

**REDUCCIÓN DEL COSTO TOTAL DEL PEBD EN LA PLANTA KAYSERSBERG
DE LABORATORIOS ALCON**

CARLOS ANDRES PRADA SUAREZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

BUCARAMANGA

2015

**REDUCCIÓN DEL COSTO TOTAL DEL PEBD EN LA PLANTA KAYSERSBERG
DE LABORATORIOS ALCON**

CARLOS ANDRES PRADA SUAREZ

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

**DIRECTOR
THIERRY DUBA
INGENIERO MÉCANICO Y DE PRODUCCIÓN**

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

BUCARAMANGA

2015

AGRADECIMIENTOS

Je tiens en premier lieu à remercier Monsieur Christophe BREHIER, ingénieur responsable du service achats et mon tuteur dans l'entreprise, de m'avoir bien accueilli au sein de ALCON, qui m'a permis de réaliser ce PFE, qui m'a fait découvrir l'entreprise sous toutes ses facettes, et m'a dispensé ses conseils avisés.

Durant cette période, il m'a donné des activités à réaliser en faisant confiance à mon travail. Merci à lui pour sa disponibilité et son aide au long du projet.

Je souhaite également remercier Monsieur Ghislain BEAUCAMP responsable lean, qui été aussi mon tuteur et qui m'a guidé dans le déroulement de ce projet, n'hésitant pas à me donner ses conseils.

Je remercie Monsieur Thierry DUBA, mon professeur et tuteur, qui m'a aidé dans la recherche de mon PFE, m'a guide dans le développement de mes tâches et qui s'est préoccupé continuellement pour mon bien-être dans l'entreprise.

Je voudrais remercier aussi tous ceux qui ont collaboré et participé, de près ou de loin, au déroulement et à la réussite du travail au cours de ces 5 mois et qui m'ont permis d'avoir une expérience enrichissante sur le plan professionnel et personnel de ma formation, spécialement à Christophe SCHOWHRER, Marc MICLO, Cédric UHLEN, et les collaboratrices du service achats, Eliza LAFON, Claudine MAIRE et Nadia HOOG, qui m'ont accueilli très amicalement au sein d'ALCON.

Finalement, je remercie à mes amis qui au cours de ces deux années du programme de double-diplôme sont devenus comme ma famille. À eux, merci pour s'inquiéter tous les jours à mon bien-être et pour être les plus grandes des supports pendant les moments difficiles de cette période de ma vie.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	10
1.PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	11
1.1.ALCON.....	11
1.2.ALCON KAYSERSBERG.....	11
2.ETAT DE L'ART	12
2.1.PRODUCTION DES DECHETS	12
2.2.TRAITEMENT DES DECHETS.....	12
2.2.1.PEBD Broyé.....	13
2.2.2.PEBD Non-Broyé.....	13
3.OBJECTIF DU PFE	15
4.PROJET DE REUTILISATION DU PEBD BROYE	16
4.1.CADRE DU PROJET	16
4.2.ETAPES A SUIVRE	17
4.2.1.Test de machinabilité.....	18
4.2.2.Mise en « hold » du projet.....	18
5.AMELIORATION DES FLUX DE DECHETS	20
5.1.ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE.....	20
5.2.CONOLIDATION DES DONNEES	20
5.2.1.Quantité moyenne des déchets par machine.....	21
5.2.2.Calcul moyen de la quantité de PEBD présente dans les doses rejetées.....	21
5.2.3.Causes de rejet des doses.....	22
5.2.4.Pertes financières causées par les déchets.....	23
5.3.RECHERCHE DES AMELIORATIONS	24
5.3.1.Amélioration du processus de réception.....	25
5.3.2.Amélioration de la production des doses.....	25
5.4.AMELIORATION DE FLUX DES DECHETS PEBD.....	26
5.4.1.Analyse de l'état actuel.....	27
5.4.2.Diminution du temps de transport.....	28

5.4.3.Evaluation des idées.....	31
5.4.4.Améliorations des conditions de sécurité.....	32
5.4.5.Changement d'opérateur recyclage déchets non-broyés.....	33
5.4.6.Réduction d'espace dédié au stockage PEBD broyé.....	34
6.CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA.....	38

RESUMEN

TITUTLO: REDUCCIÓN DEL COSTO TOTAL DEL PEBD EN LA PLANTA
KAYSERSBERG DE LABORATORIOS ALCON *

AUTOR: CARLOS ANDRES PRADA SUAREZ **

PALABRAS CLAVE: Análisis de métodos y movimiento, mejoramiento de procesos.

CONTENIDO:

ALCON es una compañía que produce gotas oftalmológicas en dosis unitarias. ALCON desperdicia 769 toneladas LDPE cada año. Estos residuos provienen de la estabilización de las extrusoras (47 toneladas), el proceso de corte de las dosis (685 toneladas) y las dosis no conformes (37 toneladas). Dado que ALCON compra cada año 1.238 toneladas de LDPE virgen, podemos concluir que tienen una tasa de residuos de 62%.

Durante este proyecto se hizo un análisis del tiempo utilizado para transportar los big-bags llenos de LDPE desechado. Hoy en día, después de que se llenan, estos big-bags son transportados a un pasillo contiguo a los muelles de expedición. Allí se almacenan hasta alcanzar el lote de entrega (22 big-bags). Esta zona se encuentra a 125 metros y un piso arriba del punto de partida.

Con el fin de reducir este tiempo, se recomienda el uso de un camión de carga lateral colocado en el parqueadero contiguo a la zona de llenado. Así, después de ser llenados, los operadores sólo tendrían que transportar los big-bags a una distancia de 32 metros y hacer una carga directamente del camión. El camión puede ser un semi-remolque o camión compacto si se desea una alta rotación de stock. En cuanto a los ahorros económicos, esta propuesta disminuiría el costo operacional del proceso de € 71.000 a € 64.000.

Para llegar a poner en práctica esta nueva forma de carga, el empaque de los residuos triturados tiene que ser también cambiado. Sería un cambio de big-bags a octabines para así que tener un proceso de transporte totalmente seguro, en especial durante el levantamiento los recipientes en el momento de la carga de camiones. Este cambio puede ser pensado como otra de las mejoras para el proceso, ya que hoy en día la seguridad no está garantizada.

* Trabajo de grado en modalidad práctica empresarial.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de estudios industriales y empresariales.
Director: Thierry Duba.

ABSTRACT

TITLE: TOTAL COST REDUCTION OF THE LDPE IN THE ALCON LABORATORIES KAYSERSBERG PRODUCTION PLANT *

AUTHOR: CARLOS ANDRES PRADA SUAREZ **

KEY WORDS: time and motion study, process improvement.

DESCRIPTION:

ALCON is a pharmaceutical company that produces ophthalmological drops in unitary doses. ALCON wastes 769 tons LDPE each year. This waste comes from the stabilization of the extruders during their start-ups (47 tons), the deflashing process of the doses (685 tons) and non-conforming doses (37 tons). Given that ALCON buys every year 1238 tons of virgin LDPE to make their products, we can conclude that they have a waste rate that reaches the 62%.

During this project, an analyses of the time used to transport the big-bag filled with regrind LDPE was made. As today, after they are filled, these big-bags are transported to a hallway beside the expedition docks where they are stored till a delivery-size lot (22 big-bags) is completed. This area is located 125 meters and a floor up the departing point.

In order to reduce this time, the use of a side loading truck placed on the parking lot beside the filling area is recommended. Thus, after being filled the operators would only have to move the containers 32 meters away till the side of the truck and make a load it. The truck can be either a semi-trailer or a single unit truck if a high stock rotation is desired. This proposal would decrease the operational cost of the process from 71000 euros to 64000 euros.

To get to implement this new way of loading, a change of the packaging of the regrind waste have to be done. It would be change from big-bags to octabins so that having a totally secured transportation process can be warranted, especially during the lifting of the container at the moment of the truck loading. This change can be thought as another improvement for the process, as nowadays the security is not guaranteed.

* Undergraduate thesis project, internship modality.

** Faculty of physics and mechanics engineering, Industrial studies and business school. Tutor: Thierry Duba.

INTRODUCCION

Faisant partie de ma dernière phase avant d'être diplômé, ce projet de fin d'études s'est déroulé au sein du service achats du site KAYSERSBERG de l'entreprise ALCON.

Au moment où j'ai pris connaissance du sujet du projet, il m'a attiré étant donné les activités à réaliser et le service de l'entreprise dans lequel s'en déroulerait. Pourtant j'ai senti qu'en y travaillant, je pourrai tant développer mes compétences professionnelles et personnelles comme améliorer ma maîtrise de la langue française, et que cela serait une grande opportunité pour mettre en pratique tous les connaissances acquis pendant ma formation comme ingénieur, ainsi que pour apprendre, principalement au niveau du lean manufacturing, dû au travail qui m'a été confié de supporter le chantier de réduction et amélioration du flux des déchets.

Grâce à l'agréable environnement de travail, le respect mutuel existant indépendamment de ma position comme stagiaire, et la disposition du personnel à m'aider, j'ai développé mes activités avec plaisir et en correspondant aux attentes de l'entreprise.

Ce Projet de fin d'études a été pour moi très formateur et enrichissant. Voir comme la pratique est en fait très différente de la théorie, puisque en réalité rien n'est parfait, est une expérience nécessaire pour introduire un élève ingénieur dans le monde industriel.

1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

1.1. ALCON

ALCON est une entreprise suisse du secteur pharmaceutique. Fondée à l'origine aux États-Unis, elle est le leader mondial des produits ophtalmiques. Depuis être rachetée par NOVARTIS, elle a fusionné avec CIBA VISION et NOVARTIS OPHTHALMICS. Donnant lieu ainsi à la création de ALCON EYE CARE BUSINESS, la deuxième division la plus grande de NOVARTIS.

La mission d'ALCON est de fournir des produits innovants qui augmentent la qualité de vie des gens en les aidant à améliorer la vue. Ses produits couvrent tous les besoins des patients, des maladies ophtalmiques aux troubles de la vision ainsi que des problèmes de réfraction.

1.2. ALCON KAYSERSBERG

Dans le site des Kaysersberg, ALCON produit des collyres ophtalmologiques en doses unitaires. Ceux-ci se classifient selon la normative en « médicaments » et « dispositif médicaux » dont la principale différence réside dans le mode d'action principal du produit, qui est physique pour un dispositif médical (par exemple, une action mécanique, une barrière physique, le remplacement ou le soutien d'un organe ou d'une fonction de l'organisme, etc.), tandis que les médicaments auront une action pharmacologique, immunologique ou métabolique. Ces deux types de produit sont soumis à des réglementations différentes, celles des médicaments étant plus strictes.

2. ETAT DE L'ART

Pour la fabrication des collyres unidoses ALCON utilise une technologie connue comme Blow-Fill-Seal (BFS) qui permet de faire dans un cycle de trois étapes le moulage du flacon plastique (en polyéthylène bas densité ou PEBD), le remplissage du produit et le moulage du système de fermeture intégré au flacon.

Le site de Kaysersberg possède deux types des machines BFS qui travaillent avec différentes technologies. D'un côté, nous avons les machines alternatives qui produisent des chapelets indépendantes et de l'autre, la technologie rotative est capable d'en réaliser plusieurs groupes d'une seule tirée d'extrusion.

Bien que les machines rotatives produisent moins de déchet par dose que son équivalente alternative. Celles-ci ne sont pas capables de faire des doses de type refermable, caractéristique nécessaire pour les produits vendus aux États-Unis. Celui-ci étant le plus grande marché en volume pour ALCON, la plupart de la production du site (i.e. 60%) est faite par des machines alternatives.

2.1. PRODUCTION DES DECHETS

ALCON Kaysersberg produit 769 tonnes de déchets de PEBD par an provenant de la stabilisation des machines d'extrusion au démarrage, le décarottage des doses, et des doses produites rejetées à cause des défauts qualités ou faites dans le cadre des essais ou d'un media fill. Sachant que le site achète près de 1238 tonnes de PEBD vierge durant l'année on a donc, un taux de déchets de 62%.

2.2. TRAITEMENT DES DECHETS

Selon le traitement auquel ils sont soumis, ils existent deux flux des déchets PEBD dans le site. Le flux du PEBD broyé, résultat du broyage du flash plastique restant après décarottage des doses d'un côté. Et le PEBD non broyé, constitué des doses remplies jetées et du PEBD brut.

2.2.1. PEBD Broyé. Ce type de déchet vient du broyage des flashs plastiques résultant du décarottage des chapelets pour l'obtention du strip final des doses. Le broyage est fait sur les lignes de production. Puis, le matériau déjà granulé est transporté par aspiration vers une salle où il est stocké dans des cuves en attendant la disponibilité des magasiniers production pour qu'ils remplissent des conteneurs souples (big-bags) à revendre.

Ensuite, les big-bags remplis sont transportés au couloir à côté de la zone d'expéditions dont on se sert pour faire un stockage temporaire pendant que la quantité nécessaire pour faire une livraison (i .e. 22 big-bags) est atteinte. Cette zone-là se trouve à 125 mètres et un étage au-dessus du point de remplissage des big-bags ce qui implique plusieurs manipulations et donc temps de la disponibilité des magasiniers pour une tâche à non-valeur ajoutée.

2.2.2. PEBD Non-Broyé. Ce flux correspond à l'évacuation des doses remplies rejetées et les déchets de PEBD résultat de la stabilisation des machines d'extrusion à chaque démarrage de lot. A la fin du lot, les opérateurs des lignes de conditionnement et de la zone de remplissage amènent les déchets aux bennes situées dans les salles de déchets correspondantes à sa zone de production.

Les déchets non broyé sont triés entre « déchets doses DIS », « déchets doses DIB » et « déchets PE brut ». Ces deux dernières sont stockées dans des compacteurs situés dans le parking extérieur et puis revendus

à une compagnie de recyclage. Alors que les doses DIS dû à sa nature dangereuse doivent être détruites (incinérés dans le cas d'ALCON) par normative. Ceci est fait aussi par un prestataire externe.

3. OBJECTIF DU PFE

L'objet de ma mission chez ALCON est de faire une analyse du flux du PEBD sur le site, en vue de rechercher des opportunités d'amélioration permettant de réduire le coût total de possession de ce matériau pour l'entreprise.

Pour y arriver, ma mission est composée de deux grands sujets. Le premier est la coordination du projet de réutilisation de déchets PEBD broyés pour la production des dispositifs médicaux sur la machine « BP3 ». Globalement, les tâches principales concernant cette partie du projet consiste à la coordination et au suivi d'un test de machinabilité, et à la conception et évaluation d'un système de traitement et stockage du matériel broyé assurant le niveau de pureté nécessaire pour sa réutilisation en production.

D'autre part, le deuxième sujet est centré sur la recherche, développement et évaluation des opportunités d'amélioration de la gestion du flux PEBD dans le site, depuis sa réception jusqu'à l'évacuation et la revente des déchets. Ceci depuis d'un point de vu lean. Des études technico économiques complètes sont attendues, sur les actions identifiées comme prioritaires.

4. PROJET DE REUTILISATION DU PEBD BROYE

A mon arrivée, une initiative visant la réutilisation des déchets « PEBD broyé » pour la production des dispositifs médicaux (spécifiquement des produits de nettoyage des lentilles) sur la machine « BP3 » venait d'être déclenchée. Celle-ci permettrait d'utiliser 86 tonnes de PEBD broyé comme matière première faisant des importantes économies au niveau des achats de PEBD vierge.

4.1. CADRE DU PROJET

A la suite, une description précise du cadre de projet de réutilisation de PEBD broyé en production.

- Le projet concerne uniquement la production des dispositifs médicaux car étant eux-mêmes sous une normative moins stricte que celle des médicaments, le projet sera plus facilement à achever.
- Une étude sur les changements des propriétés physiques et chimiques du PEBD broyé après l'extrusion avait été faite par le fournisseur principal de cette matière première. Celui-ci avait conclu qu'il n'y avait pas de changements représentatifs dans les propriétés du PEBD après les quatre premières réutilisations en extrusion. Seulement après être extrudé une cinquième fois, sa couleur a tendance à changer.

Malgré cela et afin de ne pas compliquer la gestion des déchets en faisant un suivi du nombre de fois qu'ils seraient réutilisés. Il a été décidé de ne les réutiliser qu'une seule fois.

- La BP3 a été la seule machine visée pour l'initiative car après l'arrêt prévu de la production du sérum physiologique « sophtal » (classifiée comme médicament) elle sera complètement dédiée à la production de dispositifs médicaux. Donc, l'utilisation du PEBD broyé n'entraînerait aucun risque de contamination du matériau vierge au moment de changer le type de produit à fabriquer.

4.2. ETAPES A SUIVRE

Les étapes pour achever la production commerciale des dispositifs médicaux à partir de PEBD recyclé (encadrés dans la mission du PFE) sont décrites ci-dessous :

1. Réalisation d'un test pour s'assurer que la machine d'extrusion BP3 est adaptée à l'utilisation de 100% PEBD broyé. Si la machine est en fait capable, l'étape à suivre serait de concevoir un système de broyage et stockage qui garantisse la pureté requise du matériau. Au contraire, il faudra penser à la réalisation d'un nouvel essai permettant de déterminer quelle est la proportion de matériau vierge-broyé nécessaire pour réussir à extruder des chapelets conformes.
2. Conception d'un système de traitement capable d'assurer la pureté du matériau broyé à utiliser en production. En ce qui concerne ce sujet, la direction de qualité du site était inquiète principalement par la possible présence de la graisse et des particules métalliques provenant des équipements de broyage, de traces de produits à cause du broyage accidentel des doses remplies et des autres particules étranges qui pourraient contaminer le matériau. Ils s'inquiètent aussi de son stockage dans des big-bag réutilisables qui pourraient le contaminer avec de la saleté ou des fibres provenant de cet emballage.

3. Une fois le nouveau système conçu, mis en place et testé, l'étape finale est de réaliser un lot de stabilité exigé par les autorités pharmaceutiques. Le but de cette étape est de faire un suivi des six mois du lot en vue de vérifier qu'une fois mis sur le marché, le produit préservera toutes ses caractéristiques jusqu'à son utilisation par le patient ou client final.

4.2.1. Test de machinabilité. Pour la réalisation du test, les procédures d'ALCON exigent l'élaboration d'une « demande d'essai » incluant une description de la méthode à suivre pendant son exécution. Celle-ci doit être approuvée pour le responsable du service directement concerné, dans ce cas la production-remplissage, le responsable de qualité, de la production, et du planning. Cette procédure a été réalisée à l'aide du responsable de la maintenance remplissage, Christophe SCHWOEHRER.

Dû à l'importance de ce test qui entraînerait le changement d'une matière première, le service qualité a demandé en plus de la « demande d'essai », l'ouverture d'un « contrôle des changements », ce qui a finalement conclu en la demande de réalisation d'une analyse des risques qualité pour la machine BP3. Celle-ci a été élaborée en collaboration avec Marc MICLO, technicien maintenance pour les systèmes automatés de transport du PEBD, et C. SCHWOEHRER.

4.2.2. Mise en « hold » du projet. Lors de la finalisation de l'analyse de risques, nous sommes soumis à l'approbation du service d'assurance qualité qui après l'avoir révisée, nous a donné des corrections à inclure sur la manière d'adresser les risques et les points sur lesquels il fallait nous centrer. Malheureusement, au moment de soumettre de nouveau l'analyse à approbation, la direction du service qualité a retiré son

support au projet puisqu'elle jugeait impossible d'avoir pleine certitude sur la pureté du PEBD à réutiliser. Donc, le projet s'est arrêté et il a été mis en « hold »

5. AMELIORATION DES FLUX DE DECHETS

5.1. ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

Pour démarrer l'analyse d'amélioration des flux des déchets et diminution des pertes, une étude complète de tout le flux du PEBD sur le site a été faite. Pour cela, le flux a été divisé en trois parties : réception, utilisation en production et traitement des déchets. Je m'en suis notamment servi dans l'observation directe et le dialogue avec des personnes des différents niveaux hiérarchique. Le résultat est l'élaboration des trois Value Stream Mapping (VSM), un pour chaque partie, et des diagrammes spaghetti flow illustrant le flux du PEBD broyé au travers du site. Ceux-ci se trouvent dans l'annexe 1.

Toute la démarche nécessaire pour la réalisation de ces VSM m'a permis d'obtenir une bonne connaissance globale et transversale de tous les processus liés à l'utilisation du PEBD. Par la suite, j'ai les ai transmis à l'équipe projet afin que tous puissent avoir une idée claire des enjeux.

5.2. CONSOLIDATION DES DONNEES

A mon arrivée, bien que toutes les données soient déjà connues par l'entreprise, il n'y avait pas de clarté sur la quantité exacte des déchets et sa provenance. Ceci pour la simple raison qu'il n'y avait pas eu de travail de collecte et d'exploitation des données.

Une fois cet exercice terminé, j'ai consolidé les quantités de déchets PEBD produites dans le site pendant l'année 2013 et j'ai calculé leur proportion par rapport à la quantité de matériau vierge acheté. De même, j'ai lié chaque type de déchets avec leur cause et leur flux de traitement. Les informations obtenus ont

constitué la base pour l'élaboration de ce rapport et elle y est présentée dans la partie deux et ci-dessous :

5.2.1. Quantité moyenne des déchets par machine. J'ai pris en compte les calculs faits par le service d'Entretien Travaux Neufs dans l'année 2011 pour trouver la consommation horaire du PEBD de chaque machine et son taux de déchets. D'autre part, j'ai pris en compte le taux de rendement synthétique de chaque machine calculé par le service de Maintenance Remplissage pour l'année 2013. On peut arriver à chiffrer de manière approximative la quantité horaire moyenne des déchets de chaque machine. De cette façon-là :

$$Q_{déchets\ moyenne} = Q_{déchets\ théorique} * TRS$$

Comme exercice de validation de ces données on peut calculer la quantité de déchets moyenne en se servant de la quantité du PEBD broyé en 2013. L'écart entre ce dernier chiffre et sa valeur réelle est de 5%.

5.2.2. Calcul moyen de la quantité de PEBD présente dans les doses rejetées. En raison des conditions de vente entre l'opérateur de recyclage des déchets non-broyés et ALCON, dont le prix de revente de ce type de déchets était fixé par rapport à son poids net, on ignorait la quantité exacte du PEBD perdu (pour cette cause). Afin d'estimer la quantité de PEBD dans ces déchets, un calcul estimatif a été fait à partir de la pesée des produits fait par le contrôle de gestion.

De cette manière, j'ai d'abord trouvé le ratio entre la quantité en poids du PEBD et la quantité totale d'une dose remplie (PEBD plus le produit contenu : solution à l'eau de sels ou médicaments) pour chaque référence de produit fabriqué dans les trois derniers mois (novembre et

décembre 2013 plus janvier 2014). Ensuite, j'ai calculé une moyenne pondérée pour ce ratio en me servant des quantités de doses produites durant cette période. D'une manière similaire, la quantité de PEBD dans une dose a été calculée. Celle-ci est de 1,376 gr par dose.

5.2.3. Causes de rejet des doses. Il existe plusieurs raisons pour rejeter des doses parmi lesquelles la plus évidente est celle des défauts qualité. Pendant l'année 2013, 7,6 millions de doses ont été jetées pour cette raison, ceci équivaudrait à 10,46 tonnes de PEBD perdus en flacon formés.

En faisant une analyse des rapports entre les doses produites et celles rejetées par ligne de production (six lignes de remplissage-conditionnement, une uniquement de remplissage et trois dédiées uniquement au conditionnement), j'ai déduit le taux de rebut de chaque ligne.

Bien que nous connaissons les quantités des doses de rebut, il n'existe pas d'information documentée sur les problèmes liés à cette cause. En discutant avec les collaborateurs impliqués dans la production, ils rapportent la cause à la non-étanchéité des doses. Laquelle est détectée automatiquement pour une machine spécialisée. Hormis celle-ci, ils parlent du cas spécial du Bion Tears qui contient du CO₂ et doit donc être emballé dans des poches d'aluminium dans un espace de temps déterminé pour qu'il ne s'échappe pas. Comme la machine faisant cette opération tombe en panne souvent quelques doses n'arrivent pas à être mises à poche en temps et elles doivent être rejetées.

Cette raison peut expliquer le haut taux de rebut de ligne ALP1-MONO3 où le Bion Tears est normalement fait. Néanmoins il manque d'information précise.

D'autre part, comme précédemment dit, les autres causes de rejets de doses sont les media fills, les doses faites dans le cadre des essais de validations des changements des équipements ou procédures et dans un moindre pourcentage par les doses remplies issues de contrôle statistique de processus (10 strips de doses détruite tous les demi-heures).

5.2.4. Pertes financières causées par les déchets. Les pertes financières entraînées par les déchets PEBD générés par le processus de production chez ALCON viennent d'une part de la valeur perdue des matériaux qui n'ont pas été transformés en produit fini, et d'autre part, de tous les coûts administratifs et opérationnels liées au management et au fonctionnement du système de traitement des déchets. Par la suite, les différents coûts pour chaque type de déchets sont décrits.

- Déchets broyés. Chaque kilogramme de PEBD broyé est vendu à la moitié du prix d'achat plus cinq centimes, ce qui représente une perte de 47% du budget qui est dépensé annuellement en achetant du PEBD vierge.

D'ailleurs, les coûts opérationnels comprennent la maintenance du système de broyage, le personnel impliqué dans le transport des déchets, la réception et facturation des commandes, ainsi que du matériel de conditionnement et la consommation énergétique. Ces dépenses montent à 71 k€ par an. Ci-dessous, une table avec le détail des coûts opérationnels.

- Déchets non-broyés recyclables (PEBD brut et doses DIB). Pour ce type de déchets la perte due à l'achat de matériau non valorisé est encore plus élevé puisque chaque tonne n'est qu'à un montant équivalent à 4% du prix du matériau vierge. Pour le traitement de ceux-ci, ils doivent être conditionnés dans des compacteurs qui sont loués par ALCON à la société de recyclage. Ce coût-là est de 12697,56 € par an.

Les coûts entraînés par la location des compacteurs pour le traitement de ces déchets n'arrivent pas à être couverts par les bénéfices perçus par leur revente. Ce traitement augmente encore plus les pertes pour ALCON.

- Déchets non-broyés non-recyclables (Doses DIS). Dans ce cas-là ALCON ne perçoit aucun bénéfice liée à une revente car ce type de déchets doit être incinéré à cause de leur nature dangereuse pour l'environnement. ALCON doit payer en revanche une société spécialisée dans le traitement de ces déchets pour s'assurer qu'ils sont bien détruits et qu'ils respectent les normes légales sur le sujet. Pour cette raison-là ALCON paie 750 € par tonne.

5.3. RECHERCHE DES AMELIORATIONS

La première étape pour la recherche d'amélioration a été l'analyse des différents VSM. Ceci a été fait deux fois. Une première fois, par moi-même ciblant tous les types d'amélioration possible dans les trois processus. Puis, une deuxième fois, en compagnie du Responsable Lean Manufacturing ciblant spécifiquement les améliorations liées à la réduction des déchets PEBD et l'optimisation des flux d'évacuation.

Les trois VSM faits au début de la mission avec toutes les idées d'amélioration incluses font partie d'une liste d'actions à faire, appelée « Open Item List » (OIL),

qui a été créée fin 2013 lors du déclenchement de l'initiative de recyclage des déchets broyés. Cette liste contient aussi des observations concernant chaque item au moment de sa réalisation.

5.3.1. Amélioration du processus de réception. Les idées d'amélioration du processus de réception sont concentrées sur la réduction du lead time de libération du lot pour production à travers de la réduction des contrôles qualités. Cela afin de diminuer la quantité de matière première en stock.

Tout d'abord la réduction du stock amène à la libération de un des quatre silos dédiés au stockage du matériau vierge. Une fois libre, celui-ci pourrait être utilisé pour stocker le PEBD broyé en le transportant à travers des pompes pour éliminer les coûts liés au transport du PEBD broyé au travers du site.

Cependant, notre fournisseur principal du PEBD nous a expliqué qu'à cause du poids et de sa forme irrégulière, stocker à grand volume le matériau broyé finirait par provoquer des bourrages dans le système. D'ailleurs, tous les clients du PEBD broyé n'ont pas la capacité de le recevoir en vrac.

C'est pourquoi, nous avons renoncé à mettre en place des mesures correctives au niveau de la réception, car hormis une économie, il n'y avait d'autre intérêt de vider un silo. Enfin, la réduction des stocks n'était pas visée par la mission du PFE.

5.3.2. Amélioration de la production des doses. Concernant la production, un chantier d'amélioration du temps de stabilisation de l'extrusion a été réalisé fin 2013. Alors que ce temps de stabilisation a été réduit de

moitié (de 40 à 20 min.) de même que la vitesse d'extrusion a diminué, l'objectif de réduction des déchets PE brut n'a pas été atteint.

Le manque de standardisation et de synchronisation entre les zones de remplissage et de conditionnement pose problème à chaque changement de packaging : le conditionnement doit être interrompu à chaque fois alors que le remplissage devrait être continu. A cause de ces interruptions de remplissage, il y a beaucoup plus d'heures d'extrusion que nécessaire et donc plus de déchet de PEBD. C'est pourquoi, une initiative pour améliorer cette situation a été incluse dans l'OIL.

D'autres initiatives concernant les processus ont été rajoutées à l'OIL telle qu'une demande au service marketing et R&D pour que les volumes des doses du même produit pour différents pays soient équivalents, ce qui permettrait de réduire les arrêts d'extrusion liés à ces ajustements. On peut imaginer d'autres pistes d'amélioration de la production comme l'élimination du processus de fardelage, l'impression des notices au verso des emballages. Mettre en place un système de recensement de défauts qualité pour identifier plus clairement les raisons de rejets des doses et tenter de réduire les pertes de PEBD.

5.4. AMELIORATION DE FLUX DES DECHETS PEBD

En ce qui concerne le flux des déchets il y a quatre grands problèmes. Le plus important, le temps excessif passé par les magasiniers à transporter les big-bags remplis du PEBD broyé depuis la zone de production jusqu'à celle des expéditions qui se trouve à 125 mètres et un étage en-dessous.

Un autre problème est l'utilisation des couloirs pour le stockage des big-bags pendant que le lot nécessaire pour faire une livraison full -truck -load est complété. La taille du lot est de 22 big-bags et elle est atteinte tous les 6 ou 7 jours. L'aire occupée pour les big-bag représente jusqu'à 50 m² quand les 22 big-bags sont prêts à être livrés.

Finalement, les autres problèmes sont d'un côté la sécurité du transport des big-bags. En raison de leur nature souple ils ont tendance à ne pas être stables et il y a un risque de chute qui peut causer un accident au magasinier ou à l'engin impliqué dans le transport. De l'autre côté, ce sont les coûts que ALCON doit payer pour le management des déchets.

5.4.1. Analyse de l'état actuel. Pour avoir une mesure de base du temps actuel passé par les magasiniers à transporter des big-bags, une analyse des mouvements a été faite en se servant de la méthode Standards de Manutention de Base ou SMB. Cette mesure permet de comparer les possibles états futurs afin de faire un calcul du niveau d'amélioration attendue.

Dans cet ordre d'idée, le processus d'évacuation des big-bags depuis la zone de production a été divisé en trois parties. D'abord, l'évacuation du big-bag au couloir hors production. Puis, le montage à l'étage et transport jusqu'au couloir à côté de la zone des expéditions. Cette partie du processus est faite deux big-bags à la fois pour profiter au maximum la capacité du monte-charge. Pour finir, les 22 big-bags sont chargés dans le camion. De cette manière, le temps unitaire pour le transport d'un big-bags a été calculé.

Il faut remarquer que la procédure SMB implique l'utilisation des facteurs d'augmentation du temps calculé afin de l'ajuster à la réalité de

l'entreprise et des conditions humaines. Alors, pour l'indice de parcours et roulage uniquement les taux correspondant au passage par une zone transitée et le transport de charges par les travailleurs ont été pris en compte. Le premier pour le passage par la zone de production et l'autre pour le transport d'une palette vide pour monter un nouveau big-bag dans la station de remplissage lequel est fait sans équipement par un magasinier.

Les coefficients de repos choisis étaient de 11% pour les mouvements utilisant les chariots à conducteur porté, 12% pour toutes les activités manuelles (transport et manipulations portant de 0 à 20 Kg) et 20 % pour les activités de mesure de poids des big-bags impliquant un chariot manuel avec entre 100 Kg et 600 Kg de charge. Enfin, le taux d'engagement des magasiniers a été supposé de 50%.

D'autre part, il est important de remarquer que le temps correspondant au montage et démontage des big-bags de la station de remplissage a été mesuré par chronométrage.

5.4.2. Diminution du temps de transport. La solution la plus évidente pour diminuer le temps passé à transporter des big-bags est le rapprochement des points de remplissage et de chargement. Pour y arriver on pourrait faire le chargement des big-bags dans un camion garé sur le parking à côté de la zone de production où on peut accéder directement depuis la salle de remplissage du PEBD broyé. On peut aussi déménager la station de remplissage à la zone des expéditions afin d'avoir un flux tel que celui représenté dans l'image ci-dessous.

Dans le cas du chargement des big-bags sur le parking proche de la salle de remplissage, il existe plusieurs options pour adapter cet espace au chargement d'un camion. Ci-dessous, toutes les options explorées pour y arriver sont expliquées :

- Nouvelle zone de déchets. Il s'agit de l'expansion du bâtiment actuel vers la zone où se trouvent les compacteurs des déchets. L'idée est de construire une nouvelle salle dédiée aux déchets qui soit hors de la production. Cette salle compterait une station de remplissage des big-bags avec PEBD broyé et un quai de chargement adaptée à une semi-remorque. Les bennes de déchets y seraient situées. De cette façon, nous pourrions libérer l'espace dans la zone de production pour augmenter à l'avenir la capacité du site avec une nouvelle ligne de production. Un autre avantage de cette option est que le remplissage du PEBD broyé hors de la zone de production éliminerait complètement tout risque de nuire à l'environnement contrôlé de la zone de conditionnement.

Évidemment, le principal inconvénient de cette option est l'investissement financier nécessaire malgré le peu d'économies qui seraient faites en l'implantant. C'est pourquoi d'autres solutions plus simples ont été étudiées.

- Quai de chargement. Il s'agit ici d'agrandir le quai déjà existant pour les compacteurs de déchets pour y faire de l'espace pour une semi-remorque. De cette manière, avec un camion en débord, les big-bags une fois remplis seraient chargés directement dans le camion. Comme pour l'option proposée auparavant, les coûts d'implantation sont très importants par rapport aux économies.
- Chargement direct du camion. Cette option est la plus simple. Il s'agit de faire un chargement direct du camion avec un chariot élévateur. Pour le

faire, il faut compter avec un camion débâchable afin de charger les big-bags par les côtés, ou bien d'un camion au fond amovible pour faire un chargement par l'arrière et laisser le camion pousser le big-bag jusqu'au fond. Le principal inconvénient de cette option est qu'en cas d'utilisation d'un camion débâchable il faudra enlever une dizaine de places de parking pour avoir suffisamment d'espace pour faire le chargement par les deux côtés. Du fait du manque de stabilité des big-bags, il est trop risqué de faire le levage de ceux-ci avec le chariot élévateur. Pour solutionner ce dernier problème un changement du conditionnement pour un autre plus rigide, tel que les octabins, doit être envisagé.

- Chargement assisté du camion en débord. Une autre option pour éviter les risques au levage des big-bags est le chargement du camion avec l'aide d'une rampe mobile ou bien d'une table élévatrice. Dans le cas de la rampe, l'inconvénient est la limitation d'espace qui ajoutée à la grande longueur de celle-ci empêcherait de placer ensemble la rampe et une semi-remorque dans le parking. Pour solutionner ce problème l'utilisation d'un camion type porteur devra être envisagée. Ici aussi, l'inconvénient de la table élévatrice est que sa mise en place obligerait de réaliser des travaux civils qui augmentent son coût d'investissement.
- Espace de stockage en extérieur. Une alternative pour réduire le coût de la location du camion en débord proposée dans les options présentées ci-dessus pour faire le chargement direct, est la création d'un espace pour le stockage des big-bags à l'extérieur. Celle-ci peut être faite en se servant d'un chapiteau ou d'un abri. Par contre, l'inconvénient de cette solution est l'augmentation du temps de transport due aux manipulations supplémentaires à effectuer pour déposer le big-bag dans cet espace et de le reprendre pour le chargement.

- Cabibox. Cette alternative est un conteneur métallique et adapté en extérieur qui serait placé à l'extérieur du bâtiment de production. Celui-ci serait alors chargé à partir d'un tuyau connecté à une pompe transportant les déchets broyés depuis les trémies d'aspiration. Comme pour la nouvelle zone des déchets, cette option permettrait de libérer de l'espace en production et d'éliminer les risques environnementaux liés à la possible émission de poussière.

D'ailleurs dans le cas d'un conteneur adapté en extérieur, il n'y aura pas besoin de protection de type toit ou abri. Par contre, il y aurait besoin des nouveaux équipements (tuyauteries et pompes) et des travaux civils pour adapter les installations actuelles.

5.4.3. Evaluation des idées. Afin de comparer les onze options présentées auparavant, elles ont été évaluées par rapport à quatre critères : économies du temps de transports, économies sur les coûts opérationnels du système de traitement des déchets broyés, niveau d'investissement estimé et temps estimé de mise en fonctionnement.

Pour les deux premiers critères les options ont été classées et notées de 0 à 10 selon les économies apportées par chacune d'elles. De cette façon, l'option entraînant le plus d'économies a eu 10 et 0 celle qui en entraîne le moins.

Les résultats indiquent que la meilleure option pour la réduction des transports est la mise en place d'un camion débâchable ou à fond amovible pour faire un chargement directe lors de remplissage des big-bags. Cette option est la mieux notée grâce à l'investissement nul requis et un temps d'implantation bref dû à sa nature simple. Comme il sera expliqué ci-après, l'utilisation des octabins pour l'élimination des risques

sécurité fait réduire encore plus les manipulations et donc entraîne plus d'économies pour cette option.

Comme vu dans ce tableau, la mise en place de cette option de chargement diminuerait le coût de traitement des déchets broyés du 71000 à 64000 euros par an, soit des économies équivalentes à 7000 euros par an. Ceci sans avoir besoin de faire des investissements significatifs.

5.4.4. Améliorations des conditions de sécurité. Etant donné que les risques de sécurité au transport sont causés par la nature souple et instable des big-bags, la solution à ce problème est évidemment le remplacement de ce conteneur par un autre plus rigide. Cependant, la rigidité n'est pas la seule caractéristique nécessaire pour les conteneurs de PEBD broyé. Il en existe d'autres aussi importantes telles que la sécurité environnementale, c'est-à-dire, que le conteneur empêche la propagation de poussière plastique ; le prix, la facilité à les monter dans la station de remplissage ou les stocker et la capacité, laquelle peut augmenter ou diminuer la quantité des manutentions.

Après avoir exploré plusieurs des options, le conteneur le plus adapté a été l'octabin, puisque il est conforme avec la plupart des caractéristiques mentionnées ci-dessus.

Le tableau ci-après présente une évaluation multicritères faite pour comparer la pertinence de l'utilisation des octabins et celle des big-bags. Les Cabibox mentionnés dans la section antérieure de ce rapport ont également été inclus dans cette évaluation afin d'avoir une autre perspective sur son implantation.

La valeur d'évaluation pour chaque critère est la suivante : 10 très conforme, 7 conforme, 4 peu conforme et 1 pas du tout conforme.

Comme on peut remarquer avec cette évaluation les octabins sont plus avantageux que les big-bags. Ceci, grâce spécialement à l'amélioration au niveau sécurité qu'ils entraînent et de même façon à sa meilleur capacité qui amènerait des réductions de manipulations et des économies supplémentaires (ayant plus de capacité, le nombre de palettes de déchets broyés serait réduit de 1232 à 1000. Ces économies sont de l'ordre de 16 € par palette non transportée ce qui fait environ 4000 € par année. Il faut remarquer que ces économies sont déjà incluses dans celles calculées dans la partie 5.4.3. de ce rapport).

5.4.5. Changement d'opérateur recyclage déchets non-broyés. Afin de réduire les pertes générées par le système de traitement des déchets non-broyés un changement d'opérateur de recyclage pour un autre offrant un prix de reprise plus élevé a été ciblé.

D'abord, un appel d'offre a été effectué auprès du principal client des déchets broyés. Il nous a répondu avec une offre globale 10 € plus haut que le prix actuel (30 € de plus pour les déchets PEBD Brut et 20 € de moins pour les doses remplies). De plus, il exige des livraisons faites en camion. Celle-ci était la partie la plus attirante de l'offre car en remplaçant les compacteurs nous pourrions faire des économies sur leurs loyers.

Pour arriver à faire des livraisons des déchets non-broyés en camion on devrait d'abord changer les bennes utilisées par un conteneur gerbable. Dans ce cas, on a pensé à des caisse-palettes ou des octabins. Ce dernier est préférable car étant moins cher et moins encombrant on

pourrait avoir une plus grande quantité en stock pour assurer sa disponibilité pendant des périodes de haute production de déchets, telle que les media fills.

Ensuite, il faut remplacer les deux compacteurs utilisés pour les déchets PEBD non-broyés par un camion mise en débord afin de faire un chargement direct. Ceci implique l'adaptation du quai des compacteurs pour le chargement d'un semi-remorque avec une plateforme rabattable.

Finalement, tel qu'il est fait actuellement avec les bennes, à chaque fois qu'un octabin est plein les magasiniers devront le transporter au camion et mettre un nouvel octabin en place. Ci-après, le tableau comparatif du coût de la gestion avec les deux opérateurs.

La mise en place de ce changement d'opérateur recyclage entraînerait des économies montant à 1400 euros par an.

Les négociations avec ce nouvel opérateur ont été arrêtées à cause de la réception d'une nouvelle offre encore plus intéressante. Ce troisième opérateur a proposé un prix 443% plus haut que l'actuel pour les déchets

PE brut, mais par contre il ne compenserait pas la reprise des doses remplies. Malheureusement, au moment de la rédaction de ce rapport, les détails de cette offre n'étaient pas connus car un rendez-vous pour traiter de ce sujet a été programmé pour le 03/06/2014. Nous n'y donnerons donc pas suite ici.

5.4.6. Réduction d'espace dédié au stockage PEBD broyé. Actuellement, ALCON occupe jusqu'au 50 m² d'espace pour le stockage des big-bags.

Cette quantité représente la surface occupée pour 22 big-bags, taille de lot nécessaire pour faire une livraison, attendant d'être chargés.

Pour réduire cette surface on pourrait faire des livraisons plus fréquentes en nous servant des camions porteurs de 13 tonnes qui ont la capacité suffisante pour transporter jusqu'à 12 conteneurs. Ceci ferait baisser la surface occupée à 27 m² avec une livraison faite tous les 3 ou 4 jours.

6. CONCLUSIONES

- Comme activité à faire immédiatement pour réduire les mouvements pas nécessaires pendant le transport du PEBD broyé, il faut arrêter l'enregistrement de leur silo de provenance. Faire ce suivi n'ajoute pas de la valeur au processus car la traçabilité du matériau broyé n'est pas demandée par les clients, et elle n'est même pas exploitée par ALCON.
- Le changement du mode d'évacuation des déchets broyés est impératif afin de diminuer l'impact négatif sur les finances. La meilleure option est de faire un chargement direct sur un camion en débord placé sur le parking à côté des compacteurs. Celui serait accompagné d'une tente servant d'espace de stockage en extérieur. En mettant en place ce changement, ALCON réduirait le coût total de son PEBD de 10000 euros par an, en investissant seulement 4000 euros.
- L'utilisation d'un camion porteur est conseillé afin d'avoir moins d'espace dédié au stockage des déchets. De plus, cette option est encore plus intéressante dans le cas de la réalisation du stockage en extérieur puisque les conteneurs passeraient moins de temps exposés aux conditions climatiques qui peuvent les endommager.
- Un changement de mode de conditionnement du déchet broyé, des big-bags pour des octabins, est désirable pour assurer la sécurité au transport et de la même façon pour réduire les temps et manipulations lors de l'évacuation de ces déchets.
- Le changement d'opérateur de recyclage de PEBD non-broyé doit être exécuté dès que possible afin de réduire les pertes que le traitement de ce type de déchets représentent pour ALCON. Par contre, avant de prendre

une décision sur ce sujet il faut analyser l'offre reçu de la part du troisième possible opérateur car celle-ci semble a priori la plus optimale du point de vue de la réduction de coûts.

- ALCON sous la direction de son responsable Lean Manufacturing doit amener à la bonne conclusion des projets proposés sur l'OIL pour réduire les déchets PEBD, tels que la réduction de taux de rebut de la production ou la synchronisation entre conditionnement et remplissage pour réduire les heures d'extrusion inutiles.
- La direction du site de Kaysersberg doit discuter avec le service corporatif de marketing et R&D sur la validation du besoin des doses types ALP (refermables et plus grandes) pour le marché américain. Ceci tenant en compte de tous les aléas que la fabrication de ce type de doses entraîne pour le site, tels que la grande quantité de déchets et pourtant des grands coûts, de même l'utilisation des machines moins performantes que celles utilisées pour le marché européen.

De la même manière, il serait intéressant de discuter la reprise des études sur le recyclage du PEBD dans la production des doses afin d'avoir une clarté technique sur la viabilité de cette proposition. Ceci, en remarquant qu'au cas d'avoir un résultat positif ALCON arriverait à faire des économies sur le coût de revient de ces produits et pourrait mieux se positionner sur le marché face à ses concurrents.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCON FRANCE. À propos d'Alcon. Disponible en <<http://www.alcon.fr/about-alcon/>>. Consultado el 4 de marzo de 2015. Hora 13 :15.
- GAUVREAU, Patrick. Les standards de temps logistique : La méthode SMB. Editions Celse (2009).