L'éjection automatique des bouchons vers les points d'évacuation ;
- ✓ Ramassage manuel des bouchons éjectés.

Cette opération peut être convertie en interne en améliorant la programmation de l'alimentation de la machine en bouchons, cette programmation doit se référer à l'ordre de fabrication qui détermine le nombre de bouteilles à produire.

- **Prélèvement des échantillons**

Cette opération a pour finalité

- L'analyse microbiologique du produit fini ;
- L'analyse microbiologique des surfaces (résidus du produit dans la machine)

Or cette opération s'effectue après l'ouverture de la remplisseuse aseptique et avant le NEP, par conséquent, les résultats des analyses microbiologiques révéleront automatiquement la présence des germes et microbes sur la surface de la remplisseuse, qui ne sera plus aseptique dès son ouverture (contact avec l'air).

Nous recommandons que :

- le prélèvement pour l'analyse microbiologique du produit fini doit être fait pendant que la machine tourne en prélevant des échantillons (bouteilles de jus) ;
- l'analyse microbiologique des surfaces de la remplisseuse aseptique doit être programmée à des intervalles plus éloignés.

Le tableau suivant combine les deux opérations converties en externe

Tableau n° 10: Les opérations externalisées.

Opérations externalisées	Durée (seconde)
Préparation des sachets en plastique et évacuation des bouchons	417
Attente des experts et prélèvement des échantillons	660
Total	1077

Source : élaboré par nous même.

A l'achèvement de cette étape de SMED, **le nouveau temps de changement de format obtenu lors de l'extraction des opérations externes (38 minutes et 16 secondes) sera encore réduit, par le cumul de temps des opérations que nous avons externalisé, qui est 1077 secondes l'équivalent de 17 minutes et 57 secondes.**

Le temps de changement de format restant est de **20 minutes et 19 secondes**.

➤ **Les résultats obtenus par les deux premières étapes du SMED**

Tableau 11 : Les résultats obtenus par les deux premières étapes du SMED.

	Identification des opérations	Extraction des opérations	Externalisation des opérations
Temps de changement de format	1 heure -13 minutes et 26 secondes	38 minutes et 16 secondes	20 minutes et 19 secondes.

Source : élaboré par nous-même

Sans aucun investissement, le temps de changement de format est passé de **1 heure et 13 minutes** à uniquement **20 minutes** (diminué par 53 min et 7 s). Et puisque le changement de format se fait deux fois par semaine, donc le temps d'arrêt de la remplisseuse aseptique sera diminuer par **424 min et 56 s par mois (7 heures, 4 minutes et 56 s)**.

La capacité de la remplisseuse aseptique est de 10 800 bouteilles par heures, et donc une amélioration du temps de fonctionnement de cette dernière par **7 heures ,4 minute et 56 s** par mois augmentera la production mensuelle par 76 488 bouteilles.

1-4 Rationalisation des opérations internes et externes

Dans cette étape de SMED nous proposerons des idées pour réduire le temps des opérations restantes.

Comme déjà mentionné, tout le long de l'étude technique, nous garderons en tête les problèmes de sécurité et d'ergonomie.

Nous chercherons à éliminer les tâches difficiles, pénibles, ou les aléas, en proposant des améliorations de réduction de temps, sans la création de situations dangereuses.

Le tableau suivant représente les améliorations proposées ainsi que l'objectif de la durée nécessaire pour effectuer chaque opération.

Tableau n°12 : Le plan d'amélioration.

Les opérations	Durée	Moyen de réduction	Description de l'amélioration	Temps objectif
Réglage de la hauteur de la machine	277	Nouveau moyen	Utilisation de la clé pneumatique	92
		Repérage visuel et détrompeur	Une étiquette indiquant la hauteur exacte doit être collée face à l'opérateur effectuant la tâche	
Montage /démontage déplacement entre les différents accès à la machine	1557	Nouveau moyen de manutention	Trois chariot d'outillage portant tous les éléments nécessaires, ces chariot comporteront chacun deux parties: une où sont disposées les pièces à monter qui sont propre et la deuxième partie où l'opérateur posera les pièces démontées. Chaque chariot doit être placé devant l'endroit du changement de format avant l'arrêt de la machine .Les pièces démontées seront transportées pendant le NEP pour les nettoyer .	519
		La mise en parallèle des tâches	Afin de diminuer les déplacements de l'opérateur et ses accès à l'intérieur de la machine, plusieurs opérateurs travaillent simultanément	
		Procédure de réglage	Un mode opératoire permettra la rapidité et le bon fonctionnement des opérations du montage et du	

			démontage	
Recherche et préparations des pièces et outils	1521	Changement d'ordre	Cette opération doit être achevée avant l'arrêt de la machine en préparant les pièces dans les chariots par ordre de montage ; des emplacements vides parfaitement identifiés avec des silhouettes permettant de recevoir les éléments déposés et d'éviter l'oubli des pièces à l'intérieur de la machine	507
		Maintenance et préparations des outils	La maintenance et l'essai de bon fonctionnement des outillages, on se servant des procédures de remise en état	
		L'outil 5S	<p>Débarras : Séparer l'utile et l'inutile et garder uniquement les pièces et outils nécessaires.</p> <p>Rangement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • séparer les pièces et outils de chaque format dans des boites de différentes couleurs • ranger l'atelier régulièrement (faite passer le tuyau d'eau aux bordures de la remplisseuse pour ne pas gêner le passage de l'opérateur) <p>Nettoyage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supprimer les salissures • régler le problème d'évacuation d'eau 	

			<p>Ordre :</p> <ul style="list-style-type: none">• Définir les règles de travail• apprendre à se débarrasser des objets inutiles <p>Apprendre à ranger et à nettoyer régulièrement son poste de travail</p> <p>Rigueur : systématiser le respect des règles</p> <ul style="list-style-type: none">• expliquer l'importance des 5S• veiller à l'application des règles définies• améliorer les règles si nécessaire	
--	--	--	---	--

Source : élaboré par nous-même

SECTION 2 : LES INDICATEURS ET LE SUIVI DU PROJET SMED

Afin d'assurer un suivi adéquat du projet SMED, nous recommandons à société de mettre en place des indicateurs de performance, ces derniers permettent :

- La mesure de l'apport du projet SMED pour l'organisation.
- L'assurance du respect de la procédure du changement de format.

2-1 Le TRS (Taux de Rendement Synthétique)

a) Définition

Cet indicateur de performance de productivité normalisé (NF E 60-182), rend compte de l'utilisation effective d'un moyen de production et permet de mettre en évidence la marge de progrès potentiel en termes de productivité et de qualité. Il est aussi appelé OEE (Overall Equipment Effectiveness).

b) Calcul

Le TRS est égal au rapport entre le temps utile et le temps requis : **TRS = tU/tR**

Il peut être aussi être défini comme étant le rapport entre le nombre de pièces bonnes réalisées pendant le temps utile et le nombre de pièces théoriquement réalisables pendant le temps requis (période de référence choisie pour l'analyse du TRS).

Le TRS est un indicateur synthétique et composite qui peut également être calculé en faisant le produit des trois indicateurs : le taux disponibilité, le taux de performance et le taux de qualité :

$$\text{TRS} = \text{Do} \cdot \text{Tp} \cdot \text{Tq}$$

✚ **Le taux de disponibilité opérationnel de la machine** : Il caractérise le fonctionnement

normal dans son contexte. Il prend donc en compte tous les arrêts propres et induits de la machine.

Il se définit ainsi :

$$\frac{\text{Temps requis} - \text{somme des temps d'arrêt}}{\text{Temps requis}}$$

Ce taux de disponibilité peut être aussi appelé taux brut de fonctionnement.

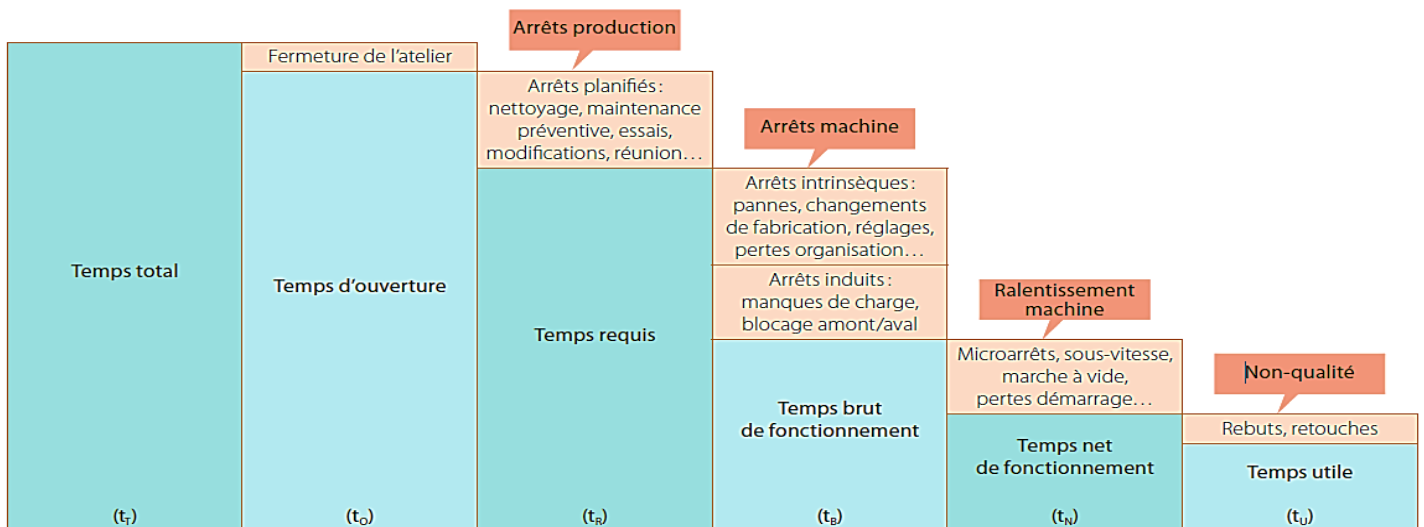
✚ **Le taux de performance de la machine** : Ce taux net de fonctionnement intègre les ralentissements de la machine provoqués par les micro-arrêts et les baisses de vitesse. Il se définit ainsi :

$$\frac{\text{Temps brut de fonctionnement} - \text{somme des ralentissements}}{\text{Temps brut de fonctionnement}}$$

✚ **Le taux de qualité de la machine** : Ce taux prend en considération les pertes de production dues aux défectueux. Il se définit ainsi :

$$\frac{(\text{Temps net de fonctionnement}) - (\text{le temps mis à faire des produits défectueux})^{14}}{\text{Temps net de fonctionnement}}$$

Figure n°12: Les temps et les pertes d’un système de production.



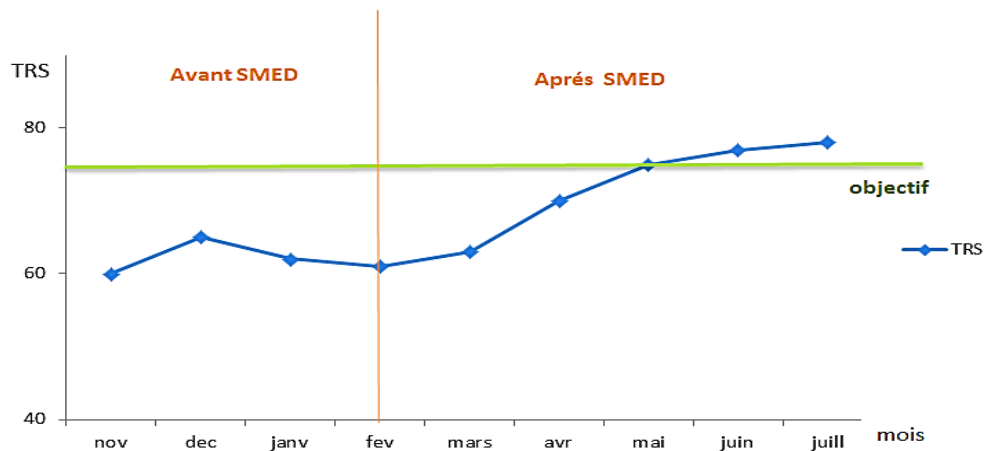
Source TAILLARD Philippe, 2008 , Mesurer les performances système de production, techno-méca

¹⁴ TAILLARD Philippe, 2008,P29 , Mesurer les performances système de production, techno-méca .

c) suivi du SMED par le TRS

Un graphe de l'évolution du TRS permet de déceler l'impact de la méthode SMED sur les valeurs du TRS.

Figure n°13 : L'évolution du TRS avant et après la mise en place du SMED.



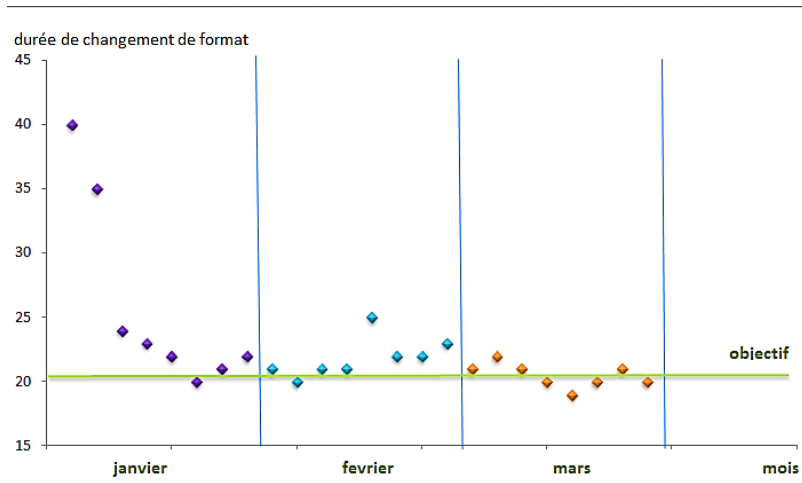
Source : Elaborée par nous-même

2- 2 la durée de changement de format

Pour chaque changement d'outillage, la société doit enregistrer le temps d'exécution réel. Les résultats seront affichés dans l'atelier, sur un tableau destiné à cet effet. Tout dépassement du temps objectif sera documenté et traité dans le cadre de l'amélioration continue.

Le graphe suivant permet de contrôler les temps de changement de format exprimés en minutes par rapport à l'objectif fixé a priori.

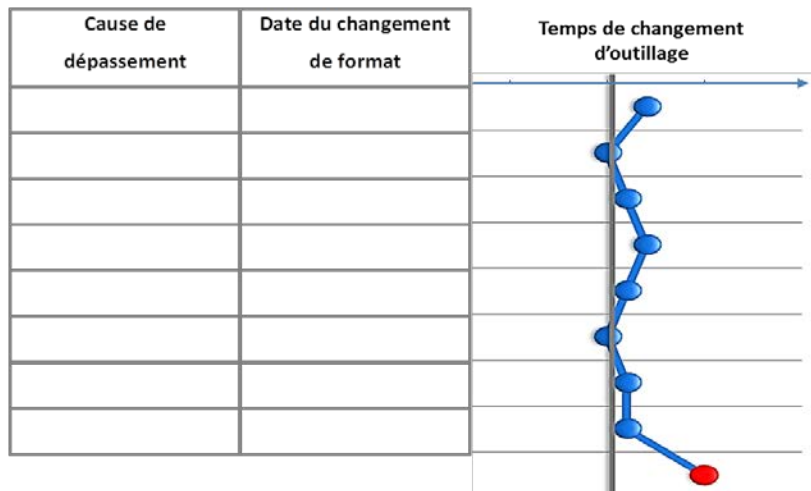
Figure n°14: Suivi du temps de changement de format.



Source: Inspirée du livre « la pratique du SMED »

2-2 Un autre exemple d'indicateur

Figure n° 15 : Indicateur de suivi de SMED.



Source: Inspirée du livre la pratique du SMED

CONCLUSION GENERALE

Pour la mise en place de l'outil SMED, nous avons utilisé les données recueillies auprès de NCA Rouiba ; notre principale source de données était l'enregistrement vidéo, ce dernier nous a permis d'observer le changement de format et de l'analyser par la suite, en le décortiquant en plusieurs opérations élémentaires.

A partir de l'analyse de la vidéo, nous avons dévoilé plusieurs faits et gestes engendrant la perturbation du changement de format.

Afin de remédier aux dysfonctionnements relevés, nous avons formulé un certain nombre de recommandations faciles à entreprendre permettant d'améliorer l'opération du changement de format.

A travers les trois chapitres de notre travail, nous avons pu vérifier les hypothèses émises et nous avons pu conclure le suivant :

- La première étape de la mise en place de l'outil SMED a permis un gain de plus de **47%** dans le temps de changement de format.
- A l'achèvement de la deuxième étape de l'outil SMED, qui consiste à convertir les opérations internes en opérations externes, le temps de changement de format a été diminué de presque **72 %**.
- Réduire le temps d'arrêt de la machine par **53 minutes et 7s** par changement de format permettra d'augmenter la production mensuelle de la ligne PET par **76 488** bouteilles.

Compte tenu de la courte durée de notre stage, nous n'avons pas pu prononcer sur l'état de suivi des recommandations établies. A cet effet, le responsable de la maintenance PET de l'entreprise NCA Rouiba, sera appelé à les appliquer afin d'assurer les gains apportés par la mise en place de l'outil SMED.

Le présent travail, fruit de multiples efforts fournis tout le long de notre parcours universitaire à l'école nationale supérieure de management (ENSM) , nous a permis de confronter plusieurs contraintes soient celles de temps ou de qualité.

Il nous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances, de et développer une certaine expérience.

La mise en place de l'outil SMED, nous a conduit à l'utilisation des outils qualité tel que le PDCA et les 5S .

En effet ce projet nous a invité à affiner nos compétences et à améliorer nos méthodes de travail pour mieux maîtriser les outils qualités.

Vu l'importance de la méthode SMED dans la gestion de la production, une telle étude mérite d'être élargie à l'ensemble des lignes de production. Nous souhaitons, en fin, que ce modeste travail soit utile et apportera progrès pour d'autres recherches.

BIBLIOGRAPHIE

❖ Ouvrages

- BALLE Michael ; GODEFROY Beauvallert, 2013, le management lean , édition pearson, France
- CHARDONNET André, THIBAUDON Dominique, 2003, le guide du PDCA de Deming, édition d'organisation, Paris
- DREW John ; MCCALLUM Blair; ROGGENHOFER Stefan, 2004, p35, Objectif lean Réussir l'entreprise au plus juste : enjeux techniques et culturels, Éditions d'Organisation, Paris.
- HOHMANN Christian, 2012, lean management, outils, méthodes, retours d'expérience, questions, réponse ,édition d'organisation , Paris
- LECONTE thierry, 2008, La pratique du SMED ,édition d'organisation EYROLLES ,Paris
- PEZZIARDI Peirre, 2010, lean management, mieux, plus vite, avec les même personnes, édition d'organisation, Paris
- ROUSSEAU Christophe, 2014, Le Lean manufacturing les secrets de la réussite de votre entreprise, Kindle Edition.

❖ Thèses

- AIZIER Emilie, 2012, adaptation du lean manufacturing dans un environnement GMP : ses opportunités et ses limites, THESE pour obtenir le grade de docteur, universite de LORRAINE
- LABDAOUI Islam ; GUENDOULI Anis ;juin 2012,,conception et mise en place d'un tableau de bord pour le suivi de la production au sein de la NCA Rouiba SPA ; mémoire de projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état, Ecole nationale polytechnique, Alger.
- LYONNET Barbara, 2010, Amélioration de la performance industrielle : vers un système de production Lean adapté aux entreprises du pôle de compétitivité Arve Industries Haute-Savoie Mont-Blanc, THESE pour obtenir le grade de docteur, l'universite de SAVOIE

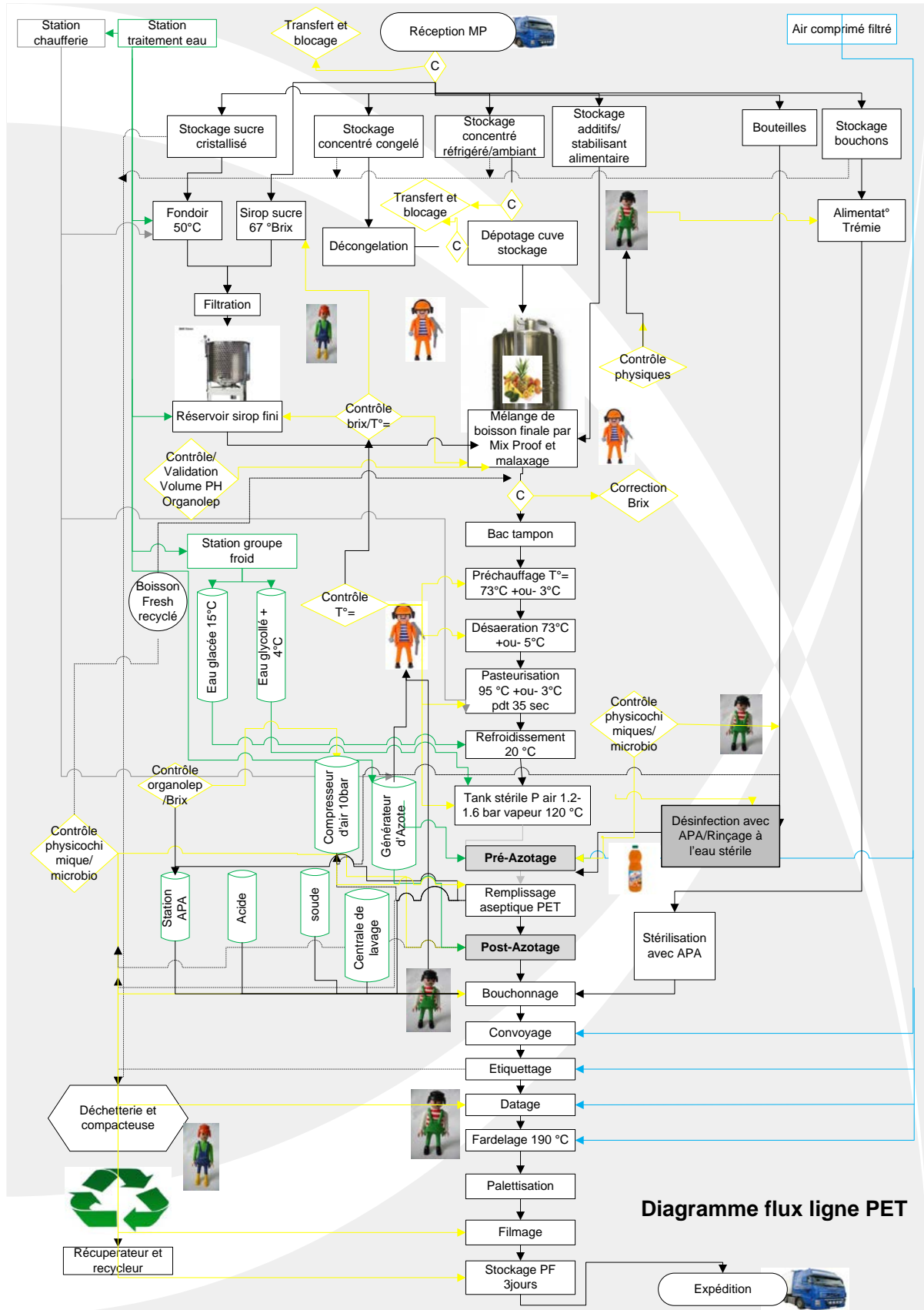
❖ Rapports et documents institutionnels

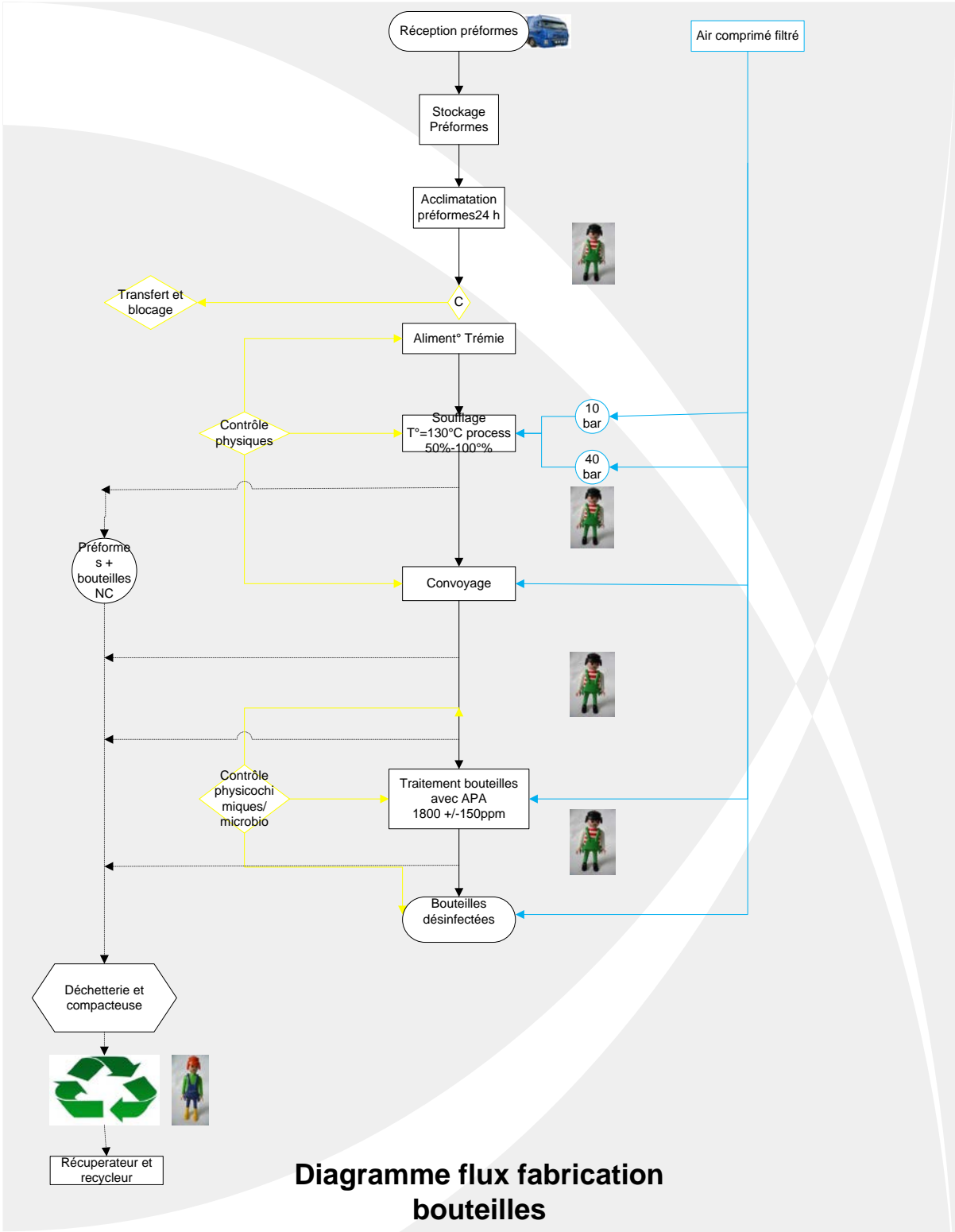
- AFNOR, 2012, Guide APOPECO, amélioration des performances opérationnelle et économiques des Entreprises
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie ADEME étude de benchmarking sur les déchets dans les méthodologies d'action sur les coûts et sur les coûts dans les méthodologies d'action sur les déchets des entreprises
- CABERLON Christophe , La méthode SMED , scenaris- conseil- formation
- COLIN René, Produire juste-à-temps en petite série Le guide
- Commission paritaire nationale de l'emploi de la métallurgie,2008, référentiel CQPM : Animateur de la démarche Lean (amélioration de la performance et des processus).
- Godefroy Beauvallet, Working Paper n°12, Projet Lean Entreprise, Télécom Paris
- La norme AFNOR NF X 50-310
- Lajoie Marcelle ; Settecasì Emanuel,2011, Les principes de la pensée LEAN appliqués aux processus cliniques et administratifs en santé, Centre de santé et de services sociaux Du Nord de Lanaudière ;centre de réadaptation Lucie-Bruneau
- Régis Medina, 2013, Petit guide de management lean à l'usage des équipes agiles.
- ROUCKHAUT Dominique, 2011, Note de veille Forge NV-F-2010-6 le lean manufacturing dans l'industrie de la forge, Centre technique des industries mécaniques
- TAILLARD Philippe, 2008, Mesurer les performances système de production, techno-méca .

Webographie

- athena-luxembourg.com Consulté le 26/05/2014
(<http://www.quality.lu/mmp/download/591/2591.pdf>)
 - BBC Conseil consulté le 29/04/2014, (<http://www.bbc-conseil.com/lean-manufacturing-management.htm>)
 - consulting-centre.com , Consulté le 03/05/2014 (<http://www.consulting-centre.com/SMED.htm>)
 - dailymotion.com consulté le 04/03/2014 (http://www.dailymotion.com/video/xf10g2_le-smed_webcam)
 - etudier.com ,consulté le 04/03/2014,(<http://www.etudier.com/sujets/smed-en-production/0>)
 - lean-6s.com, consulté le 04/03/2014,(<http://www.lean-6s.com/SMED/index.php>)
 - Lean-Key, consulté le 26/04/2014, (<http://www.lean-key.com/glossaire.htm>)
 - manager-go.com,consulté le 04/03/2014 ,(<http://www.manager-go.com/gestion-industrielle/methode-smed.htm>)
 - Notice d'information NCA Rouïba, Consulté le 05/05/2014,
([http://www.bea.dz/pdf/notice_NCA\[1\].pdf](http://www.bea.dz/pdf/notice_NCA[1].pdf))
 - Oex, Qu'est-ce que le Lean Management ?, 2013, consulté le 02/05/2014, (<http://www.oex-online.com/metier/lean-management.html>)
 - prismconseil.fr consulté le 04/03/2014 (<http://www.prismconseil.fr/site/index.php/Formation-SMED/diminuer-les-temps-de-changement-de-reference-par-le-SMED.html>)
 - production-temps-reel consulté le 24/04/2014, (<http://www.production-temps-reel.com/lean-manufacturing#.U5axbnJdV30>) qualiteonline.com ,consulté le 03/03/2014,
(http://www.qualiteonline.com/rubriques/rub_3/dossier-52-la-methode-smed.html)
- trs-mes, consulté le 04/03/2014, (<http://www.trs-mes.fr/methode-smed.htm>)

ANNEXES





Les étapes de NEP

N S e u t r t f o a y c a e g e	COP (Cleaning On Place) → Soude 0.8% 35°C → Acide 0.8% 35°C	Centrale de lavage Module 4
C P i r r o c d u u i i t t	CIP (Cleaning In Place) → Soude 02% 80°C → Acide 1.5% 65°C	CIPSIP Module 94
D S é u s r i f n a f c e e c t i o n	SOP (Sanitation On Place) → APA 1100ppm SIP (Stérilisation In Place) → Eau surchauffé à 135°C	Centrale de lavage Module 4 CIPSIP Module 94

Tableau de classement des opérations par nature

N°	Les opérations	Durée	Interne /externe
1	Attente pour prélèvement des échantillons	420	Externe
2	Prélèvement des échantillons	240	Interne
3	Pose de la moitié des pièces à monter près de la machine	412	Externe
4	Dévisage des boulons du guide à démonter	17	Interne
5	Démontage du guide	6	Interne
6	Vissage des boulons du guide démonté	18	Externe
7	Démontage des vis sans fin et dépôt dans la machine	6	Interne
8	Recherche de l'escabeau	31	Externe
9	Montée à l'intérieur de la machine	9	Interne
10	Dévisage d'un deuxième guide	7	Interne
11	Démontage du guide et du portillon et dépôt à l'intérieur de la machine	12	Interne
12	Descente de la machine	7	Interne
13	Déplacement vers un autre accès à la machine	5	Externe
14	Pose de la moitié des pièces démontées au sol près de la machine	20	Interne
15	Déplacement vers l'armoire et retours de la moitié des pièces	18	Externe
16	Réglage de la hauteur de la machine	111	Interne
17	Réglage de la hauteur de la machine	77	Interne
18	Recherche de la clé plate	15	Externe
19	Retours des autres pièces vers armoire	12	Externe
20	Transport des pièces à monter (étoile, 2 guide ,1 portillon et 2 vis sans fin) vers l'intérieur de la machine	71	Externe
21	Montage des 2 vis sans fin	35	Interne

22	Dévissage du petit guide à monter	16	Externe
23	Montage du guide	26	Interne
24	Vissage du guide	28	Interne
25	Déplacement vers l'autre accès	8	Externe
26	Montée à l'intérieur de la machine	6	Interne
27	Montage portillon et guide	45	Interne
28	Montage de demi-étoile	54	Interne
29	Vissage	27	Interne
30	Montage de demi-étoile	24	Interne
31	Vissage	28	Interne
32	Descente machine	55	Interne
33	Déplacement vers un autre accès à la machine (sortie-machine)	5	Externe
34	Dévissage manuel d'un guide	20	Interne
35	Dépôt du guide démonté près de la machine	16	Interne
36	Recherche marteau	9	Externe
37	Desserrage étoile avec marteau	9	Interne
38	Démontage de l'étoile	10	Interne
39	Pose de l'étoile près machine	5	Interne
40	Réglage de la hauteur de la machine	89	Interne
41	Déplacement des pièces à monter dans la machine (étoile et guide)	25	Interne
42	Déplacement vers un autre accès à la machine	30	Externe
43	Montage défectueux des 2 pièces de l'étoile	24	Interne
44	Ajustement	5	Interne
45	Démontage première pièce	6	Interne
46	Ajustement	56	Interne
47	Démontage des deux pièces	6	Interne

48	Ajustement puis montage	16	Interne
49	Ajustement avec marteau	8	Interne
50	Retour vers l'autre accès	17	Externe
51	Montage du guide	5	Interne
52	Vissage du guide	20	Interne
53	Recherche vis (armoire)	11	Externe
54	Tri et recherche	88	Externe
55	Déplacement retours machine	6	Externe
56	Pose des vis à l'intérieur de l'étoile	8	Externe
57	Déplacement avec le guide sans étoile	33	Externe
58	Pose du guide et des vis près de la machine	9	Externe
59	Déplacement recherche étoile et pince (et retour machine)	50	Externe
60	Dévissage guide	4	Interne
61	Pose au sol	10	Interne
62	Dévissage du guide 2	13	Interne
63	Pose au sol	5	Interne
64	Dévissage d'une demi-étoile	70	Interne
65	Pose au sol	9	Interne
66	Dévissage d'une demi-étoile	75	Interne
67	Pose au sol	4	Interne
68	Montage d'une demi-étoile et essai de vissage	145	Interne
69	Déplacement vers autre un accès et prise de l'escabeau	29	Externe
70	Vissage de l'étoile sur l'escabeau	58	Interne
71	Retour vers l'autre accès	23	Externe
72	Montage d'une demi-étoile	33	Interne
73	Vissage et serrage avec pince	71	Interne

74	Montage du guide	43	Interne
75	Vissage du guide, essai du vissage (vis non adéquat)	22	Interne
76	Déplacement vers armoire	16	Externe
77	Recherche vis	19	Externe
78	Retour vers l'autre accès	18	Externe
79	Essai de vissage	22	Interne
80	Tri vis	11	Externe
81	Déplacement vers armoire	18	Externe
82	Recherche et tri vis	82	Externe
83	Retour vers machine	18	Externe
84	Essai de vissage (vis non adéquat)	44	Interne
85	Déplacement vers armoire	119	Externe
86	Vissage (manque vis)	173	Interne
87	Vérification des vis	102	Externe
88	Déplacement recherche vis	248	Externe
89	Vissage	7	Interne
90	Préparation et placement des sacs en plastique	115	Externe
91	Evacuation des bouchons dans les sacs	302	Interne
92	Récupération du marteau de l'intérieur de la machine	26	Interne
	Total	4406	