

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



Projet de Fin d'Etudes

Contribution à la mise en place de la démarche TPM sur la ligne ROMACO

Lieu : Cooper pharma Tit-Mellil Casablanca

Préparé par :

GHITA BOUHDILI

Soutenu le 21 Juin 2013 devant le jury composé de :

- Pr. TAJRI (Encadrante FST)
- Pr. El Hammoumi (Examineur)
- Pr. Belmajdoub (Examineur)

Remerciements

Je tiens à présenter mes vifs remerciements à Monsieur le Doyen le Professeur MOHCINE ZOUAK, à l'ensemble du corps enseignants et Administratif de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Je remercie aussi tous mes professeurs du département du génie industriel, à ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation et à la réussite de cinq années d'études au sein de la F.S.T Fès.

Je tiens à exprimer, également, ma profonde gratitude à mes encadrants pour la réalisation du présent rapport à :

- Madame Ikram TAJRI (Ingénieur Génie Industriel et Professeur FSTF)
- Monsieur SAID HDACH (Ingénieur Expert Manager Maintenance CooperPharma)

Je remercie également et cordialement Monsieur Mounir El guezzar Directeur Transposition, Monsieur Mouneim Elhajjam Directeur Production ainsi que tout le personnel de Cooper Pharma et spécialement le groupe ingénieurs constitué de Mr Youssef EL OUALIDI, Mr M'Hamed JAIL et sans oublier bien sûr l'équipe des techniciens et les opérateurs du service de conditionnement pour leur bienveillance, leur perpétuelle collaboration ainsi que leurs conseils fructueux.

Merci notamment à tous ceux que j'ai omis de citer.

Résumé

Dans le cadre de la participation du service maintenance dans les projets transverses de l'entreprise, un projet de préparation et de mise en place de la démarche TPM (Totale Productive Maintenance) a été lancé depuis janvier 2011 sur quatre lignes pilotes.

Ce projet fait partie d'une réflexion générale menée sur la réduction des coûts de revient des produits fabriqués et dans lequel l'amélioration de la performance des lignes de production est visée sous plusieurs angles.

Notre travail présente une contribution à la mise en place de la démarche TPM au sein de l'unité de conditionnement ROMACO.

Pour réaliser ce travail, nous avons d'abord fait un diagnostic approfondi de l'unité de conditionnement prenant comme base l'étude du TRS sur une période allant d'Octobre 2011 à Mars 2013.

Cette étude nous a permis d'identifier les pistes sur lesquelles il faut travailler afin de diminuer les arrêts qui pénalisent les performances de la ligne de conditionnement ROMACO.

Suite à ce diagnostic nous avons mené une étude sur deux volets :

-Le premier volet consiste en l'application de la méthode SMED sur la ligne en question afin de diminuer le temps de changement de format.

-Quant au deuxième volet, il consiste en une étude AMDEC accompagnée du diagramme de FAST qui a été réalisé avec la collaboration de toute l'équipe maintenance et qui nous a permis d'élaborer les plans de maintenance, dans le but d'augmenter la disponibilité de la ligne et augmenter ainsi le TRS.

SOMMAIRE

Introduction Générale	6
Partie A. Présentation de l'organisme d'accueil et description du fonctionnement du site de production	7
I.Présentation de l'organisme d'accueil.....	7
1. Présentation de Cooper Pharma	7
2. Cooper Pharma Tit-Mellil.....	7
2.1. Historique et généralités.....	8
2.2. Structure de l'usine.....	8
II.Description du fonctionnement du site de production.....	9
Partie B. Analyse de la ligne de conditionnement ROMACO	14
I. Présentation du TRS et Justification du choix de la ligne à étudier.....	15
1. Présentation du TRS.....	15
2. Justification du choix de la ligne à étudier.....	19
II. Description de la ligne de conditionnement ROMACO	21
1. Description de la NOACK 921.....	21
1.1.Fiche technique.....	21
1.2.Description du fonctionnement de la NOACK 921.....	19
2. Description de la PROMATIC PC4300.....	19
2.1.Fiche technique	19
2.2.Description du fonctionnement de la PROMATIC PC4300.....	20
3. TRS de la ligne ROMACO.....	Erreur ! Signet non défini.
III. Evolution du TRS de la ligne ROMACO	27
Partie C. Plans d'action	30
I.Mise en place de la méthode SMED pour réduire les temps de changement de format	30
1. La méthode SMED: Définition.....	30
2. Les phases de la méthode SMED.....	31
2.1. Phase 1:Identifier.....	31
2.2. Phase 2:Extraire.....	32
2.3. Phase 3:Convertir.....	32
2.4. Phase 4:Réduire.....	32
3. Application de la méthode SMED à la ligne de conditionnement ROMACO	32
3.1.Analyse du changement de format pour la Noack 921	33
3.2.Analyse du changement de format pour la Promatic PC 4300	43
3.3. Conclusion	53
Avant l'application de la méthode S.M.E.D.....	53

Après l'application de la méthode S.M.E.D.....	53
II. Mise en place de l'AMDEC pour réduire les arrêts pour maintenance.....	54
1.Introduction	54
2.Analyse des différents composants de la ligne ROMACO.....	56
2.1. Groupe prélèvement et formage étui	57
2.2 Groupe formage des alvéoles	62
2.3. Groupe fermeture étui	66
2.4. Groupe Magasin Blister	70
2.5. Groupe Tapis de transfert :.....	73
3.Plans de maintenance	78
Conclusion	85
Annexes.....	87

Introduction Générale

Les pannes pénalisent les performances des lignes de production. En conséquence il faut maintenir les équipements dans un état tel qu'ils soient disponibles et fonctionnels à plein régime. Il faut donc prendre des mesures appropriées pour qu'il en soit ainsi.

C'est dans cette optique que s'inscrit ce projet de fin d'études effectué à Cooper Pharma site de production de Tit Mellil-Casablanca dont le principal objectif est d'améliorer le Taux de Rendement Synthétique de la ligne de conditionnement ROMACO. L'étude menée consiste à établir un diagnostic minutieux des anomalies de la ligne de production existante, et ce par le biais d'une étude critique de TRS et d'une analyse approfondie des causes réelles de défaillance. Les solutions susceptibles d'améliorer le fonctionnement de la chaîne sont proposées à la lumière de cette analyse détaillée.

Le présent rapport est subdivisé en trois parties principales :

La première partie est consacrée à la présentation de l'organisme d'accueil et à la description du fonctionnement du site de production de Tit-Mellil, la 2^{ème} partie qui présente le cœur de notre travail, porte sur l'analyse de la ligne de conditionnement ROMACO. Enfin la troisième partie, présente les plans d'action dans le but d'améliorer par la suite le TRS de l'unité de production.

Partie A. Présentation de l'organisme d'accueil et description du fonctionnement du site de production

I. Présentation de l'organisme d'accueil :

1. Présentation de Cooper Pharma

Cooper Pharma, au départ filiale de Cooper Melun France, est une société anonyme pharmaceutique avec un chiffre d'affaire d'environ 1,406 Milliard de DHS, créée en 1933 sous le nom de Cooper Maroc ayant comme vocation initiale la distribution de médicaments importés de différents laboratoires internationaux. Dès les années 60, elle est devenue fabricant et distributeur de médicaments et a acquis une expertise dans la production pharmaceutique aux cotés des leaders mondiaux du secteur.

Et c'est en 1980 qu'il y'a eu création d'une nouvelle unité de production à Tit- Mellil, ce qui lui a donné la particularité de cumuler : Distribution, Exportation et Production.

Cooper Pharma est le seul répartiteur au Maroc qui distribue à l'échelle nationale grâce à des filiales grossistes un peu partout dans le pays (Casablanca, Tanger, Agadir, Oujda, Fès et Khouribga).

Elle occupe, filiales comprises, la place de leader avec environ 20% du marché marocain : 1 médicament sur 5 vendu au Maroc passe par les centres de distribution et de répartition du groupe Cooper.

Cette activité est indépendante de l'activité industrielle : Cooper Pharma axe sa stratégie sur le marché extérieur, considérant ainsi l'export comme vecteur de développement et de compétitivité.

Sa stratégie globale se base sur les éléments d'écoute du marché de manière à ce qu'elle soit parfaitement adaptée à sa finalité et aux attentes de ses clients. La finalité en question est d'être au service de la santé et de satisfaire les exigences des clients, tout en respectant les normes réglementaires et légales, notamment les normes BPF (Bonnes pratiques de Fabrication) européennes, et en veillant sur l'amélioration en permanence de l'efficacité du système qualité.

2. Cooper Pharma Tit-Mellil

Historique et généralités

Créée en 1980, l'usine de Tit Mellil est implantée dans l'agglomération rurale de « Douar oulad Sidi Ben Abo » Tit Mellil sur une surface de 20.000m² à une vingtaine de kilomètres de Casablanca .Son historique se résume ainsi :

- 1990 : Exportations en Lybie et Algérie...
- 1999 : Certification ISO 9002 du site de production de Tit-Mellil.
- 2000 : Trophée d'argent des exportations décerné par le Conseil National du Commerce Extérieur ; Prix qualité décerné par le Ministère du Commerce et d'industrie.
- 2001 : Exportations en Europe (Danemark, Norvège etc.)
- 2002 : Lancement du projet d'Entreprise « Cooper's Way » (Vision, Stratégie, Avantages comparatifs, Philosophie des RH).
- 2003 : Certification ISO 9001 Version 2000 pour les activités suivantes : Lancement de nouvelles spécialités Production et commercialisation des spécialités pharmaceutiques selon les BPF Européennes ».
- 2004 : Investissement en équipements de production.
- 2006 : Renouvellement de la certification ISO 9001 V. 2000.
- 2007/2008 : Agrément par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé(AFSSAPS).
- 2008 : Obtention de la certification de (AFSSAPS).
- 2009 : Préparation pour l'audit de sécurité FDA Saoudienne.
- 2010 : Cooper Pharma est la nouvelle identité visuelle de la société au lieu de Cooper Maroc.
- 2011 : Obtention de la certification FDA Saoudienne.
- 2013 : Cooper Pharma commencera la soutraitance du conditionnement des vaccins pour GlaxoSmithKline (GSK U.S.A)

Structure de l'usine



Figure n°1 : Structure de l'usine

- La société a noué un grand nombre de partenariats avec des laboratoires prestigieux, mondialement reconnus comme le montre la figure n°2 :



Figure n°2 : Exemple de partenariats de Cooper pharma

II. Description du fonctionnement du site de production :

Cooper Pharma Tit-Mellil est basée sur un site de 20.000 m² de superficie dont 12.500m² couverts extensibles avec une maîtrise totale du traitement de l'air et de l'eau en conformité avec les BPF (Bonnes Pratiques de Fabrication) européennes.

Elle est connue par la diversification de ses produits, nous y trouvons les formes solides, pâteuses (voir annexe2), liquides et injectables (voir annexe1) voici les départements dont elle dispose :

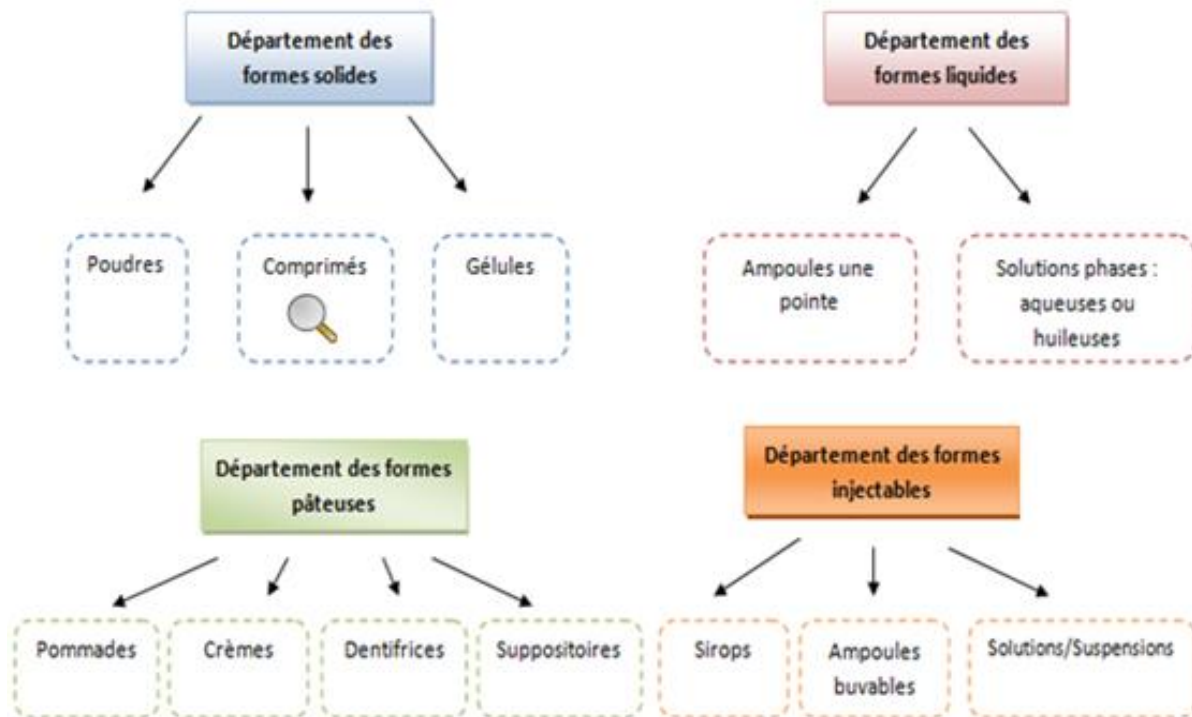


Figure 3 : Départements du site de production de Tit-Mellil

Notre sujet concerne le process des formes solides et plus précisément celui des comprimés, nous avons donc jugé nécessaire de le présenter depuis la réception des matières premières jusqu'à la distribution du produit fini.

- Les pharmaciens du département des solides demandent la fabrication d'un produit en émettant un OF ordre de fabrication à la centrale de pesée qui à son tour l'envoie au Magasin matières premières afin de préparer les matières premières et les produits nécessaires à la réalisation de la forme solide demandée. En plus de l'OF, la centrale expédie l'OC ordre de conditionnement au Magasin toujours pour labourer les articles de conditionnement spécifiques au produit voulu.
- Une fois que l'ensemble des composants servant à la fabrication est préparé, il est envoyé à la centrale de pesée où y est soigneusement identifié et pesé avant d'être transporté au département des solides.
- Une fois au département des solides, les matières premières sont ré-identifiées pour des mesures de sécurité. Ces dernières sont ensuite tamisées afin de récupérer les corps étrangers, calibrées dans des tamis à diamètre inférieur à celui utilisé au tamisage, puis mélangées. Le mélange (voir figure 5) se fait à sec ou humide selon les propriétés du médicament. Après le mélange vient l'étape de compression pour

avoir des comprimés. A ce niveau là, le produit obtenu est appelé le vrac¹ destiné au stockage primaire.

Il ya des comprimés qui nécessitent l'enrobage avant d'être stocké. Le comprimé est enrobé, pour obtenir un effet particulier (comme la Gastro-résistance) ou pour cacher la couleur ou un goût désagréable ou encore, avoir une couleur « commerciale ».

- Une fois le vrac vérifié, il est envoyé au conditionnement, il passe en premier lieu par la Blistéreuse ou il subit la mise en blister puis par l'encartonneuse ou se fait la mise en étui. Enfin, le produit conditionné est expédié vers le stockage secondaire en attendant d'être distribuer.

- Les figures 4 et 5 ci-dessous illustrent au mieux le process comprimés avec :

OF : Ordre de fabrication

OC : Ordre de conditionnement

MP : Matière première

AC : Article de conditionnement

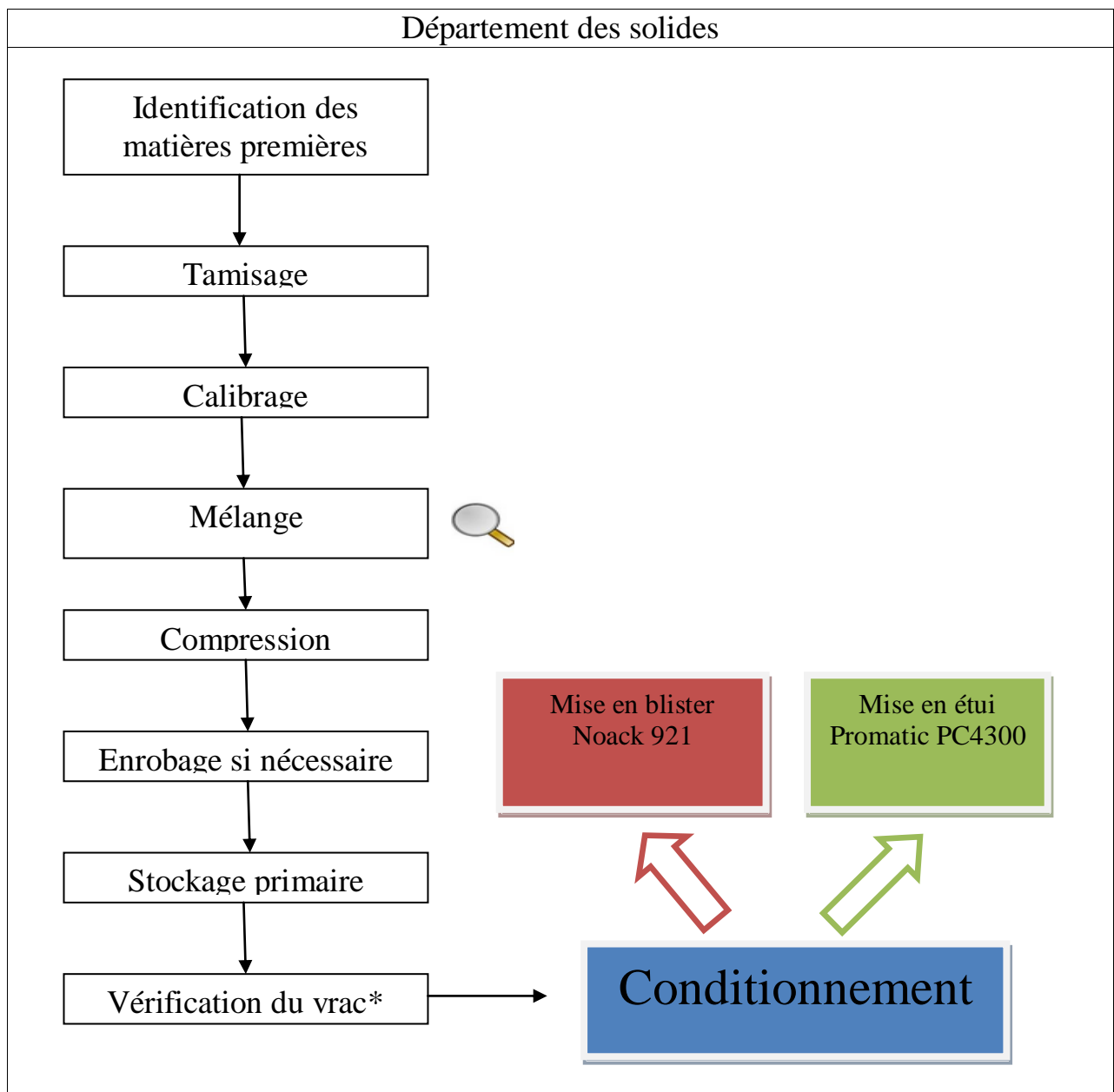
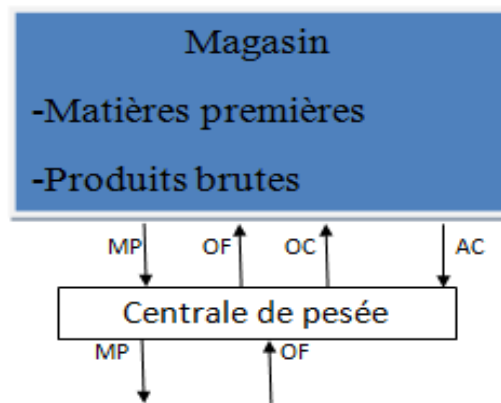


Figure 4 : Process Comprimés

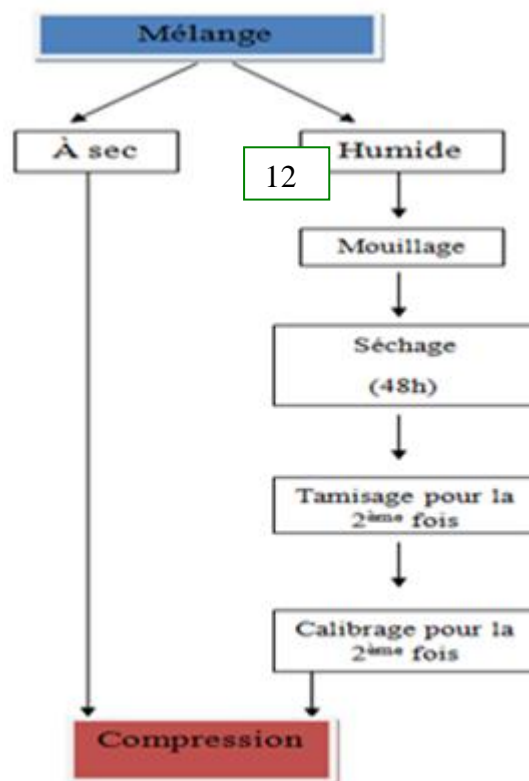


Figure 5 : Différents types de l'étape mélange

- En plus des comprimés, la forme solide contient les gélules et les poudres.
- Pour les gélules, elles sont envoyées après le mélange à la mise en gélules puis au stockage primaire avant d'être conditionnées, alors que pour les poudres elles passent directement après le mélange à la mise en sachet.

Partie B. Analyse de la ligne de conditionnement ROMACO

Notre sujet porte sur l'amélioration du conditionnement des 'comprimés'. Nous allons donc mettre la lumière sur ce service, en commençant tout d'abord par justifier le choix de la ligne ensuite nous décrirons les deux machines qui la composent avant d'attaquer le cœur du sujet.



Figure n°6 : Blisters formés par la Noack921

I. Présentation du TRS et justification du Choix de la ligne à étudier :

1. Présentation du TRS

CooperPharma site de Tit Mellil, utilise ce qu'elle appelle la Formation TRS ayant pour objectif :

- ✓ De mesurer l'amélioration des rendements des machines
- ✓ D'assurer la traçabilité des arrêts machines (permettant de visualiser en quelques minutes tous les arrêts survenus sur une machine).

La figure n°7 suivante montre la répartition du temps de fonctionnement selon la formation adoptée au sein de l'Entreprise :

Temps d'ouverture		
Temps Requis		Arrêts Programmés
Temps Brut de Fonctionnement		Pertes par Arrêts
Temps Net de Fonctionnement		Arrêts par ralentissement
Temps Utile	Arrêts Non Qualité	

Figure n°7 : Répartition du temps de fonctionnement

*Calcul du TRS :

A=Temps Requis=Temps d'ouverture – Arrêts programmés

B=Temps Brut de Fonctionnement=A-Pertes par Arrêts

C=Temps Net de Fonctionnement=B-Arrêts par ralentissement

D=C-Arrêts non qualité

TRS= $[B/A] * [C/B] * (D/C)$

Avec :

A. Les arrêts programmés concernent les arrêts pour les raisons suivantes :

- ☞ Chauffage

- ☞ Visite
- ☞ Formation
- ☞ Certification
- ☞ Essais de nouveaux produits

B. Les pertes par arrêts concernent:

- ☞ Les arrêts pour maintenance
- ☞ Les arrêts pour changement de Format et autres couvrent :

1. Les arrêts pour changement de format
2. Les arrêts pour vide de ligne
3. Les arrêts pour Nettoyage
4. Les arrêts pour Réglage

C. Les arrêts par ralentissement regroupent :

- ☞ Les arrêts Opérationnels
- ☞ Les arrêts par Manque

D. Les arrêts pour non qualité englobent:

- ☞ Mauvais article de conditionnement
- ☞ Mauvais produit
- ☞ Retraitement
- ☞ Récupération produit

Nous avons jugé essentiel de détailler de façon claire avec la collaboration des techniciens et de l'équipe maintenance les différents types d'arrêts cités précédemment:

<p>A. Arrêts programmés</p>	<p>Ce sont les arrêts planifiés au préalable et dont la durée d'arrêts est connue.</p> <p>Ce type comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Chauffage de la machine ☞ Visite ☞ Formation des opérateurs et des techniciens ☞ Essais de nouveaux produits
<p>B : Pertes par Arrêts</p>	<p>Ce type d'arrêts concerne :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Les arrêts pour maintenance : ce sont tous les arrêts par cause de panne ou de maintenance corrective /préventive. ➤ Les arrêts pour changement de format et autres qui couvrent : <ol style="list-style-type: none"> 1. Les arrêts pour changement de format : ce sont les arrêts pour passer d'une forme de boite et de produit à une autre. La durée de ce changement est calculée de la dernière boite du produit à changer à la première bonne boite du nouveau produit. 2. Les arrêts pour vide de ligne : ce sont les arrêts pour débarrasser tous les articles appartenant à un lot antérieur afin d'éviter tout mélange ou contamination. 3. Les arrêts pour nettoyage : ce sont les arrêts pour nettoyer la machine, le local le sol 4. Les arrêts pour réglage.

<p>C.Arrêts par ralentissement</p>	<p>Ils sont composés des :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Arrêts opérationnels : qui sont résumés en : Changement de la bande PVC, changement bande de la bande aluminium, problème température du moule, Micro-arrêts... ➤ Arrêts par manque : Manque article de conditionnement, manque technicien, manque opérateur, manque caractères de compostage...
<p>D.Arrêts pour non qualité</p>	<p>Ils concernent :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mauvais article de conditionnement : excès du vernis au niveau de l'étui, bande PVC non conforme... ➤ Mauvais produit : comprimés cassés par exemple ... ➤ Récupération produit : cette opération s'appelle le 'déblistérage' elle consiste à vider les blisters de leurs comprimés par cause de mauvais article de conditionnement, mauvaise fermeture, décalage de la bande PVC par rapport à la bande aluminium.... ➤ Retraitement : les comprimés issus de l'opération du 'déblistérage' sont remis dans la trémie de la afin d'avoir de nouveaux blisters conformes.

2. Justification du choix de la ligne à étudier

Cooper Pharma dispose de 4 lignes pilote de conditionnement :

Deux lignes au niveau du département des liquides à savoir:

- IMA : C'est une ligne de conditionnement des sirops. Elle regroupe trois machines, une remplisseuse des flacons, une étiqueteuse et une encartonneuse.
- MOM : Cette ligne est similaire à l'IMA avec une seule différence au niveau du diamètre des flacons.

Et deux lignes dans le département des solides qui sont:

- WINPACK : Cette ligne sert à la mise en blister des comprimés préfabriqués puis leur mise en étui.
- ROMACO : Cette ligne est similaire à la WINPACK à part qu'elle est caractérisée par la cadence de production la plus élevée de toute l'unité de production.

Les informations relevées par les fiches 'TRS journalier' nous servent à calculer les temps d'ouverture et utile mensuels.

La base de données renseignée chaque mois nous permet d'avoir une idée complète sur le temps de travail de chaque machine, le temps utile et le temps perdu. Après traitement de cette dernière nous avons réussi à calculer le TRS de chaque ligne sur une durée allant d'octobre 2011 à Mars 2013 :

✚ La ligne IMA :

- Temps requis : 3831,62h.
- Temps utile : 1878,77 h.

TRS= 49%

✚ La ligne MOM :

- Temps requis : 3927 h.
- Temps utile : 2274,03 h.

TRS= 58%

✚ La ligne WINPACK :

- Temps requis : 5350 h.
- Temps utile : 3163,68 h.

TRS=59%

✚ La ligne ROMACO :

- Temps requis : 3078,66 h
- Temps utile : 1438,45h.

TRS= 47%

Le tableau n°1 suivant résume les différents TRS calculés sur une durée de 18 mois :

Ligne	IMA	MOM	WINPACK	ROMACO
TRS sur 18 mois	49%	58%	59%	47%

Tableau n°1 : TRS des 4 lignes pilotes sur 18 mois

Nous remarquons que le TRS est en général faible pour les lignes de conditionnement. Nous remarquons aussi que la ligne ROMACO représente le TRS le plus faible. En plus, cette ligne est caractérisée par la cadence la plus élevée chose qui la qualifie de ligne stratégique au niveau de l'entreprise et justifie son choix comme ligne pilote dans notre sujet de fin d'étude.

II. Description de la ligne de conditionnement ROMACO :

ROMACO est la ligne de conditionnement stratégique de l'usine. Elle est composée de deux machines :

- NOACK 921 : Blistéreuse ou machine de mise en Blister.
- PROMATIC PC 4300 : Encartonneuse ou machine de mise en étui.

1. Description de la NOACK 921

1.1 Fiche Technique

Les caractéristiques techniques de la machine sont décrites dans la fiche technique suivante :

Modèle de machine	N 921
N° de machine	09 204 038
Année de fabrication	2009
Tension	3 x 400 V / 50 Hz
Puissance installée	12,5-25 kW
Pression de l'air	6 – 8 bar
Consommation d'air	300 NI/min
Refroidissement externe	10 l/min, min. 2 bar, max. 3 bar, min. 12°C, max 15°C
∅ de bobine de film de formage max.	700 mm
∅ de bobine de film de scellage max.	280 mm
∅ du noyau pour le film de fond en C.P.V.	76 mm
∅ du noyau pour le film de fond en alu	151 mm
∅ du noyau, à chaque fois	72/76 mm
Laize de film max.	210 mm
Longueur d'avance max.	170 mm
Profondeur de moule max.	12 mm
Dimension de coupe	200 x 168 mm
Cycles de formage, max.	
C.P.V.	100 1/min
Alu – Alu	80 1/min
Mono PP	50 1/min
Cycles de découpe, max.	200 1/min
Dimensions de la machine	
- machine de base	3,7 x 1,5 x 1,8 m

Figure n°8 : Fiche technique de la Noack921

1.2 Description du fonctionnement de la NOACK 921

Le conditionnement du produit au niveau de la Noack suit les étapes suivantes :

- Le film de formage est déroulé de son rouleau par un dérouleur. Ensuite il est chauffé par le chauffage à contact, puis thermoformé par de l'air comprimé dans la station de formage refroidie à l'eau.
- Il est ensuite conduit à travers un trajet de remplissage et de contrôle. c'est là où les produits devant être emballés sont soit amenés directement par des groupes respectifs d'alimentation entièrement automatiques, soit ils y sont posés par le personnel de service.
- Dans la station de scellage, la bande de film une fois remplie est scellée de manière étanche à l'aide d'un film de scellage. La procédure de scellage est effectuée entre le cylindre de scellage chauffé et le dérouleur dont la taille dépend du format choisi.
- Lors de la mise en marche ou de l'arrêt de la machine, le cylindre de scellage est basculé pneumatiquement vers l'intérieur et vers l'extérieur.
- Un appareil mécanique de codage imprime des numéros de lots et les dates limites de conservation sur les paquets à l'aide de caractères en acier.
- Les emballages blister peuvent être pourvus d'une perforation longitudinale et transversale dans la station de perforation (optionnelle).
- Une fois les blisters terminés, ils sont découpés dans le poste de découpe et transportés par le convoyeur ou le tapis de transfert pour la mise en étui.
Les blisters remplis en partie sont mis au rebut à l'extrémité de la machine.

Ces étapes de conditionnement utilisent plusieurs organes au niveau de la machine qui sont présentés dans la figure n°9 :

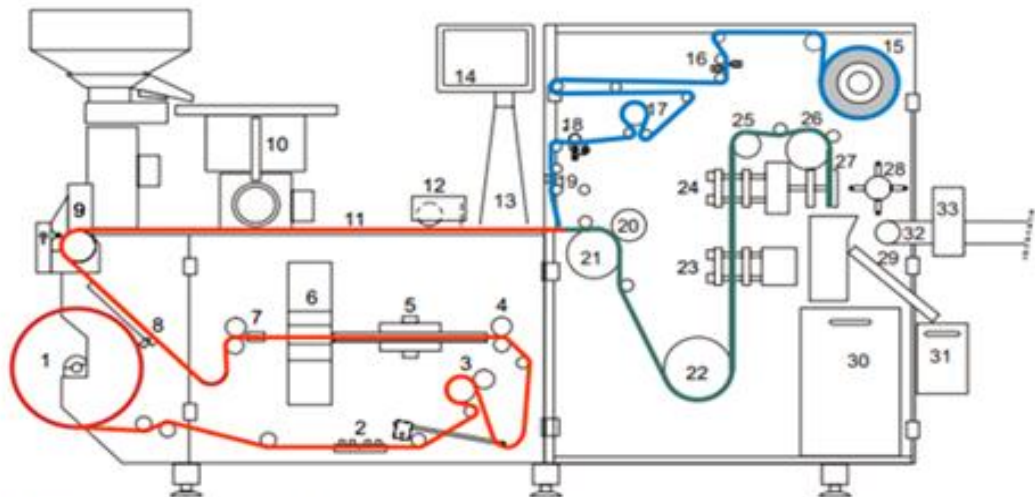


Fig. Vue d'ensemble de la machine

1 Film de formage	12 Brosse racluse	23 Poste de codage
2 Table de découpe/collage	13 Contrôle de remplissage	24 Perforation
3 Dérouleur	14 Panel de commande	25 Galet de déviation
4 Avance droite	15 Film de scellage	26 Cylindre d'avance
5 Poste de chauffage	16 Détection des collures	27 Découpe
6 Poste de formage	17 Frein de film de scellage	28 Étoile de prélèvement
7 Avance gauche	18 Com. par spot d'impression	29 Éjection de blisters
8 Détection des collures	19 Barre extensible	30 Box pour film restant
9 Frein de film de formage	20 Poste de scellage	31 Box pour blister mal
10 Alimentation de produits	21 Dérouleur	32 Convoyeur transportant
11 Rail de guidage	22 Rouleau compensateur	33 Séparation

Figure n°9 : Différents composants de laNoack921

2. Description de la PROMATIC PC4300

2.1 Fiche Technique

Les caractéristiques techniques de la machine sont décrites dans la fiche technique suivante :

Type de machine	Encartonneuse à mouvements continus
Fonctionnement	Electrique Mécanique Pneumatique
Vitesse de machine	330 cyc/min
Vitesse de production	300 pièces/min
Tension installée	9,5 KW
Pression de service	6 bars
Débit d'air	400NL/min
Niveau de bruit	75 dB
poids	2800kg
Alimentation Produit	
Type	Alimentation des Blisters
Fonctionnement	Electrique/Mécanique
Poids	200kg
Bruit	78 dB
Alimentation Notices	
Type	Alimentation des notices pour l'encartonneuse à mouvements continus
Vitesse de production	Jusqu'à 350 notices/min
Fonctionnement	Electrique/Mécanique
Poids	500Kg

Figure n°10 : Fiche technique de la Promatic PC4300

2.2 Description du fonctionnement de la PROMATIC PC4300

Le conditionnement du produit au niveau de la Promatic PC4300 suit les étapes suivantes :

- Les blisters obtenus sont transportés et empilés entre les guides verticaux du magasin blister .lorsque le nombre de blisters empilés atteint la photocellule de charge minimale, le fardeau de blisters est déposé dans la chaine à tiroirs de l'encartonneuse afin que le palpeur puisse contrôler sa hauteur.
- Après le palpeur vient le magasin notice qui plie et alimente les notices dans la machine. le pliage se fait au moyen de poches spéciales insérées dans la plieuse. Nous avons pour chaque fardeau de blisters une notice pliée.
- L'étui prélevé du magasin étui est mis en forme puis placé à l'intérieur des dents d'une courroie transporteuse.
- Le fardeau de blisters placé dans la chaine à tiroirs est introduit dans l'étui précédemment formé par un pousseur conjointement à sa notice.
- En cours de translation vers la sortie, l'emballage est complété par la fermeture des pattes de l'étui. Les mauvaises boites sont rejetées et les bonnes passent par la balance pour un contrôle de poids avant d'être envoyées au stockage.

Ces étapes de conditionnement utilisent plusieurs composants au niveau de la machine qui sont présentés dans la figure n°9 :

1. Noack 921 : machine de mise en Blister	5. Magasin notices
2. Tapis de transfert	6. poste prélèvement et formage étuis
3. Magasin Blisters	7. Magasin étuis
4. Palpeur	8. Fermeture étuis
9. Balance	

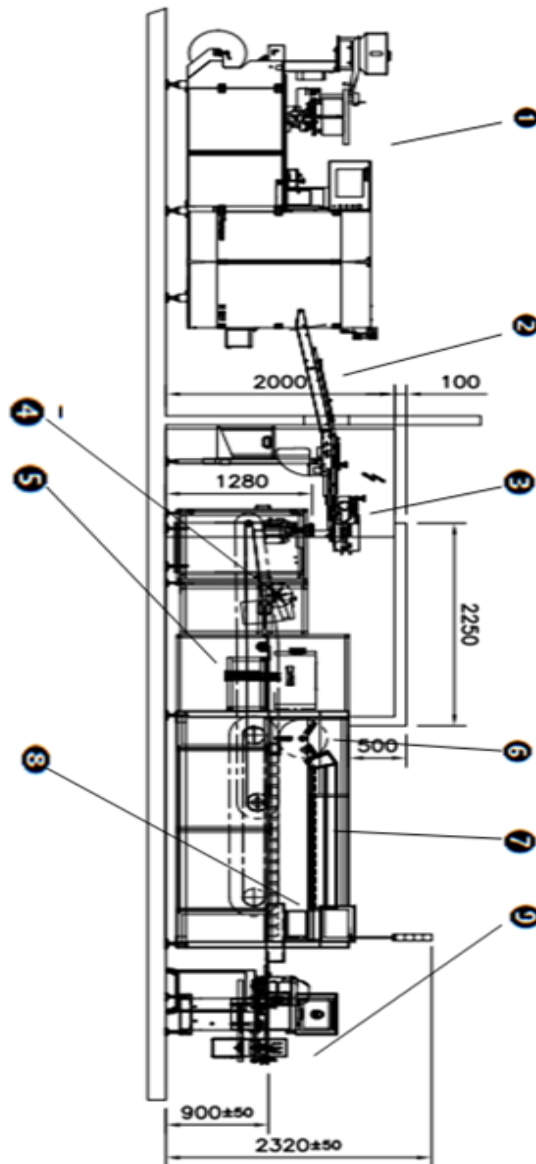


Figure 11 : Différents composants de la Promatic PC4300

Avant de commencer la démarche de l'étude et présenter le graphe d'évolution du TRS de ROMACO sur 18 mois, nous présentons tout d'abord le TRS du mois de Mars 2012 à titre d'exemple :

Temps d'ouverture = 11520min			
Temps Requis A			Arrêts Programmés=789min
Temps Brut de Fonctionnement B		Pertes par Arrêts=3462min	
Temps Net de Fonctionnement C		Arrêts par ralentissement=1693min	
Temps Utile D	Arrêts Non Qualité=44min		

Figure n°12 : Répartition du temps de fonctionnement de ROMACO de Mars 2012

A=Temps Requis=Temps d'ouverture – Arrêts programmés

$$A=11520-789=10731\text{min}$$

$$A=178,85\text{h}$$

B=Temps Brut de Fonctionnement=A-Pertes par Arrêts

$$B=10731-3462=7269\text{min}$$

$$B=121,15\text{h}$$

C=Temps Net de Fonctionnement=B-Arrêts par ralentissement

$$C=7269-1693=5576\text{min}$$

$$C=92,93\text{h}$$

D=C-Arrêts non qualité

$$D=5576-44=5532\text{min}$$

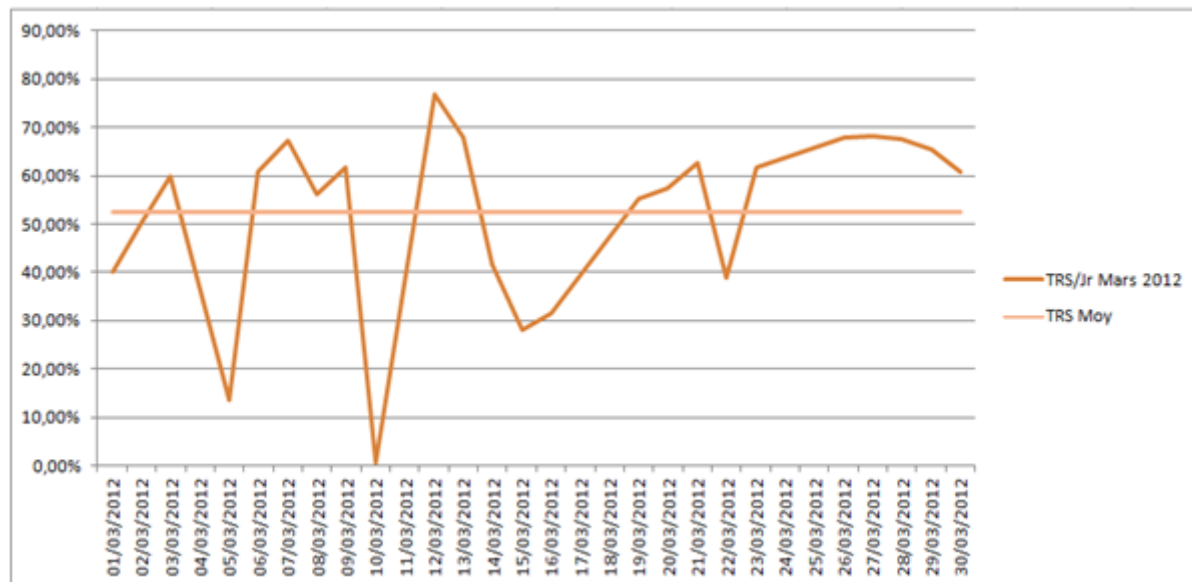
$$D=92,2\text{h}$$

Donc :

Formation TRS	
Taux Brut de fonctionnement	$B/A=121,15/178,85=67,74\%$
Taux Net de fonctionnement	$C/B=92,93/121,15=76,71\%$
Taux de Qualité	$D/C=92,2/92,93=99,22\%$
$TRS=0,6774*0,7671*0,9922$ $TRS\approx 52\%$	

Tableau n°2 : Calcul du TRS du mois de Mars 2012

Cette valeur représente le TRS du mois de Mars 2012 .Cependant, cet indicateur connaît une fluctuation journalière très importante (voir le graphe n°1) :



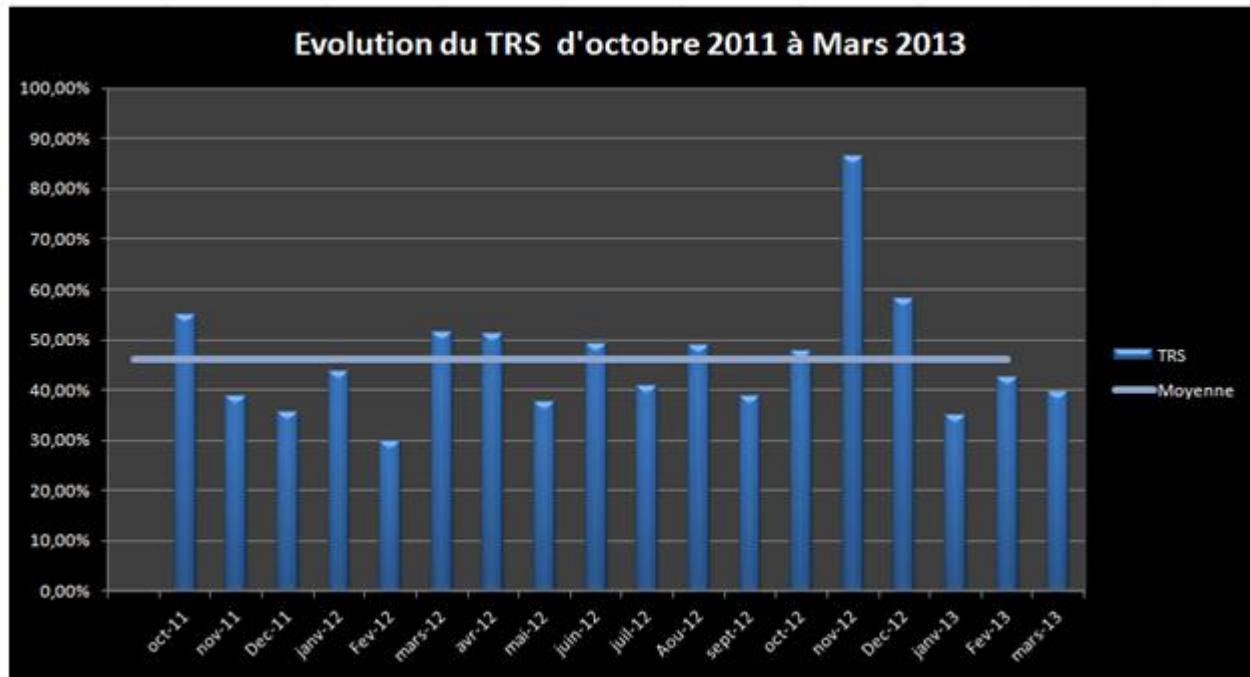
Graphe n°1 : Evolution du TRS journalier de Mars 2012

Nous remarquons que le TRS journalier de Mars 2012 n'a pas dépassé 78% (voir le 12/03) en plus, certains jours ont connu un TRS très faible voir parfois nul. Ceci est du principalement aux pertes par arrêts qui représentent 3462 min d'arrêts causés par les changements de format et les arrêts pour maintenance.

III. Evolution du TRS de la ligne ROMACO

Afin de pouvoir agir sur la ligne ROMACO, nous avons jugé utile d'analyser l'évolution du TRS sur un historique de 18 mois.

La collecte des données relatives aux différents types d'arrêts a permis de calculer les TRS pour les 18 mois. Les valeurs du TRS sont récapitulées dans le tableau n° et son évolution est représentée par le graphe n°2 :



Graphes n°2 : Evolution du TRS d'Octobre à Mars 2013

Le TRS a connu un pic de 86% en Novembre 2012. Ceci est dû au fait que l'entreprise a travaillé sur le même produit tout le mois c'est-à-dire qu'il n'y avait pas de temps de changement de format.

Le TRS a aussi connu une fluctuation sur l'historique de 18 mois sans dépasser une valeur de 50% (sauf pour quelques mois).

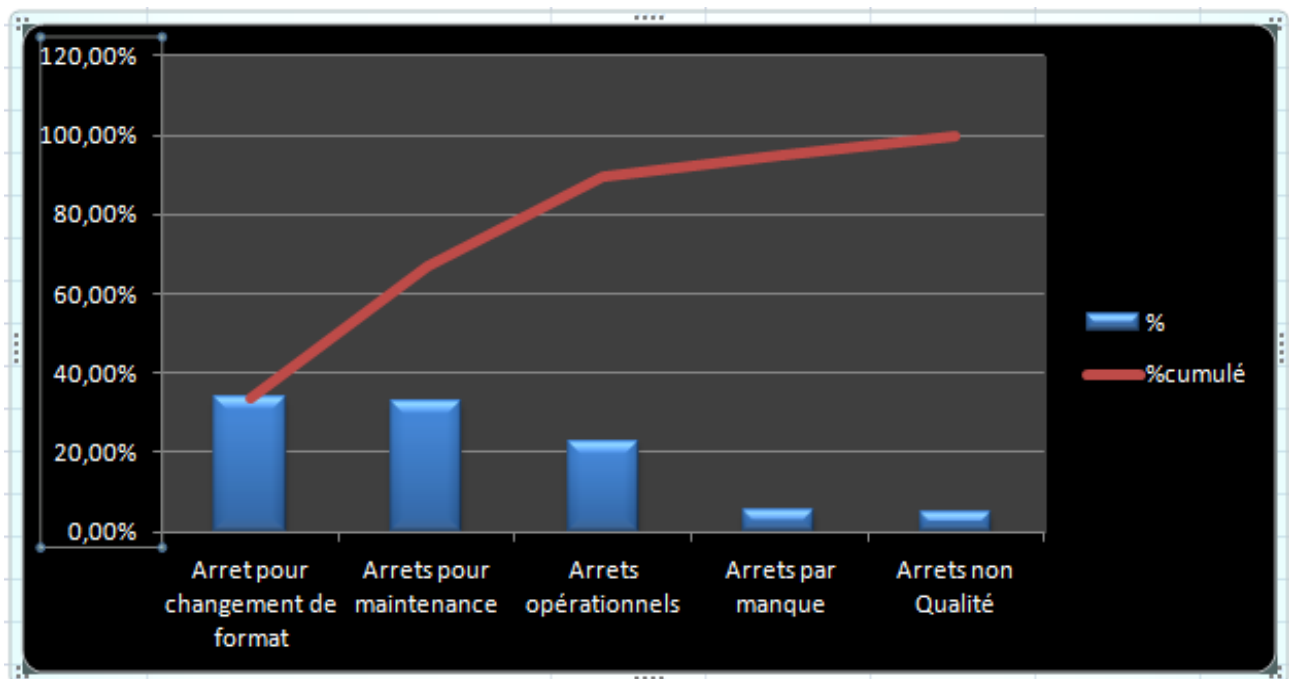
Ces faibles valeurs du TRS nécessitent d'analyser en détail les différents types de perte pour se focaliser sur les plus pénalisants.

Pour ce faire, nous avons cumulé sur la période de 18 mois, les durées d'arrêts en minutes par type de perte. L'objectif est de mettre en évidence les pertes importantes par rapport au moins importantes comme les reflète le tableau n°3 et le diagramme de Pareto suivants :

Type de perte	Total (min)	%	% cumulé
Arrêts pour changement de format	33333	33,87%	33,87%
Arrêts pour maintenance	32318	32,84%	66,71%
Arrêts opérationnels	22491	22,85%	89,56%
Arrêts par manque	5373	5,46%	95,02%
Arrêts non Qualité	4898	4,98%	100,00%
TOTAL (min)	98413		100%

Tableau n°3 : durées d'arrêts en minutes par type de perte

Diagramme Pareto des types de perte détaillés de la ligne ROMACO



Graphe n°3 : Diagramme Pareto des types de pertes de la ligne ROMACO



Grace à cette analyse Pareto, nous pouvons choisir les plans d'actions adéquats pour ces principaux types de perte.

La suite de l'étude portera sur la méthode SMED permettant de diminuer les temps de changements de format et sur la méthode AMDEC dans le but de réduire les temps d'arrêts pour maintenance de la ligne ROMACO.

Partie C. Plans d'action

I. Mise en place de la méthode SMED pour réduire les temps de changement de format :

1. La méthode SMED: Définition

Dans un environnement fortement concurrentiel où la demande du client varie continuellement, les entreprises doivent ajuster leur production de manière permanente à cette demande, quitte à ne produire que des petits lots et cela entraîne évidemment une réduction des stocks. Cependant, le changement d'outil de production et les réglages nécessaires pour le lancement de chaque nouveau lot sont généralement longs et compliqués. Pour remédier à ce problème nous faisons appel à un très important outil de juste à temps à savoir la méthode SMED.

Le SMED qui signifie **Single Minute Exchange of Die** ou **changement d'Outil en Quelques Minutes** est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série qui joue un rôle pivot dans l'obtention de la flexibilité industrielle globale, avec un objectif quantifié.

- Single Minute signifie que le temps en minutes nécessaire au changement doit se compter avec un seul chiffre.

Très souvent, les changements d'outils s'effectuent de la dernière pièce de la série achevée à la première bonne pièce de la nouvelle série.

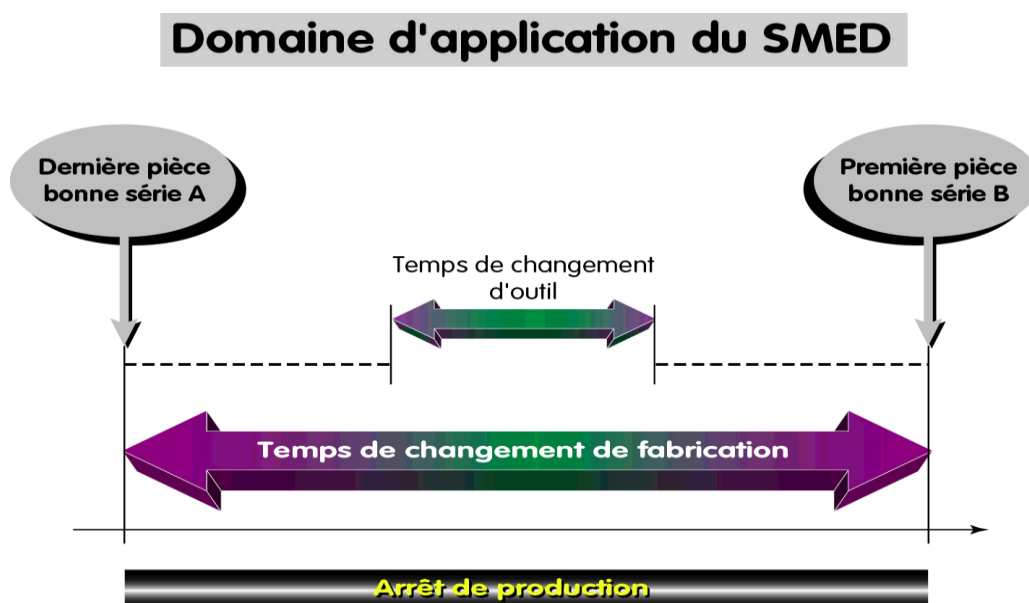


Figure n°13 : Domaine d'application du SMED

La machine est arrêtée et les opérations s'enchaînent, la machine ne redémarre qu'après la fin des essais.

Au sens du SMED, le changement de fabrication c'est la durée qui s'écoule entre :

- la dernière pièce bonne de la fabrication (série) précédente.
- la première pièce bonne de la fabrication (série) suivante.

2. Les phases de la méthode SMED

Généralement les phases du SMED commencent d'abord par une identification des opérations, puis une extraction de celles qui sont externes, ensuite une phase de transformation des opérations internes en externes et enfin une réduction des temps pris par les opérations faites machine à l'arrêt. Ce déroulement séquentiel peut être résumé dans ce schéma (Figure 14):

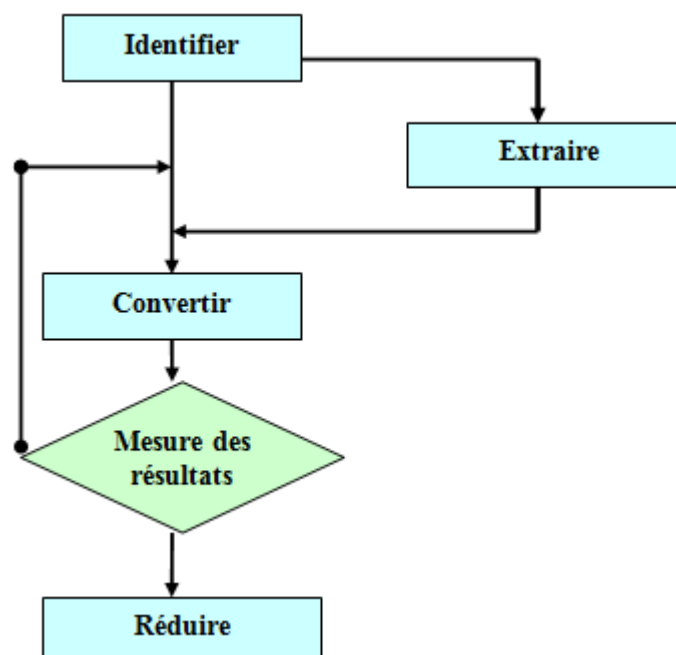


Figure 14 : Différentes phases de la méthode SMED

2.1. Phase 1 : Identifier

La première phase concerne le bilan de l'état initial. Il s'agit d'observer le déroulement d'un changement de production et de relever toutes les informations qui lui sont relatives. L'objectif est de connaître la réalité des faits. **Les opérations internes et externes ne sont pas encore identifiées.** Il s'agit donc d'analyser ce qui se passe au cours

du changement. On utilise généralement un film **audio-visuel**, car il donne une image fidèle du déroulement, sans rien oublier.

Par contre, il est indispensable de prévenir le personnel pour obtenir son adhésion et dépasser l'aspect psychologique lié à l'utilisation de la vidéo.

2.2. Phase 2 : Extraire

Les opérations préalablement identifiées se répartissent en deux catégories :

- Opérations internes qui dans l'état actuel arrêtent la production
- Opérations externes qui peuvent être réalisées sans arrêt de production, hors machine

Cette phase consiste à extraire les opérations externes qui sont traitées à ce stade comme des opérations internes. Le but est de réaliser les opérations en temps masqué. Il s'agit principalement des opérations de préparation. (Outils, accessoires, moyens de manutention.). A ce stade les investissements sont généralement très faibles, par contre les gains obtenus sont spectaculaires. Ils peuvent atteindre des taux de 25 à 50% simplement avec une optimisation de l'organisation du changement de fabrication.

2.3. Phase 3 : Convertir

Lorsque toutes les opérations externes sont réalisées en temps masqué. Il devient indispensable pour continuer à progresser, de convertir certaines opérations internes en opérations externes. D'où l'intérêt de la phase qui nécessite généralement de l'apport de technologie. L'objectif est de réduire au maximum le nombre d'opérations internes, qui pour mémoire, entraînent l'arrêt de la production.

2.4. Phase 4 : Réduire

Il s'agit d'engager enfin des actions pour que les opérations internes prennent le moins de temps possible. Les machines pourront par exemple être équipées de serrages rapides d'outils.

3. Application de la méthode SMED à la ligne de conditionnement ROMACO

Le processus de conditionnement de Cooper Pharma est organisé suivant un flux continu, ce qui signifie que l'arrêt de chaque machine provoque un arrêt de toute la ligne. Pour cette raison, les changements de format de l'article produit, qui concernent toutes les machines, provoquent un arrêt de production.

L'analyse du déroulement des opérations de changement nous permet d'identifier les différentes tâches et d'extraire celles qui peuvent être réalisées même si la ligne est en production (opérations externes). Les résultats de cette analyse sont représentés par machine dans les tableaux ci-dessous qui donnent :

- **Les Opérations internes :** elles ne peuvent être réalisées que si la machine est arrêtée. Pour réduire le temps correspondant à ce type de tâche nous proposons des actions d'amélioration pour chaque machine.
- **Les Opérations externes :** elles sont réalisées actuellement comme des opérations internes. Pour ces opérations nous proposons la préparation des changements de format à l'avance pour que ces opérations externes soient faites machine en marche.

3.1. Analyse du changement de format pour la Noack 921

Pour que les durées des tâches soient exactes et transparentes, nous nous sommes servis d'une caméra et ceci avec l'accord unanime du personnel présent lors du changement de format. La vidéo obtenue nous a permis d'analyser les différentes opérations du changement de format. Les résultats de cette analyse sont récapitulés dans le tableau n°4 suivant:

N° de tâche	Nom	Durée	interne	externe	Remarques
1	Débarrasser le local	5min	X		
2	Démonter le moule inférieur (plaque de soufflage)	1min30	X		
3	Démonter le moule supérieur (plaque de formage)	2min 15	X		
4	Démonter l'avance gauche	32s	X		
5	Démonter le dérouleur après formage	56s	X		
6	Démonter le cylindre défecteur	1min	X		
7	Démonter rail de guidage	2min37s	X		
8	Démonter le tamis	1min15s	X		
9	Démonter le plateau circulaire d'alimentation	2min	X		
10	Démonter le sabot de remplissage	2min25s	X		
11	Démonter les canaux d'alimentation	2min51s	X		
12	Démonter le dérouleur	1min20s	X		
13	Démonter le poste codage	2min37s	X		
14	Démonter le cylindre défecteur avant cylindre d'avance	1min	X		
15	Démonter le cylindre d'avance près découpe	1min	X		
16	Démonter le poste de découpe	3min	X		
17	Démonter les étoiles de prélèvement	2min47s	X		
18	Démonter la tôle de réception	11s	X		
19	Démonter le séparateur	50s	X		
20	Nettoyer les pièces de format démontées	8min30s	X		opérations pouvant être faites machine en marche
21	Mettre de la cellophane aux pièces démontées /nettoyées et les étiqueter	4min38s	X		
22	Ranger les pièces dans l'armoire	1min	X		
23	identifier les pièces à changer (aide Manuel du produit)	1min	X		

24	Nettoyer l'intérieur de la machine	3min36s	X		
25	Nettoyer les vitres internes de la machine	3min15s	X		
26	Nettoyer l'extérieur de la machine	3min20s	X		
27	Nettoyer les convoyeurs	50s	X		
28	couvrir la machine pour protection	1min	X		
29	Nettoyer les grilles du plafond	13min	X		
30	Nettoyer les vitres du local	9min	X		
31	Nettoyer les murs	6min	X		
32	Nettoyer les portes	3min20s	X		
33	Nettoyer le sol	33min	X		à diminuer
34	Nettoyer les outils de nettoyage les étiqueter et les arranger	4min10s	X		A préparer machine en marche
35	Chercher les pièces à monter dans l'armoire et les ramener	1min27s	X		Se servir d'une table à outils roulante qui facilite le rangement
36	Monter le moule inférieur (plaque de soufflage)	2min	X		
37	Monter le moule supérieur (plaque de formage)	2min	X		
38	Monter le guide	1min35s	X		
39	Monter le dérouleur après formage	1min40s	X		
40	Monter le cylindre défecteur	1min56s	X		
41	Monter rail de guidage	4min16s	X		
42	Monter le tamis	3min	X		
43	Monter le plateau circulaire d'alimentation	5min10s	X		
44	Monter le sabot de remplissage	4min	X		
45	Monter les canaux d'alimentation	2min20s	X		
46	Monter le dérouleur	3min	X		
47	Monter le poste codage	4min32s	X		
48	Monter le cylindre défecteur avant cylindre d'avance	3min	X		

49	Monter le cylindre d'avance près découpe	3min	X		
50	Chercher la clé N°10	18s	X		Disposer d'une boîte à outils propre à chaque machine
51	Monter le poste de découpe	3min	X		
52	Monter les étoiles de prélèvement	3min	X		
53	Monter la tôle de réception	50s	X		
54	Monter le séparateur	2min34s	X		
55	Régler/Changer les caractères :N° Lot-Date-Prix du médicament (compostage)	10min	X		La machine dispose d'une 2ème pièce de compostage. Elle peut être préparée (N°Lot suivant-Date-Prix) machine en marche et une fois que le lot en cours soit terminé, elle prend la place de la 1ère pièce déjà montée
56	Régler le poste scellage	7min30s	X		
57	Régler le positionnement de la bande de formage PVC	12min32s	X		
58	Régler la caméra de contrôle de remplissage	13min	X		
59	Régler les canaux d'alimentation	4min36s	X		
60	Régler le poste de découpe	13min21s	X		
61	Régler les étoiles de prélèvement	6min20s	X		
62	Régler les abaisseurs (séparateur)	40s	X		
63	Régler les guides du tapis de transfert	1min	X		
64	Test d'étanchéité	3min	X		
65	Apporter le Vrac et vérifier son étiquette	1min	X		
TOTAL		256 min	256 min	00min	

Tableau n°4 : Résultats de l'analyse des différentes opérations de changement de format de la Noack 921

- + Nous remarquons que toutes les opérations du changement de format de la Noack 921 se font machine arrêtée.
- + De plus les tâches 20, 21, 22, 23, 34,35, 50 et 55 qui sont considérées comme internes doivent être extraites en opérations externes.

Nous obtiendrons donc :

N° de tache	Nom	Durée	interne	externe
1	Débarrasser le local	5min	X	
2	Démonter le moule inférieur (plaque de soufflage)	1min30	X	
3	Démonter le moule supérieur (plaque de formage)	2min 15	X	
4	Démonter l'avance gauche	32s	X	
5	Démonter le dérouleur après formage	56s	X	
6	Démonter le cylindre défecteur	1min	X	
7	Démonter rail de guidage	2min37s	X	
8	Démonter le tamis	1min15s	X	
9	Démonter le plateau circulaire d'alimentation	2min	X	
10	Démonter le sabot de remplissage	2min25s	X	
11	Démonter les canaux d'alimentation	2min51s	X	
12	Démonter le dérouleur	1min20s	X	
13	Démonter le poste codage	2min37s	X	
14	Démonter le cylindre défecteur avant cylindre d'avance	1min	X	
15	Démonter le cylindre d'avance près découpe	1min	X	
16	Démonter le poste de découpe	3min	X	
17	Démonter les étoiles de prélèvement	2min47s	X	
18	Démonter la tole de réception	11s	X	
19	Démonter le séparateur	50s	X	
20	Nettoyer les pièces de format démontées	8min30s		X
21	Mettre de la cellophane aux pièces démontées /nettoyées et les étiqueter	4min38s		X
22	Ranger les pièces dans l'armoire	1min		X
23	identifier les pièces à changer (aide Manuel du produit)	1min		X
24	Nettoyer l'intérieur de la machine	3min36s	X	
25	Nettoyer les vitres internes de la machine	3min15s	X	
26	Nettoyer l'extérieur de la machine	3min20s	X	

27	Nettoyer les convoyeurs	50s	X	
28	couvrir la machine pour protection	1min	X	
29	Nettoyer les grilles du plafond	13min	X	
30	Nettoyer les vitres du local	9min	X	
31	Nettoyer les murs	6min	X	
32	Nettoyer les portes	3min20s	X	
33	Nettoyer le sol	33min	X	
34	Nettoyer les outils de nettoyage les étiqueter et les arranger	4min10s		X
35	Chercher les pièces a monter dans l'armoire et les ramener	1min27s		X
36	Monter le moule inférieur (plaque de soufflage)	2min	X	
37	Monter le moule supérieur (plaque de formage)	2min	X	
38	Monter le guide	1min35s	X	
39	Monter le dérouleur après formage	1min40s	X	
40	Monter le cylindre déflecteur	1min56s	X	
41	Monter rail de guidage	4min16s	X	
42	Monter le tamis	3min	X	
43	Monter le plateau circulaire d'alimentation	5min10s	X	
44	Monter le sabot de remplissage	4min	X	
45	Monter les canaux d'alimentation	2min20s	X	
46	Monter le dérouleur	3min	X	
47	Monter le poste codage	4min32s	X	
48	Monter le cylindre déflecteur avant cylindre d'avance	3min	X	
49	Monter le cylindre d'avance près découpe	3min	X	
50	Chercher la clé N° 10	18s		X
51	Monter le poste de découpe	3min	X	
52	Monter les étoiles de prélèvement	3min	X	
53	Monter la tole de réception	50s	X	

54	Monter le séparateur	2min34s	X	
55	Régler/Changer les caractères : Lot-Date-Prix du médicament (compostage)	10min		X
56	Régler le poste scellage	9min30s	X	
57	Régler le positionnement de la bande de formage PVC	15min32s	X	
58	Régler la caméra de contrôle de remplissage	16min	X	
59	Régler les canaux d'alimentation	6min36s	X	
60	Régler le poste de découpe	15min21s	X	
61	Régler les étoiles de prélèvement	8min20s	X	
62	Régler les abaisseurs (séparateur)	40s	X	
63	Régler les guides du tapis de transfert	1min	X	
64	Test d'étanchéité	3min	X	
65	Apporter le Vrac et vérifier son étiquette	1min	X	
Total en min		256min	223 min	32 min

Tableau n°5 : Extraction des tâches 20, 21, 22, 23, 34,35, 50 et 55 en tâches externes



L'extraction des opérations internes en externes fait gagner environ 32 min. (1)

- Concernant les opérations internes, nous pouvons réduire la durée du nettoyage du sol, des opérations de montage et de démontage en procédant comme suit :
- ✚ Le nettoyage du sol leur prend environ 35 min du temps de changement de format, cette opération est faite par une seule opératrice alors qu'il y en a deux. Le local dont le sol est à nettoyer est composé de trois pièces : SAS personnel, SAS magasin et la pièce où se trouve Noack 921.
- ✚ Nous proposons de mettre à la disposition des opératrices plus d'outils de nettoyage du sol (1 balais à serpillère de plus) pour que les trois pièces se nettoient en même temps. Ceci peut leur faire gagner environ 15min.
- ✚ L'opération de démontage demande environ 30min et celle de montage environ 50min. Nous recommandons l'utilisation de système de serrage / desserrage rapide (visseuse/deviseuse électrique). Leur utilisation diminuera le temps du démontage et celui du montage de 30% chacun. Ce qui donnera un gain de presque 10min en démontage et de 15 min en montage. ces visseuses/deviseuses électrique coutent environ 400Dhs et l'entreprise est prête à les procurer, par ailleurs, elle a lancé la commande auprès d'un fournisseur.



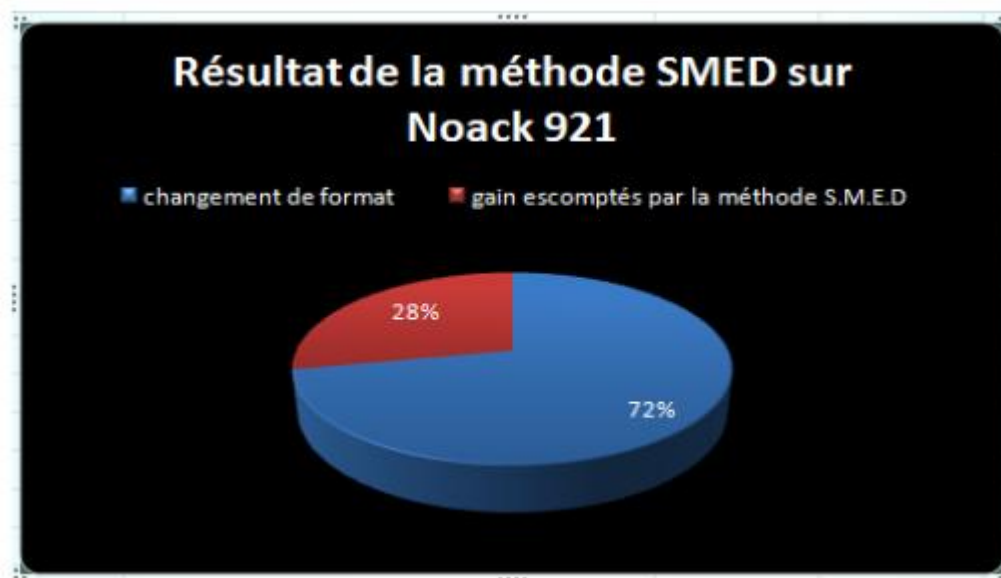
En réduisant la durée de ces trois opérations internes nous pouvons gagner environ 40 min soit: (2)

- 15 min en nettoyage du sol
- 10 min en démontage
- 15 min en montage

-Nous pouvons donc gagner environ 32min à partir de l'extraction des opérations internes en externes (1), et environ 40 min en réduisant la durée de quelques opérations internes(2), ce qui donne environ 72 min de gains soit :

$256-72= 184$ min environ (nouveau temps de changement de format)

-Nous avons réduit le temps de changement de format de la Noack 921 de 28% comme l'illustre le graphe n°4 suivant :



Graphe n°4: Représentation des résultats de la méthode SMED sur la Noack 921

3.2. Analyse du changement de format pour la Promatic PC 4300 :

Nous avons fait le même travail pour la 2^{ème} machine. La vidéo obtenue nous a permis d'analyser les différentes opérations du changement de format. Les résultats de cette analyse sont récapitulés dans le tableau n°6:

N° de tâche	Nom	Durée	interne	externe	Remarques
1	Débarrasser le local	3 min	X		
2	Essuyer les meubles	4min42s	X		
3	Nettoyer l'intérieur de la machine avec l'air comprimé	4min20s	X		
4	Nettoyer les vitres internes de la machine	2min37s	X		
5	Nettoyer les pièces de la machine	5min42s	X		
6	Nettoyer l'extérieur de la machine	12min11s	X		
7	Nettoyer la balance	17 s	X		
8	Nettoyer les convoyeurs	25s	X		
9	Nettoyer les vitres du local	10min56s	X		
10	Nettoyer le sol	21min12s	X		
11	Réarranger les meubles	2min19s	X		
12	Nettoyer les outils de nettoyage les étiqueter et les arranger	7min27s	X		Opération qui peut être faite machine en marche
13	Contrôler le nettoyage total	1min38s	X		
14	Identifier les pièces à changer (aide Manuel du produit)	1min42s	X		Opération qui peut être préparée au machine en marche
15	Chercher les pièces dans l'armoire et les ramener	1min 29s	X		A préparer machine en marche -Se servir d'une table à outils roulante qui facilite le rangement

16	Démonter le magasin Blister	7min6s	X		
17	Monter le magasin Blister	8min4s	X		
18	Régler le magasin Blister	7min40s	X		
19	Démonter les poussoirs	4min8s	X		
20	Démonter les contre-pousseurs	4min3s	X		
21	Monter les poussoirs	6min6s	X		
22	Monter les contre-pousseurs	5min	X		
23	Nettoyer les pièces changées	5min58s	X		Opérations pouvant être faites machine en marche - Se servir d'une table à outils, roulante qui facilite le rangement
24	Mettre de la cellophane aux pièces changées /nettoyées et les étiqueter	4min	X		
25	Ranger les pièces dans l'armoire	1min38s	X		
26	Chercher la clé 10	5min6s	X		Disposer d'une boîte à outils propre à chaque machine
27	Chercher la vis du poussoir	12s	X		Peut être préparée machine en marche avec sa pièce adéquate
28	Attendre le technicien	25min	X		Planifier un technicien lors du changement de format
29	Régler/Changer les caractères : Lot-Date-Prix du médicament (compostage)	26min17s	X		La machine dispose d'une 2ème pièce de compostage. Elle peut être préparée (N°Lot suivant-Date-Prix) machine en marche et une fois que le lot en cours soit terminé, elle prend la place de la 1ère pièce déjà montée
30	Régler le prélèvement et formage étui par l'opérateur	40min	X		
31	Régler le poste notice	1min35s	X		
32	Régler le magasin étui	2min27s	X		
33	Régler le convoyeur étui	2min30s	X		
34	Régler le palpeur	2min8s	X		

35	Régler L'alimentation et la fermeture des étuis	15min45s	X		
36	Régler la Balance	33s	X		
37	Réglage : technicien poste prélèvement et formage étui	45min31	X		
38	Apporter les articles de conditionnement et les vérifier	2min27s	X		Opérations pouvant être faites machine en marche (au cours du lot précédent, avant le changement de format)
Total		303min			

Tableau n°6 : Résultats de l'analyse des différentes opérations de changement de format de la Promatic PC4300

- ✚ Nous remarquons que toutes les opérations du changement de format de la Promatic PC 4300 se font machine arrêtée.
- ✚ De plus les tâches 12, 14, 15, 23, 24, 25, 26, 27, 28,29 et 38 qui sont considérées comme internes doivent être extraites en opérations externes.

Nous obtiendrons donc :

N° de tache	Nom	Durée	interne	externe
1	Débarrasser le local	3 min	X	
2	Essuyer les meubles	4min42s	X	
3	Nettoyer l'intérieur de la machine avec l'air comprimé	4min20s	X	
4	Nettoyer les vitres internes de la machine	2min37s	X	
5	Nettoyer les pièces de la machine	5min42s	X	
6	Nettoyer l'extérieur de la machine	12min11s	X	
7	Nettoyer la balance	17 s	X	
8	Nettoyer les convoyeurs	25s	X	
9	Nettoyer les vitres du local	10min56s	X	
10	Nettoyer le sol	21min12s	X	
11	Réarranger les meubles	2min19s	X	
12	Nettoyer les outils de nettoyage les étiqueter et les arranger	7min27s		X
13	Contrôler le nettoyage total	1min38s	X	
14	identifier les pièces à changer (aide Manuel du produit)	1min42s		X
15	Chercher les pièces dans l'armoire et les ramener	1min 29s		X
16	Démonter le magasin Blister	7min6s	X	
17	Monter le magasin Blister	8min4s	X	
18	Régler le magasin Blister	7min40s	X	
19	Démonter les poussoirs	4min8s	X	
20	Démonter les contre-pousseurs	4min3s	X	
21	Monter les poussoirs	6min6s	X	
22	Monter les contre-pousseurs	5min	X	
23	Nettoyer les pièces changées	5min58s		X

24	Mettre de la cellophane aux pièces changées /nettoyées et les étiqueter	4min		X
25	Ranger les pièces dans l'armoire	1min38s		X
26	Chercher la clé n° 10	5min6s		X
27	Chercher la vis du pousseur	12s		X
28	Attendre le technicien	25min		X
29	Régler/Changer les caractères : Lot-Date-Prix du médicament (compostage)	26min17s		X
30	Régler le prélèvement et formage étui par l'opérateur	40min	X	
31	Régler le poste notice	1min35s	X	
32	Régler le magasin étui	2min27s	X	
33	Régler le convoyeur étui	2min30s	X	
34	Régler le palpeur	2min8s	X	
35	Régler L'alimentation et la fermeture des étuis	15min45s	X	
36	Régler la Balance	33s	X	
37	Réglage : technicien poste prélèvement et formage étui	45min31	X	
38	Apporter les articles de conditionnement et les vérifier	2min27s		X
Total en min		303	221	82

Tableau n°7 : Extraction des tâches 12, 14, 15, 23, 24, 25, 26, 27, 28,29 et 38 en tâches externes



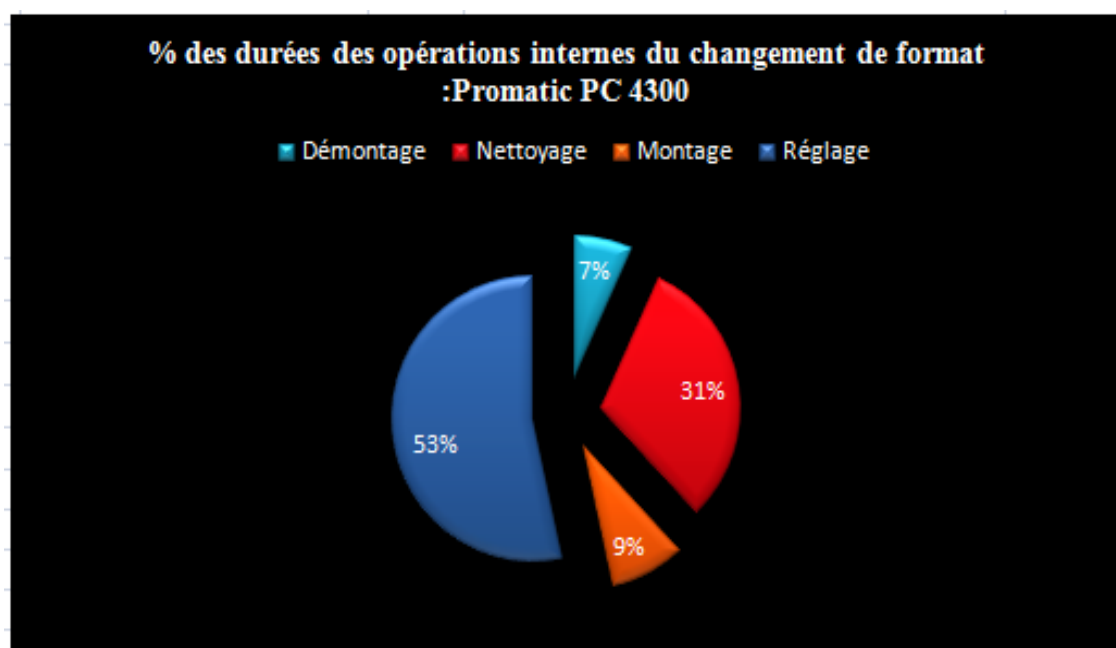
L'extraction des tâches qui normalement doivent être faites en temps masqué mais qui sont réalisées machine à l'arrêt permet de gagner 82 min du temps de changement de format. (1)

Les 221 min restantes concernent les opérations internes.vu qu'aucune ne peut être convertie en externe (sauf investissement), Nous allons donc chercher celles qui peuvent être réduites.

Ces 221 min sont réparties comme le montre le tableau n°8 et le graphe n°5 suivants :

Opération	Durée en min	%
Démontage	15	6,79%
Nettoyage	69	31,22%
Montage	19	8,60%
Réglage	118	53,39%
TOTAL	221	100%

Tableau n°8 : Répartition du temps des opérations internes



Graphe n°5 : Représentation des opérations internes et de leurs pourcentages du temps de changement de format

✚ L'opération de démontage demande environ 15min et celle de montage environ 20min .L'utilisation des visseuses /devisseuses électrique diminuera de 30% le temps du démontage et du montage. Ce qui donnera un gain de presque 5min en démontage et de 5 min en montage.ces visseuses/devisseuses électrique coutent environ 400Dhs

et l'entreprise est prête à les procurer, par ailleurs, elle a lancé la commande auprès d'un fournisseur.

✚ L'opération du nettoyage demande environ 70min dont environ 20min consacrées au sol, le nettoyage du sol est fait par une seule opératrice alors qu'il y en a trois. Le local dont le sol est à nettoyer est composé d'une seule pièce contrairement au local de la Noack 921 qui en contient 3.

-Vu que l'encartonneuse est placée au milieu de la pièce, la divisant donc en deux parties, nous proposons qu'ils mettent à la disposition des opératrices 1 balai à serpillère de plus pour que les deux parties soient nettoyées en parallèle par deux opératrices. Ceci peut leur faire gagner environ 10 min.

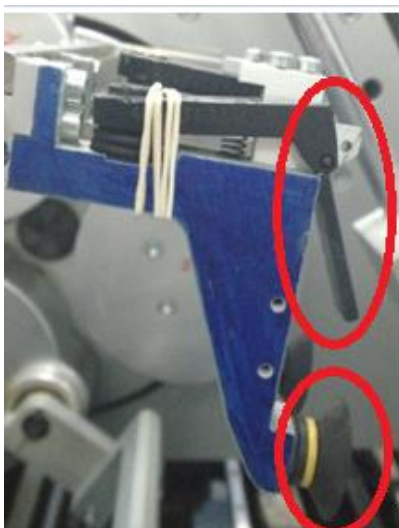


En réduisant la durée de ces trois opérations internes nous pouvons gagner environ 20 min soit: (2)

- 10 min en nettoyage du sol
- 5 min en démontage
- 5 min en montage

-Nous pouvons donc gagner environ 82 min à partir de l'extraction des opérations internes en externes (1), et environ 20 min en réduisant la durée de quelques opérations internes, ce qui donne environ 102 min de gains. (A)

✚ En ce qui concerne le réglage, tous les groupes de l'encartonneuse sont facilement réglables à l'exception du groupe 'prélèvement et formage étui' qui demande lors du changement de format un temps spectaculaire qui s'élève à 85 min l'équivalent de presque 72% du temps total de réglage. Ce dernier représente un handicap pour l'encartonneuse à chaque fois qu'il y'a un changement de format.



En effet, le groupe 'prélèvement et formage étui' de l'encartonneuse comporte 3 bras fixés sur une roue rotatif. Chaque bras est équipé d'une tête jouant un rôle capital dans le prélèvement et le formage des étuis qui sans elle le groupe ne fonctionnera pas. Ci-joint sa photo (figure 15) :

Figure n°15 : Tête de prélèvement du groupe prélèvement et formage étui

-Le levier et la ventouse entourés en rouge, sont les éléments clés pour prélever et former un étui. Le problème qui se pose est que la taille de ces éléments est fixe quelque soit la nature de l'étui du produit (étui à petit ou à grand diamètre).

Donc, lors du changement de format (d'un grand format à un petit format ou vice-versa) les techniciens sont face au problème de réglage de ces deux éléments de taille standard et pour y remédier ils utilisent des élastiques en caoutchouc (comme nous le voyons sur la photo) pour agrandir ou rétrécir l'angle des leviers et l'ouverture des ventouses.

-L'entreprise ne s'est rendue compte du problème qu'après un grand retard de la production.

-Nous lui proposons de consulter le fournisseur et demander des leviers /ventouses réglables selon le diamètre de l'étui et non pas standards comme c'est le cas actuellement.

Par ailleurs, nous avons entamé au niveau de l'entreprise des actions pour revoir avec le fournisseur la conception de ces deux éléments et ceci parce que l'entreprise envisage de commander une nouvelle ligne ROMACO et ne veut donc pas rencontrer le même problème de prélèvement et formage étui.

Nous reviendrons sur le fonctionnement du groupe en détail dans l'étude AMDEC.

-D'après l'équipe des techniciens, l'utilisation des leviers/ventouses réglables demandera un temps de réglage d'environ 20 min maximum pour les 3 bras. Ce qui donnera un gain de $*85-20=65$ min environ. (B) sur chaque changement de format avec :

*85min : Temps de réglage du groupe prélèvement et formage étui

-Nous pouvons donc gagner environ 102min à partir de :

L'extraction des opérations internes en externes (1), et en réduisant la durée de quelques opérations internes(2)]. (A)

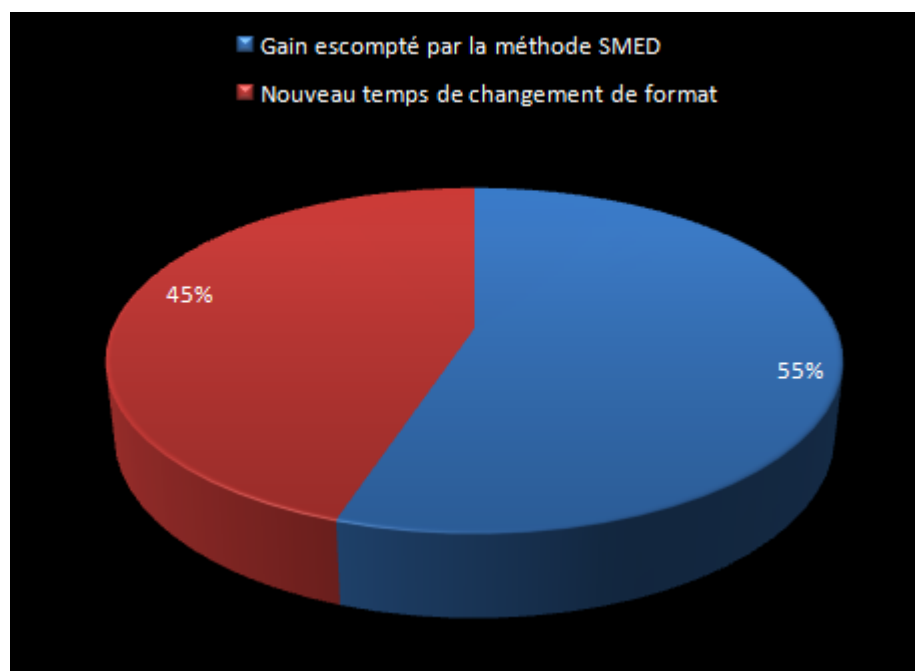
Et environ 65 min (B) en utilisant les leviers/ventouses réglables

Donc environ $102+65=167$ min environ à gagner

-Le nouveau temps de changement de format sera environ :

$303-167=136$ environ 2H15min

-Nous avons réduit le temps de changement de format de la PROMATIC PC4300 de 54% comme l'illustre le graphe n°6 suivant :



Graphe n° 6 : Représentation des résultats de la méthode SMED sur l'encartonneuse

Afin de faciliter le réglage de la Promatic PC4300 lors du changement de format et en attendant de revoir la conception des leviers/ventouses du groupe prélèvement étui, nous avons proposé des fiches de réglage par format et donc par produit. En effet, chaque format couvre plusieurs produits comme le montre les figures n°16 et 17 suivantes :

PRODUIT	FORMAT
ALLERGINE B/15	F1
AMEP 5 B/14	
AMEP 10 B/14	
TREMADOL B/20	
ALLERGINE B/30	
COLCHICINE B/40	
AMEP 5 B/28	F2
AMEP 10 B/28	
VASCOR CP B/60	
AMEP 5 B/56	F3
VASCOR LM B/60	
XANAX	F4
GLUCO 100 B/30	F5
RHINOFEBRAL B/20	
GLUCO 850 B/30	
PARADEx B/30	
GLUCO 850 B/60	F6

Figure n°16 : types de produits pour chaque format

N° REG	VALEUR	N° REG	VALEUR
1		32a	
2		33	
3		34	
4		35	
5		35a	
6		36	
7		37	
7B		38	
8		38a	
9		39	
9a		40	
10		41	
11		42	
12		43	
13		44	
14		45	
15		46	
16		47	
18		48	
19		52a	
20		52b	
21		53a	
22		53b	
23		54a	
24		54b	
25		55	
26		57	
27		58a	
28		58b	
29		91	
30		92	
31		93	
32		94	
Pli notice T1		Pli T3	
Pli notice T2		Pli T4	
ongles levier		ongles ventouses	

Figure n°17 : Fiche de réglage par format et par produit

Le principe de ces fiches de réglage est comme suit :

Toutes les pièces de la machine sont numérotées, nous nous sommes servis de cette numérotation pour élaborer cette fiche de réglage.

Après chaque changement de format et après avoir testé la fiabilité du réglage effectué, il faut noter sur la fiche la valeur de réglage de chaque pièce de la

machine. Par exemple sur la machine le palpeur a le numéro 12, l'opérateur note la valeur de réglage du palpeur sur la case n° 12 et ainsi de suite.

-Cette opération doit être faite pour tous les formats.

Par la suite, pour passer par exemple d'AMEP 5 B28 à PARADEX B30 c'est-à-dire de la forme F2 à la forme F5 il suffit d'utiliser la fiche de réglage correspondante à F5 pour effectué le réglage de la machine, puis tester sa fiabilité.

Si ces valeurs de réglage permettent le bon fonctionnement de la machine nous les gardons sinon, nous prenons une nouvelle fiche de réglage et nous notons à nouveau les nouvelles valeurs. Ces valeurs seront presque similaires à celles notées sur la première fiche de réglage avec quelques différences près.

Ces fiches permettront la traçabilité des valeurs de réglage, la diminution du temps de réglage lors du changement de format et la détection facile des groupes difficiles à régler pour y remédier.

3.3. Conclusion

Avant l'application de S.M.E.D

Temps de changement de format en h :

-Noack 921 : environ 4,26h

-Promatic PC4300 : environ 5h

Tps en h	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Machine												
Noack 921												
Promatic PC 4300												

Figure n°18 : Répartition en h du temps de changement de format de la ligne ROMACO avant application de SMED

Après l'application de S.M.E.D

Temps de changement de format en h :

-Noack 921 : environ 3h

-Promatic PC4300 : environ 2,26h

Temps en h	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Machine										
Noack 921										
Promatic PC4300										

Figure n°19 : Répartition en h du temps de changement de format de la ligne ROMACO après application de SMED

En conclusion de notre étude sur la ligne ROMACO, nous pouvons réaliser le changement de format de cette ligne dans une durée d'environ 3h. Cependant les résultats de cette étude dépendent de l'implication du personnel de l'entreprise et de la réalisation des investissements proposés.

Cette réduction permet à l'entreprise d'augmenter la flexibilité de son système de production et de se lancer dans une politique de juste temps lui permettant d'augmenter sa part du marché.

II. Mise en place de l'AMDEC pour réduire les arrêts pour maintenance

1. Introduction

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leur Effets et de leur Criticité) est un outil méthodologique permettant l'analyse systématique des dysfonctionnements potentiels d'un produit, d'un procédé ou d'une installation. Cette démarche offre un cadre de travail rigoureux en groupe associant les compétences et expériences de l'ensemble des acteurs concernés par l'amélioration de performance de l'entreprise. La réalisation d'une AMDEC permet l'analyse des causes réelles de défaillance ayant pour conséquence, l'altération de la performance du dispositif de production.

L'AMDEC permet de mobiliser les ressources de l'entreprise autour d'une préoccupation commune à tous: l'amélioration de la disponibilité de l'outil de production.

L'étude AMDEC sera basée sur le diagramme F.A.S.T (Function Analysis System Technic) qui détaille en plusieurs niveaux la réalisation d'une ou de plusieurs fonctions de service arrivant à l'élément technique qui nous intéresse dans l'étude.

La lecture de ce diagramme se fait de gauche à droite en posant la question "comment?" ou de droite à gauche en posant la question " pourquoi?"

Avec la collaboration de l'équipe formée d'ingénieurs maintenance et des techniciens de la ligne ROMACO et grâce à leur expérience, nous avons pu dresser la matrice des trois critères : Gravité, Fréquence et Détection de la ligne en question comme le montre le tableau n° 9:

Fréquence : F		Gravité : G		Détection : D	
1	une défaillance max par an	1	Pas d'arrêt de la production	1	Visite par opérateur
2	une défaillance max par trimestre	2	Arrêt ≤ 1 heure	2	Détection aisée par un agent de maintenance
3	une défaillance max par mois	3	1 heure < arrêt ≤ 1 jour	3	Détection difficile
4	une défaillance max par semaine	4	Arrêt > 1 jour	4	Indécelable

Tableau n°9 : Matrice de gravité, fréquence et détection de la ligne ROMACO
 Sur la base de ces critères nous calculons la criticité via la formule suivante :
 $C = F * G * D$

Avant de commencer notre étude, nous expliquons tout d'abord la démarche de travail :

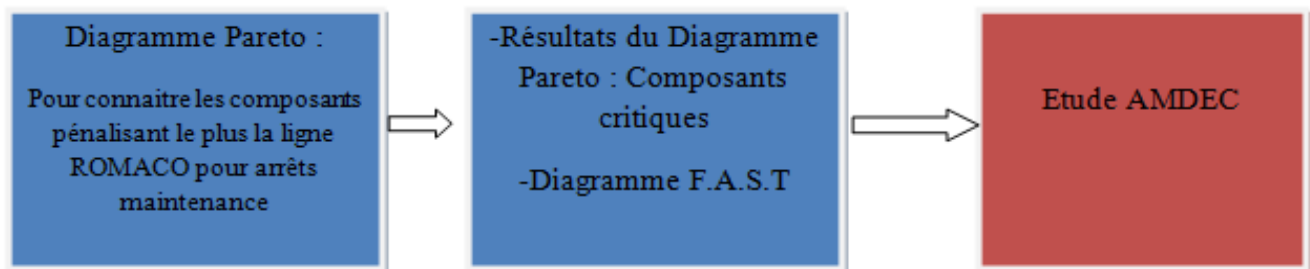


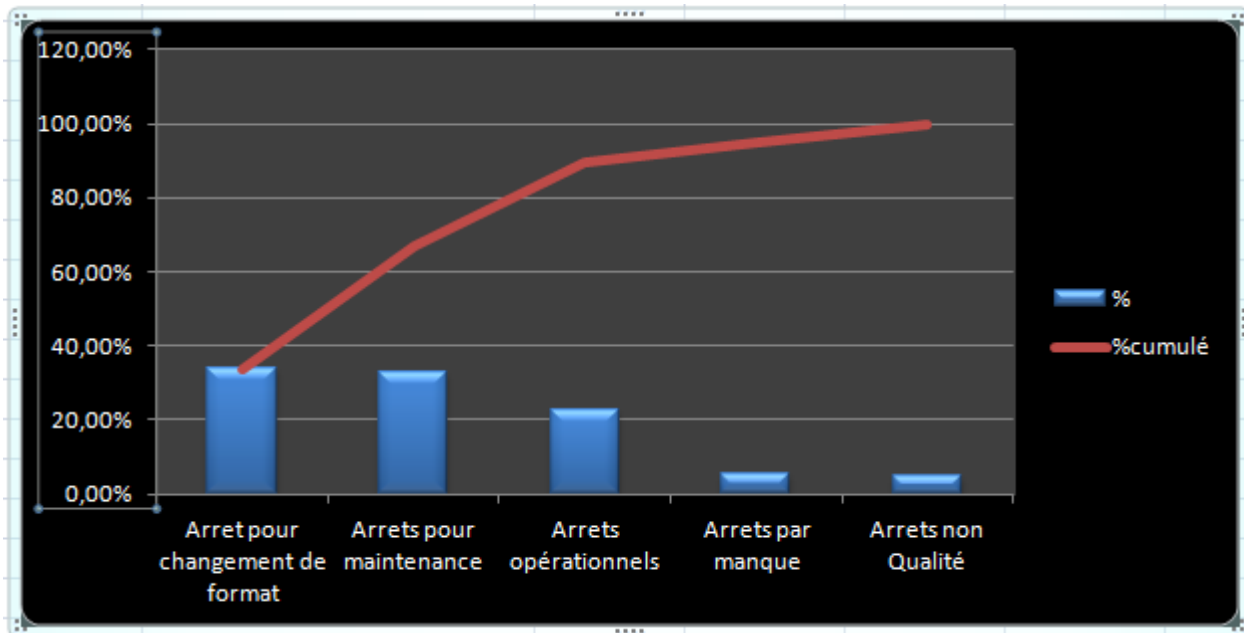
Figure n°20 : Démarche de travail

Nous tenons à rappeler le tableau des types de perte et son diagramme Pareto vus précédemment :

Type de perte	Total (min)	%	% cumulé
Arrêts pour changement de format	33333	33,87%	33,87%
Arrêts pour maintenance	32318	32,84%	66,71%
Arrêts opérationnels	22491	22,85%	89,56%
Arrêts par manque	5373	5,46%	95,02%
Arrêts non Qualité	4898	4,98%	100,00%
TOTAL (min)	98413		100%

S.M.E.D. (dashed box) points to the first two rows of the table.
 A.M.D.E.C (solid box) points to the last three rows of the table.

Tableau n°10 : Durées d'arrêts en minutes par type de perte



Graph n°7 : Diagramme Pareto des types de pertes de la ligne ROMACO

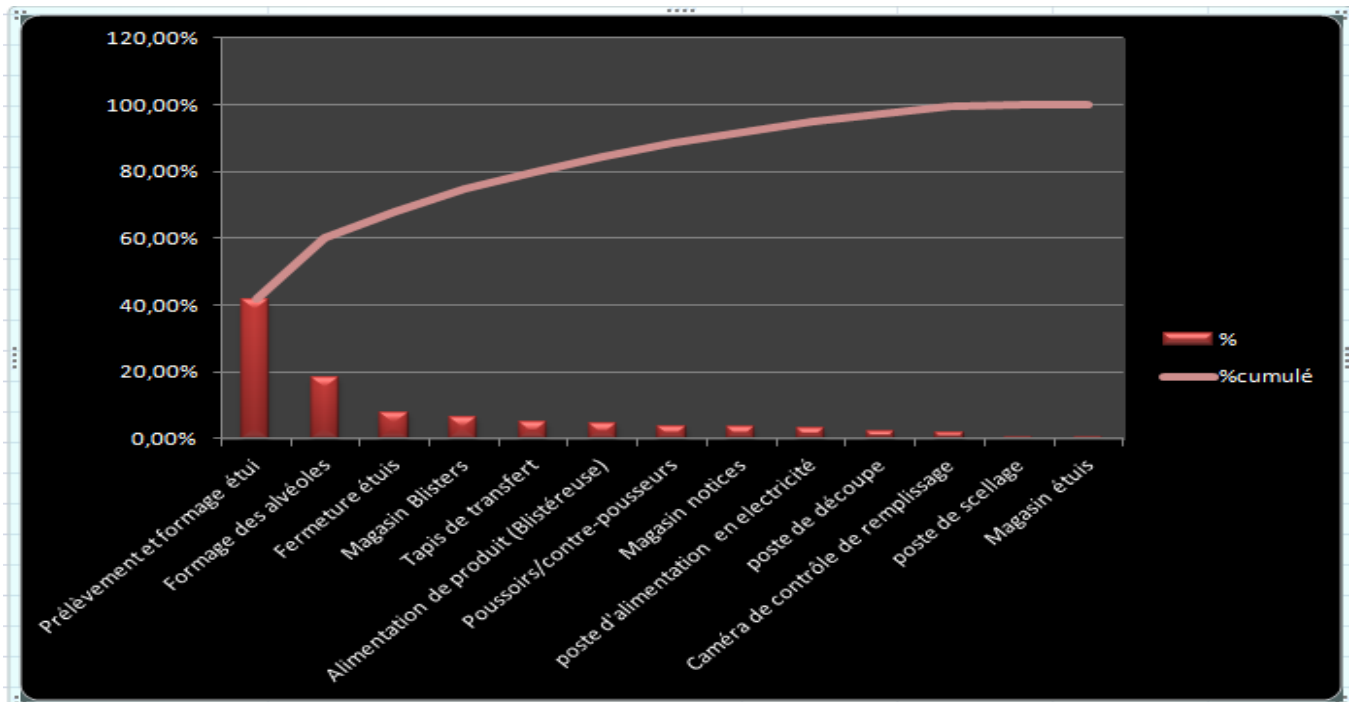
2. Analyse des différents composants de la ligne ROMACO

Afin de cibler notre analyse, nous allons faire une analyse Pareto et ce dans l'objectif d'identifier les composants de la machine les plus concernés par l'arrêt pour maintenance:

Nom	Temps d'arrêt en min	%	% cumulé
Prélèvement et formage étui	13512	41,81%	41,81%
Formage des alvéoles	5946	18,40%	60,21%
Fermeture étuis	2554	7,90%	68,11%
Magasin Blisters	2140	6,62%	74,73%
Tapis de transfert	1641	5,08%	79,81%
Alimentation de produit (Blistéreuse)	1542	4,77%	84,58%
Poussoirs/contre-poussoirs	1227	3,80%	88,38%
Magasin notices	1131	3,50%	91,88%
poste d'alimentation en electricité	1040	3,22%	95,10%
poste de découpe	725	2,24%	97,34%
Caméra de contrôle de remplissage	648	2,01%	99,34%
poste de scellage	141	0,44%	99,78%
Magasin étuis	71	0,22%	100,00%
TOTAL	32318		100%

Tableau n°11 : Analyse des composants de la ligne ROMACO pour arrêts maintenance

Ces résultats sont rapportés sur le graphe n°8 ci-dessous afin de mieux visualiser les résultats :



Graphique n°8 : Diagramme Pareto des composants les plus concernés par les arrêts maintenance

Nous remarquons d'après le Diagramme que les groupes : 'Prélèvement et formage étui', 'Formage des alvéoles', 'Fermeture étuis', 'Magasin Blisters' et 'Tapis de transfert' sont les éléments les plus critiques avec un pourcentage de 80% par rapport à la durée totale d'arrêt maintenance (**32318min**), et par conséquent nous allons nous intéresser à ces derniers.

- Pour chacun de ces groupes nous avons réalisé un diagramme F.A.S.T et une étude AMDEC comme nous allons le voir dans les pages qui suivent :

2.1. Groupe prélèvement et formage étui

Le groupe se compose d'une roue à trois bras (1), dont la rotation leur permet de prélever l'étui du magasin étui (2), de le mettre en forme moyennant une ventouse fixe (3) et de le positionner entre les dents du groupe transporteur d'étuis (4). Une photo cellule en fibre optique contrôle la bonne ouverture et la déposer de l'étui.

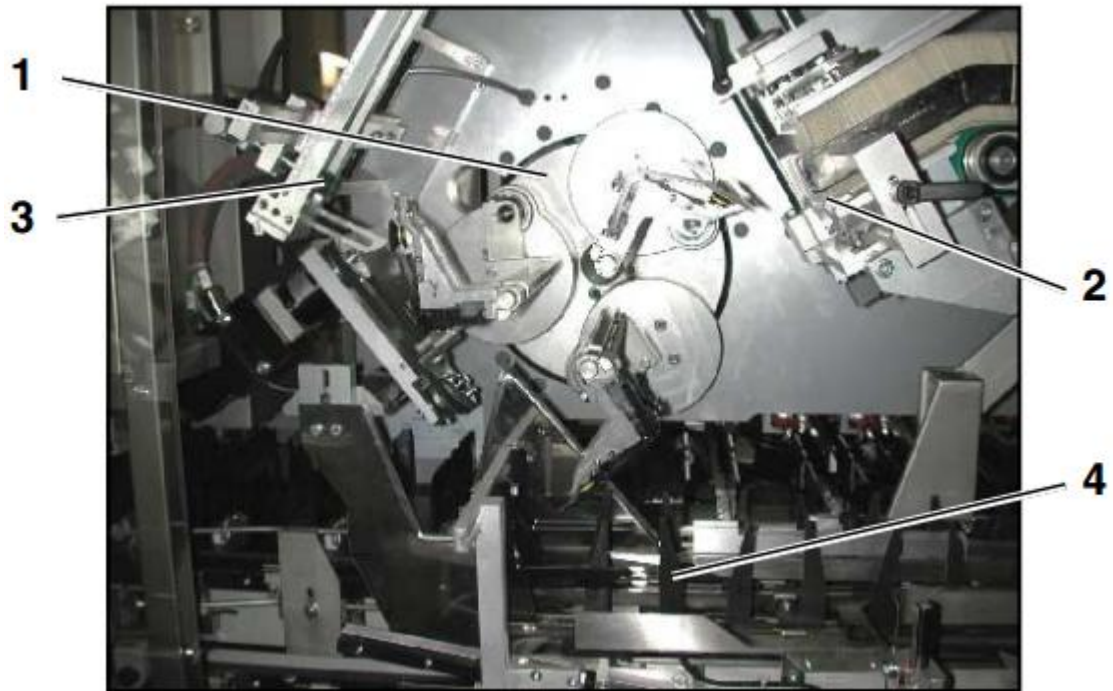


Figure 21 : Eléments du groupe prélèvement et formage étui

Nous présentons dans ce qui suit le Diagramme F.A.S.T du groupe prélèvement et formage étui et son étude AMDEC:

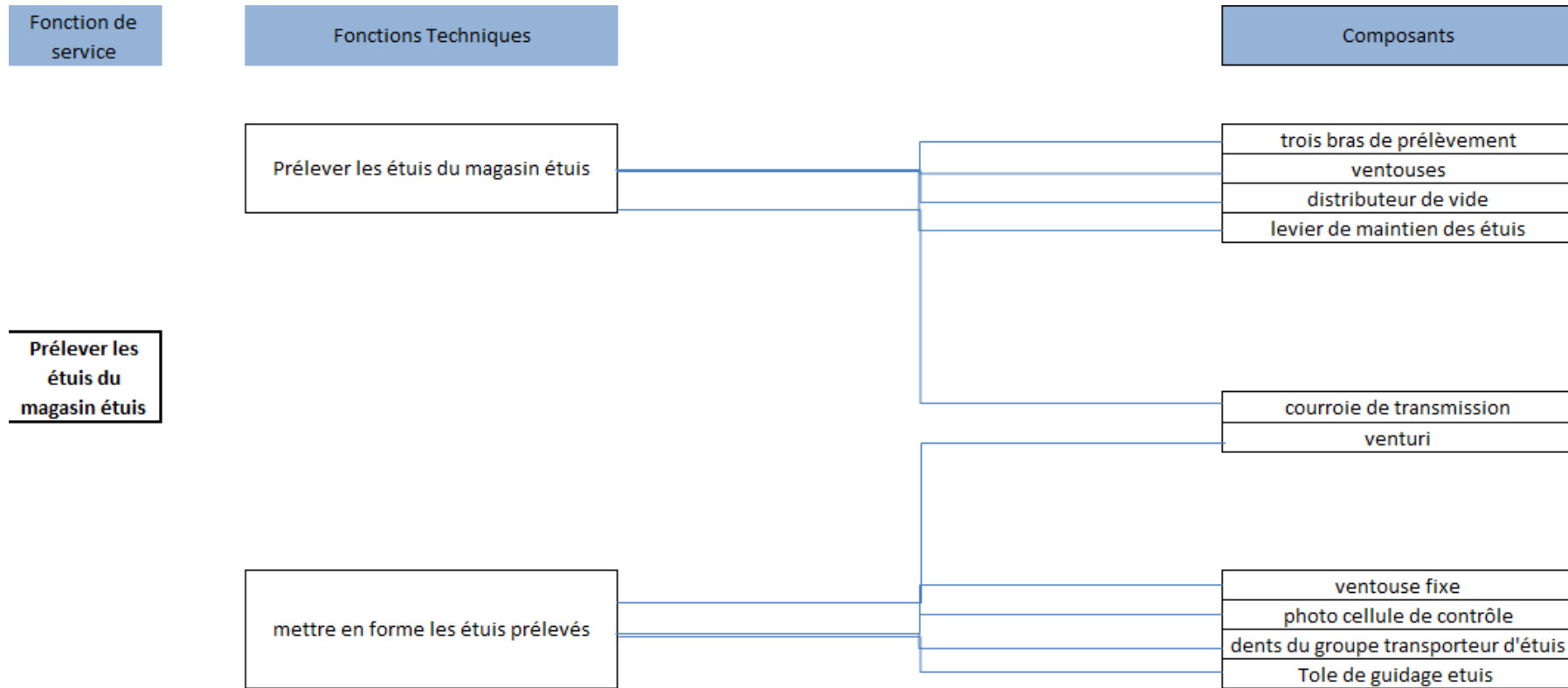


Diagramme FAST du groupe prélèvement et formage étui

N°	composant	nombre	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Moyen de détection	Evaluation de criticité			
								G	F	D	C
1	Bras	3	Entrainer les têtes de prélèvement des étuis	Pas de prélèvement étui	mauvais réglage du magasin étui	Arrêt de la machine	Visuel ET affichage	2	1	1	2
					surcharge			2	1	1	2
2	levier de maintien	6	Guider l'étui pour formage	Pas de formage étui	mauvais réglage	ralentissement de la machine	visuel et sonore	3	4	1	12
					levier cassé			2	2	1	4
3	venturi	1	créer le vide	Pas de prélèvement étui	défaillance du diaphragme	Arrêt de la machine	diagnostic	2	1	2	4
					bouchage du filtre			2	3	2	12
4	courroie de transmission	1	faire tourner la bande transporteuse	Pas de transmission	Courroie coupée	Arrêt de la machine	Diagnostic	2	1	2	4
				Transmission intermittente	Courroie usée / mal tendue		Diagnostic	2	1	2	4
5	Distributeur de vide	1	distribuer le vide	Le distributeur ne bascule pas	Bobine grillée	Arrêt de la machine	Diagnostic	2	1	3	6
					Manque de la commande			2	1	3	6

6	ventouses	7	prélever les blisters du poste de découpe	Pas d'aspiration	ventouse bouchée	Pas / mauvais prélèvement blisters	Visuel	2	3	2	12
				aspiration insuffisante	ventouse usée			visuel	3	2	2
7	capteurs de proximité	1	Détecter la présence des blisters	Non détection des blisters	Mauvais réglage	Arrêt de la machine	Diagnostic	2	3	2	12
					Capteur défaillant			2	1	2	4
				Mauvaise connexion	2			3	2	12	
				détection permanente	Mauvais réglage			2	3	2	12

Etude AMDEC du groupe prélèvement et formage étui

2.2. Groupe formage des alvéoles :

La station de formage est composée de deux moules, une fois fermée le film de formage réchauffé est coincé entre ces deux moules de formage. La plaque de soufflage ou le moule inférieur (2) souffle de l'air comprimé sur le film pour qu'il prenne la forme des alvéoles se trouvant au moule supérieur (1).

Enfin, les plaques de formage sont refroidies (3) afin de maintenir les formes apparues.

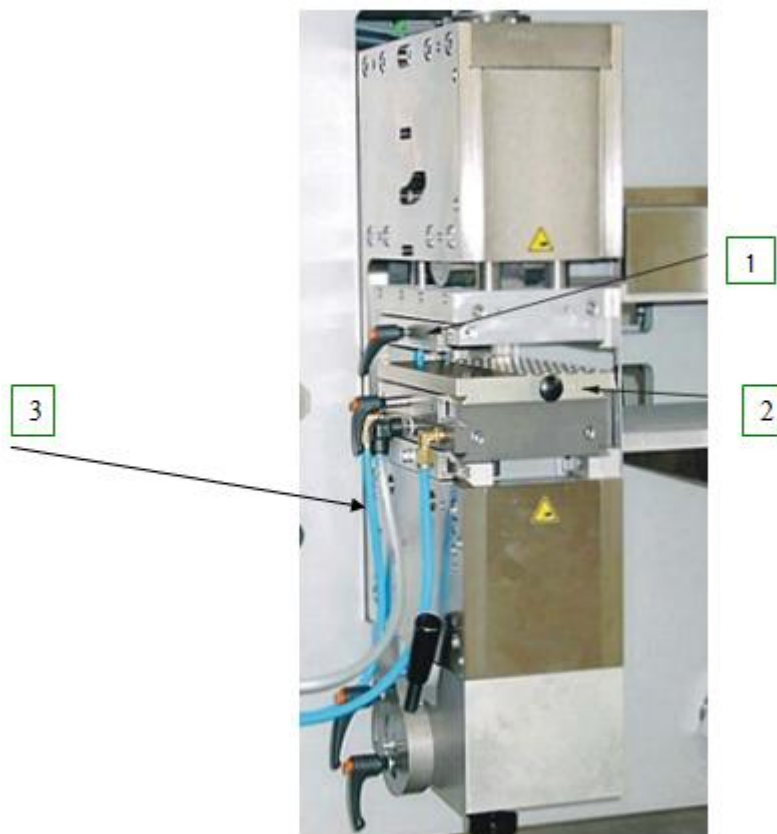


Figure n°22 : Eléments du groupe formage des alvéoles

Nous présentons dans ce qui suit le Diagramme F.A.S.T du groupe formage des alvéoles et son étude AMDEC:

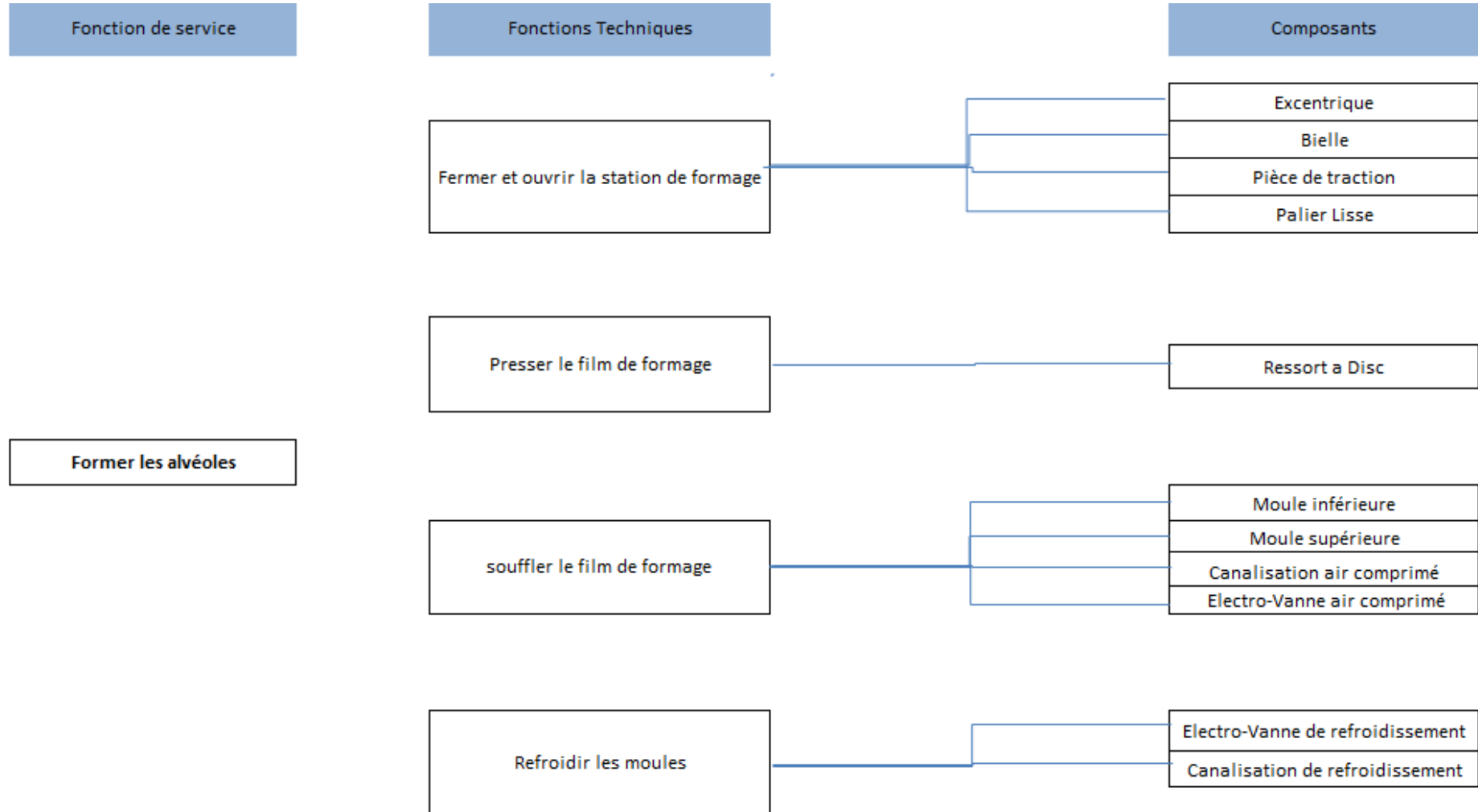


Diagramme FAST du groupe formage des alvéoles

N°	composant	NB	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Moyen de détection	Evaluation de criticité			
								G	F	D	C
1	Excentrique	1	entraîner les moules	mauvais entraînement de la station de formage	Usure	ralentissement de la machine	Diagnostic	1	1	4	4
2	Bielle	1	Transformer le mouvement	mauvais entraînement de la station de formage	usure	ralentissement de la machine	Diagnostic	1	1	4	4
3	pièce de traction	1	transmettre le mouvement	mauvaise transmission	Usure	ralentissement de la machine	Diagnostic	1	1	4	4
4	palier lisse	7	guidage	mauvais guidage	usure	arrêt de la machine	Diagnostic	2	3	2	12
								3	2	4	24
5	ressort à disc	6	assurer et amortir la fermeture des moules	mauvaise fermeture des moules	Fatigue	ralentissement de la machine	Diagnostic	1	3	4	12
6	moule inférieur	1	souffler l'air comprimé	manque de soufflage	bouchage des trous d'air comprimé	ralentissement de la machine	Visuel	1	4	1	4
7	moule supérieur	1	former les alvéoles	mauvais formage	bouchage des trous d'évacuation d'air comprimé	ralentissement de la machine	Visuel	1	4	1	4
8	canalisation d'air comprimé	1	Assurer la transmission de l'air comprimé	mauvaise transmission	Bouchage des canaux	arrêt de la machine	Diagnostic	2	3	2	12
					fuite			2	1	2	4
9	Electrovanne d'air comprimé	1	fournir l'air comprimé à la station de formage	pas de basculement de l'électrovanne	Bobine grillée	arrêt de la machine	Diagnostic	2	1	3	6
					Clapet anti-retour bloqué			2	1	3	6

10	canalisation d'eau froide	1	Assurer la transmission de l'eau froide	mauvaise transmission d'eau froide	bouchage des canaux: calcaire	ralentissement de la machine	Diagnostic	1	2	2	4
					fuite			1	2	2	4
11	Electrovanne de refroidissement	1	fournir l'eau froide à la station de formage	pas de basculement de l'électrovanne	Bobine grillée	ralentissement de la machine	Diagnostic	1	2	3	6
					Clapet anti-retour bloqué			1	1	2	2

Etude AMDEC du groupe formage des alvéoles

2.3. Groupe fermeture étui

Les pattes externes sont fermées par l'action de plieurs fixes et mobiles montées sur une paire d'excentriques (6).

Le premier pliage de la patte externe se fait sous l'action du plieur fixe 1. Sous l'action conjuguée du plieur (2) et de la contre pièce (3) s'effectue le pliage de la languette de fermeture.

Le plieur (4) plie la patte externe et commence à introduire la languette afin de lui faciliter la fermeture. Les dents (5) viennent en appui sur la patte externe en complétant ainsi la fermeture de l'étui.



Figures n°23 et 24: Éléments du groupe fermeture des pattes externes de l'étui

La fermeture des pattes internes n'a lieu qu'après introduction du produit dans l'étui.

La patte interne avant se ferme sous l'action antagoniste du plieur fixe (6)

La patte interne arrière se ferme ensuite sous l'action d'un marteau rotatif (7).



Figure n°25 : Eléments du groupe fermeture des pattes internes de l'étui

Nous présentons dans ce qui suit le Diagramme F.A.S.T du groupe fermeture étui et son étude AMDEC:

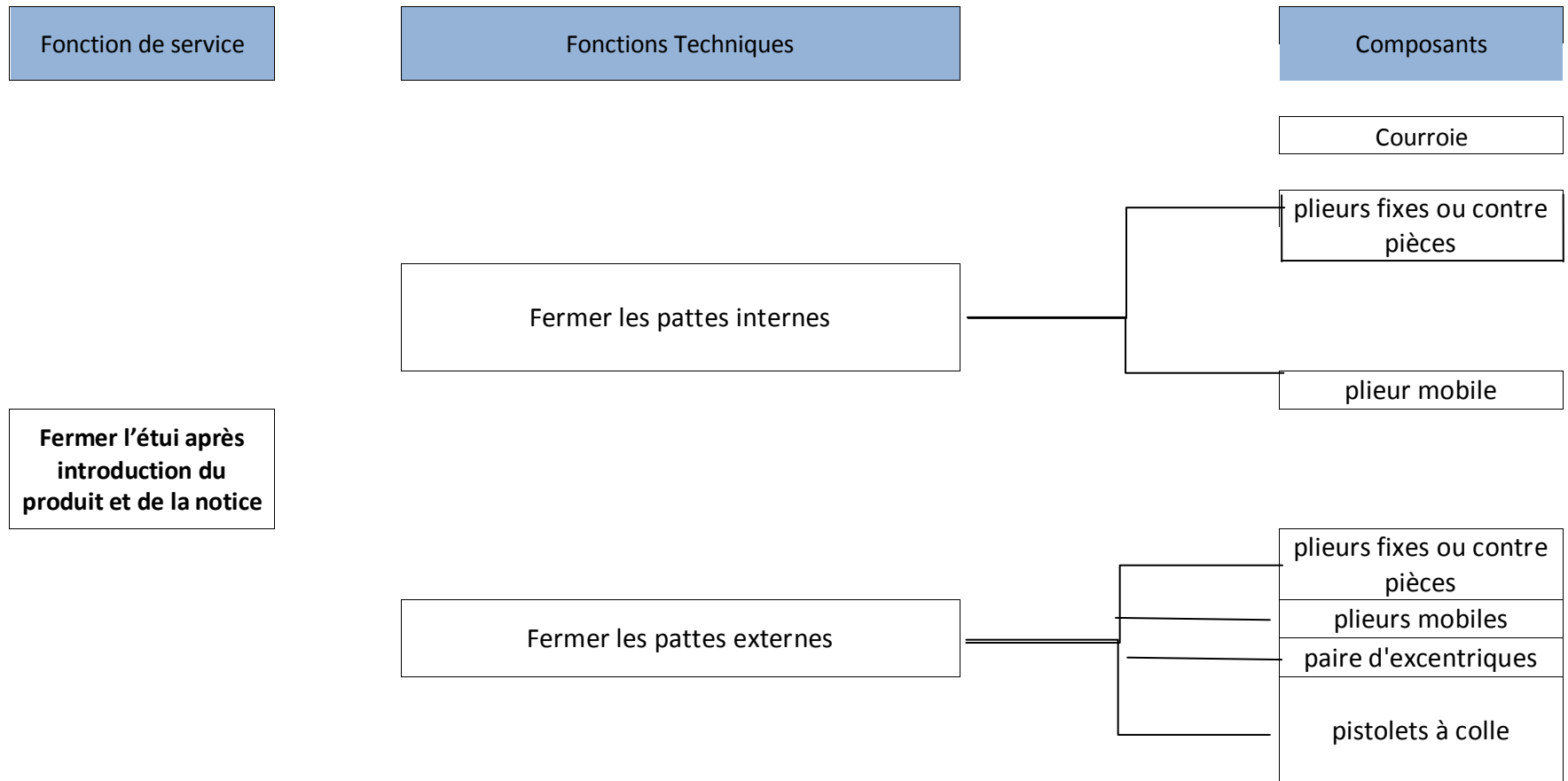


Diagramme FAST du groupe fermeture étui

N°	composant	NB	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Moyen de détection	Evaluation de criticité			
								G	F	D	C
1	Pliers mobiles	10	Plier les languettes des étuis	pas de pliage	mauvais réglage	Ralentissement de la machine	Visuel	2	3	2	12
					Plicur usé			2	2	1	4
2	Pliers fixes ou contre pièces	2	Guider les grandes languettes supérieures	pas de guidage des languettes supérieures	mauvais réglage	Ralentissement de la machine		2	2	2	8
3	Paire d'excentriques	2	Entrainer les plieurs mobiles	pas d'entrainement	Grippage des roulements	Ralentissement de la machine	visuel	2	1	2	4
4	courroie de transmission	1	Faire tourner la chaîne à alvéoles	Pas de transmission	Courroie coupée	Arrêt de la machine	Diagnostic	2	1	2	4
				Transmission intermittente	Courroie usée / mal tendue		Diagnostic	2	1	2	4
5	pistolets à colle	2	fermer les pattes externes de l'étui	mauvaise fermeture des étuis	bouchage	Ralentissement et arrêt de la machine	Visuel	3	4	1	12

Etude AMDEC du groupe fermeture étui

2.4. Groupe Magasin Blister

Le magasin blister est composé de deux photos cellules :

Une photo cellule de détection maximale(1) et une autre de détection minimale (2)

La première détecte le niveau maximal des blisters qui une fois atteint, elle envoie un signal au dispositif d'éjection(3) qui se trouve au niveau du tapis de transfert afin d'éjecter les blisters provenant de la Noack 921 pour ne pas avoir du bourrage à l'entrée du magasin.

La deuxième détecte le niveau minimal des blisters qui une fois atteint, demande de l'alimenter en blisters. Ces derniers sont déchargés à l'aide de 4 petits moteurs pas à pas (4) muni chacun d'une photo cellule afin de contrôler le déchargement.

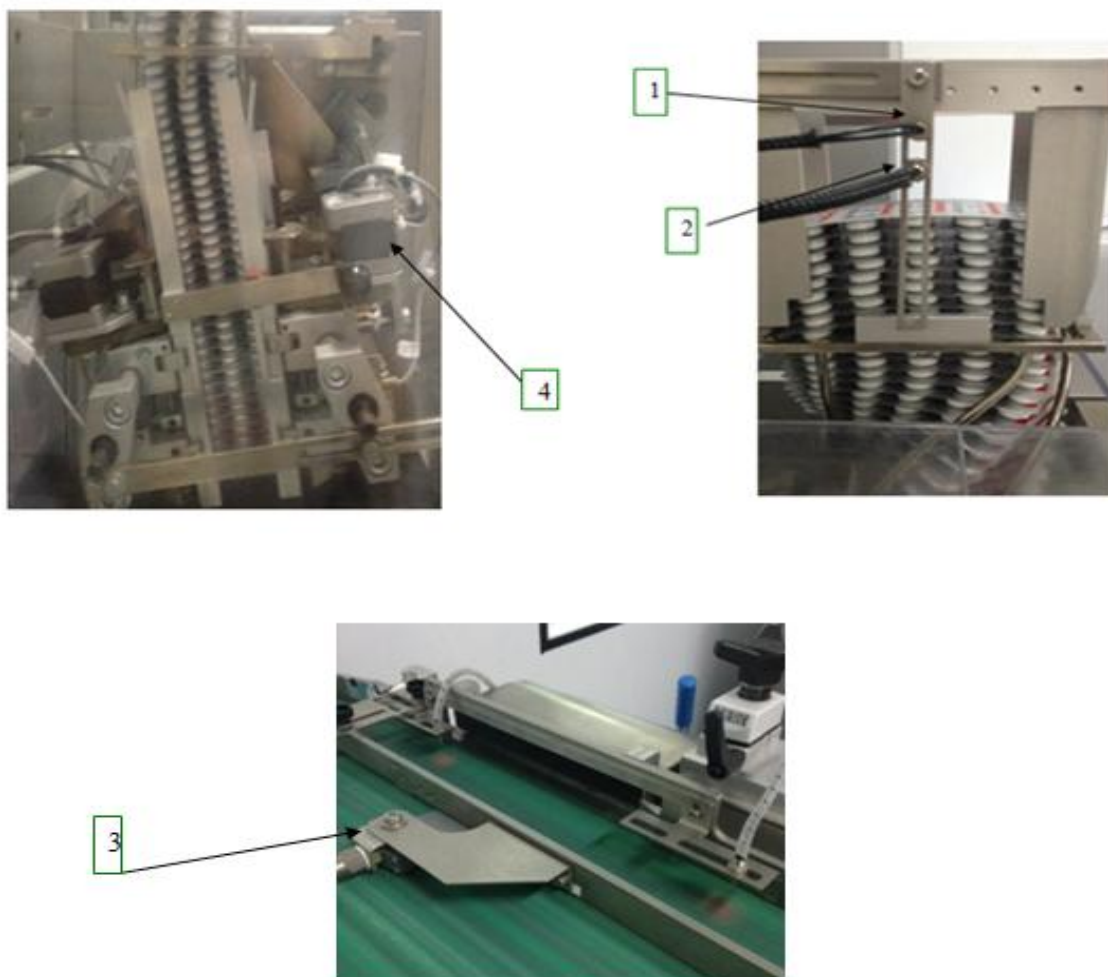


Figure n°26 : Éléments du groupe magasin blister

Nous présentons dans ce qui suit le Diagramme F.A.S.T du groupe Magasin blister et son étude AMDEC:

Fonction de service

Fonctions Techniques

Composants

alimenter la chaine à alvéoles
par les blisters pour la mise
en étuis

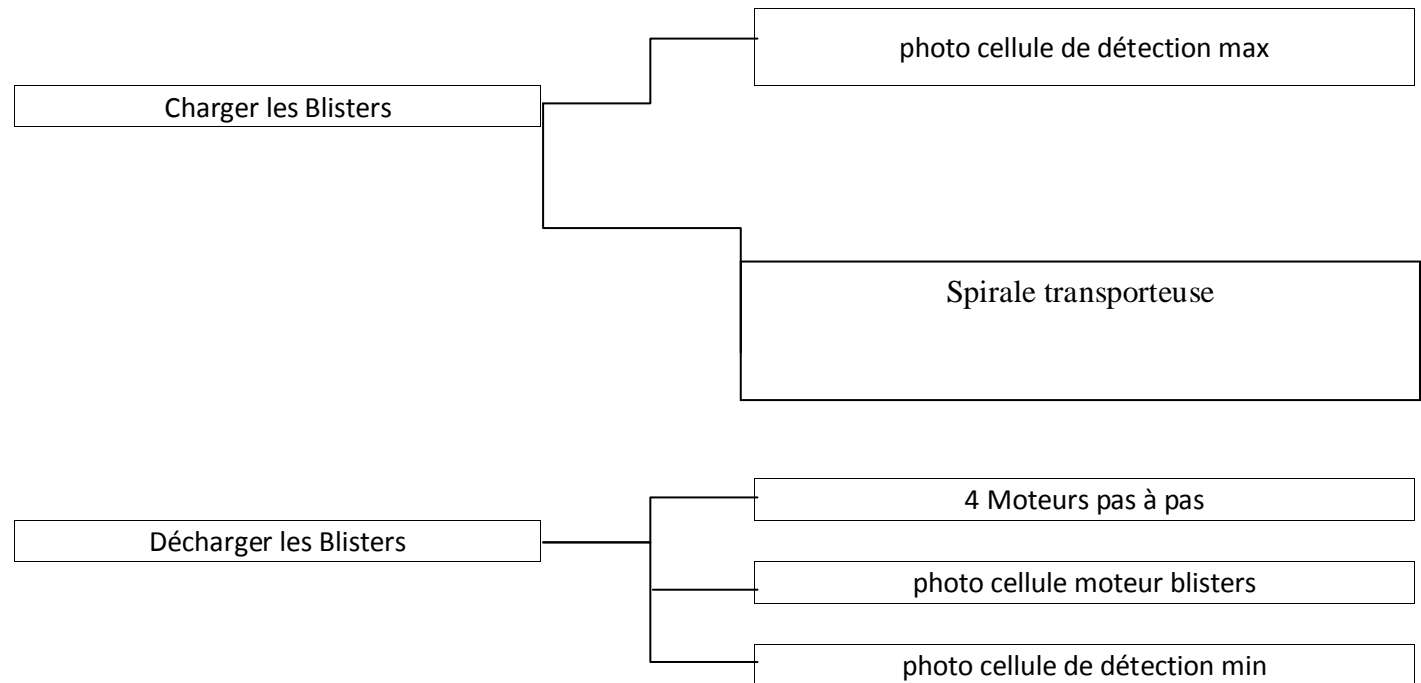


Diagramme FAST du groupe magasin blister

N°	composant	nombre	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Moyen de détection	Evaluation de criticité			
								G	F	D	C
1	Moteurs pas à pas	4	Décharger les blisters	Moteur ne marche pas	Moteur Grillé	Arrêt de la machine	Diagnostic	3	1	2	6
					Bobine grillée			3	1	2	6
					Pas d'alimentation			2	1	3	6
				Moteur s'arrête	manque de graissage			2	3	2	12
				Surcharge	2			1	2	4	
2	Vis sans fin	4	Compter le nombre de blister	Erreur de déchargement	mauvais réglage	Arrêt de la machine	Visuel/sonore	2	4	1	8
3	capteurs de proximité	8 à 10	Détecer la présence des blisters	Non détection des blisters	Mauvais réglage	Arrêt de la machine	Diagnostic	2	3	2	12
					Capteur défaillant			2	1	2	4
					Mauvaise connexion			2	3	2	12
				détection permanente	Mauvais réglage			2	3	2	12

Etude AMDEC du groupe magasin blister

2.5. Groupe Tapis de transfert :

Une fois que les blisters sont découpés dans le poste de découpe au niveau de la Noack 921, ils sont prélevés par des étoiles de prélèvement (1) au niveau du tapis de transfert, transportés à la barrière photoélectrique qui contrôle l'existence des blisters prélevés, par la suite ils passent par le dispositif de séparation(2). Ce dispositif de séparation est équipé de photos cellules de séparation qui a pour rôle d'envoyer les blisters successivement.ils passent ensuite par des guides réglables(3) qui les guides jusqu'à l'entrée du magasin blister.

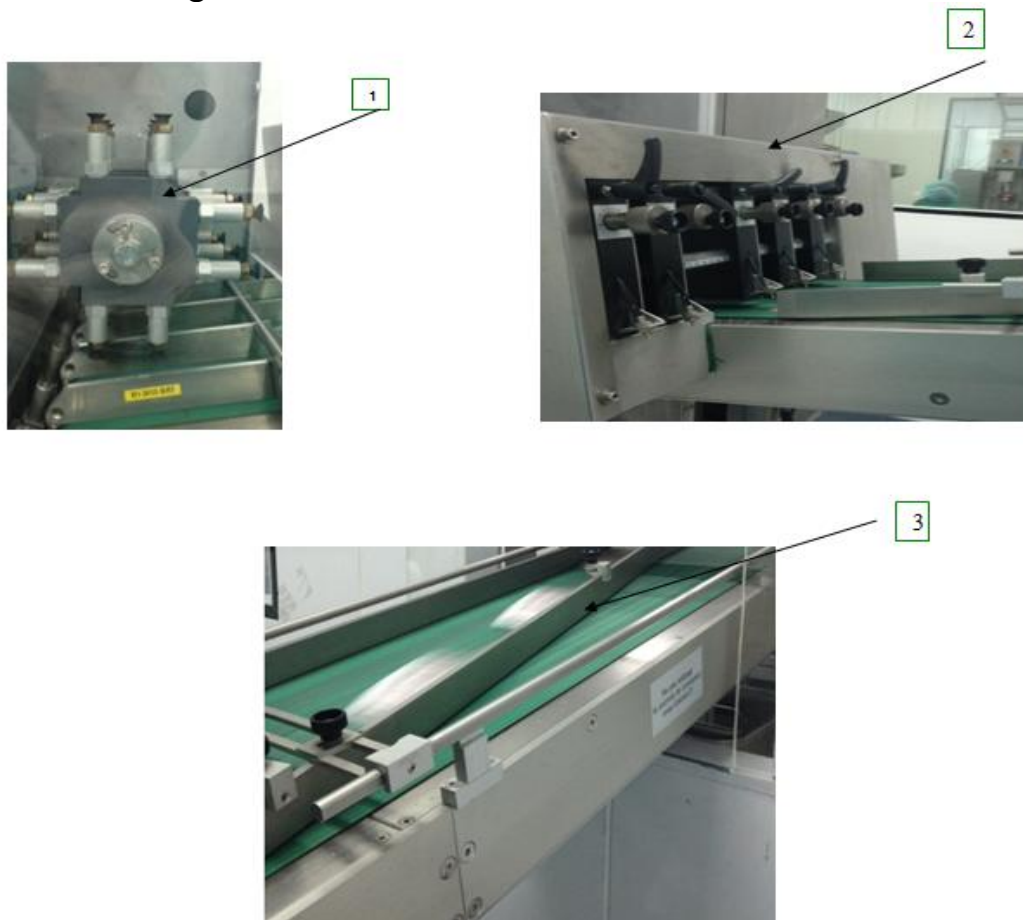
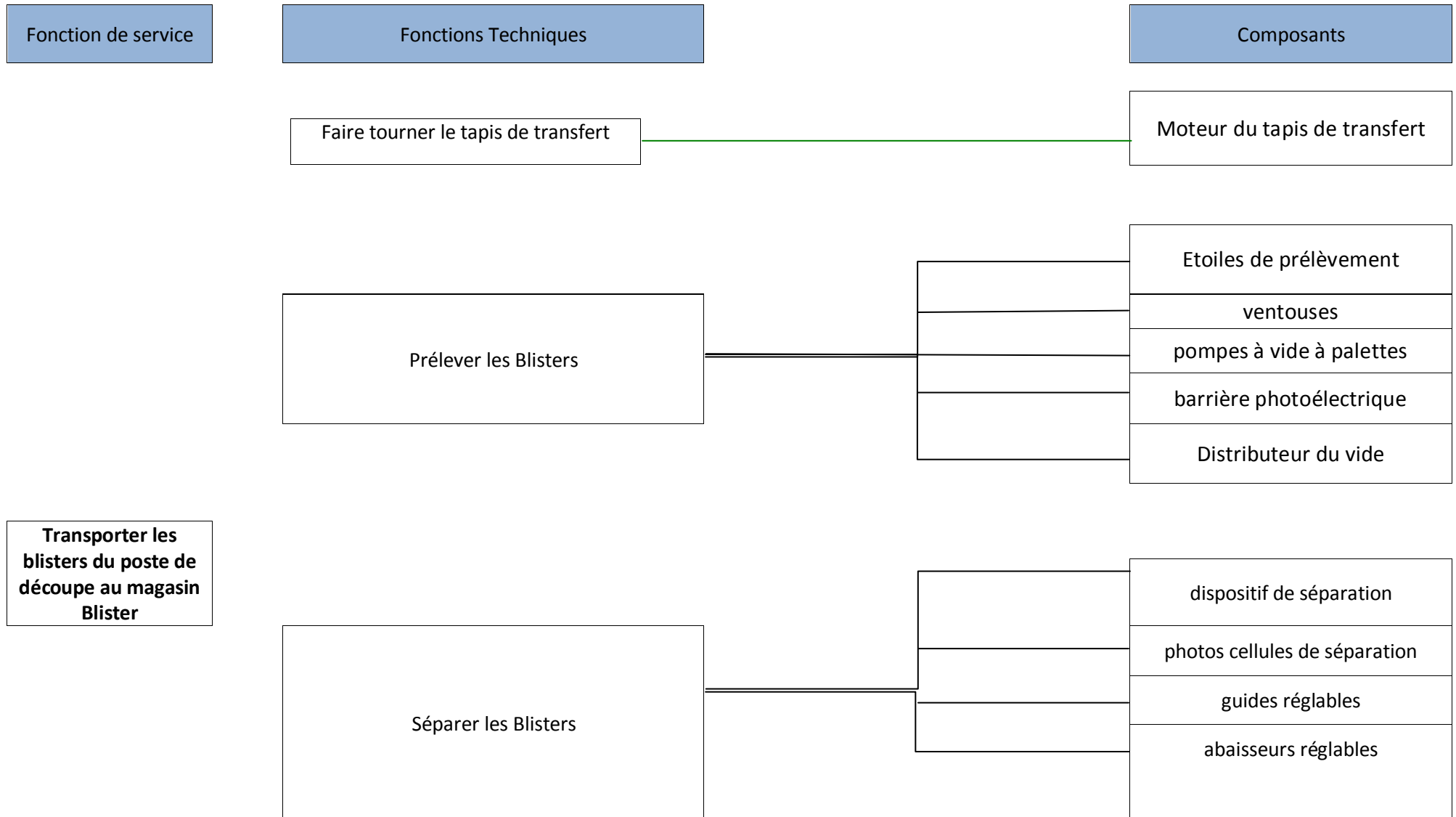


Figure n°27 : Éléments du groupe tapis de transfert

Nous présentons dans ce qui suit le Diagramme F.A.S.T du groupe Tapis de transfert et son étude AMDEC:



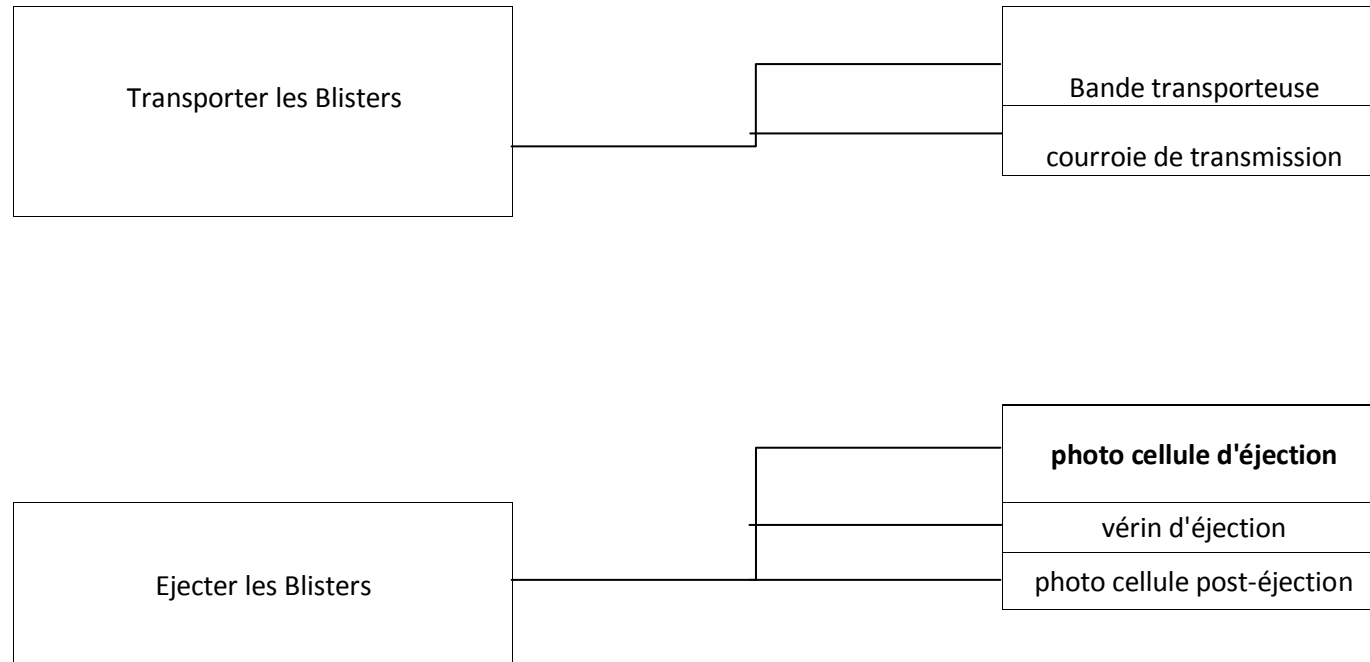


Diagramme FAST du groupe tapis de transfert

N°	composant	nombre	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Moyen de détection	Evaluation de criticité			
								G	F	D	C
1	Moteur du tapis de transfert	1	transporter les blisters du poste de découpe vers le magasin de blister	Arrêt du moteur	Bobine grillée	Arrêt de la blistéreuse	visuel	3	1	2	6
					Manque alimentation électrique			3	1	2	6
					Mauvais branchement			2	1	3	6
				Ralentissement du moteur	Grippage des roulements	Ralentissement de la machine	sonore	3	1	2	6
					Usure des pignons du réducteur			3	2	2	12
					Manque de graissage			Diagnostic	2	3	2
2	ventouse	3 à 4	prélever les blisters du poste de découpe	Pas d'aspiration	ventouse bouchée	Pas / mauvais prélèvement blisters	Visuel	2	3	2	12
				aspiration insuffisante	ventouse usée			3	2	2	12
3	pompe à vide à palettes	1	créer le vide pour prélever les blisters	Vide insuffisant	Bouchage du circuit de vide	Ralentissement de la machine	Diagnostic	3	2	2	12
					Fuite dans le circuit de vide			2	2	2	8
					Colmatage des filtres d'admission			3	2	2	12
					Usure des palettes			3	2	2	12
				Pas de création de vide	Manque alimentation électrique	Arrêt de la machine	Visuel	2	3	1	6
4	Distributeur de vide	1	distribuer le vide	Le distributeur ne bascule pas	Bobine grillée	Arrêt de la machine	Diagnostic	2	1	3	6
					Manque de commande			2	1	3	6
5	capteurs de proximité	8 à 10	Détecter la présence des blisters	Non détection des blisters	Mauvais réglage	Arrêt de la machine	Diagnostic	2	3	2	12
					Capteur défaillant			2	1	2	4
					Mauvaise connexion			2	3	2	12
				détection permanente	Mauvais réglage			2	3	2	12

6	dispositif de séparation	1	séparer les blisters pour qu'ils soient envoyés L'un après l'autre	Le vérin bouge lentement	Vérin grippé	Arrêt de la machine	Visuel	3	1	2	6
					manque d'air comprimé	Arrêt de la machine	sonore	2	1	2	4
				Le vérin ne bouge pas	usure des joints du vérin	Arrêt de la machine	visuel	3	1	2	6
					pression d'air comprimé faible	Arrêt de la machine		2	1	2	4
7	bande transporteuse	1	Transmission du mouvement du convoyeur	Manque de mouvement	Bande coupée / bloquée	Arrêt de la machine	Visuel et sonore	2	2	1	4
				Mouvement intermittent	Bande qui Glisse/mal tendue	Ralentissement de la machine		2	3	1	6
8	courroie de transmission	1	faire tourner la bande transporteuse	Pas de transmission	Courroie coupée	Arrêt de la machine	Diagnostic	2	1	2	4
				Transmission intermittente	Courroie usée / mal tendue		Diagnostic	2	1	2	4
9	étoiles de prélèvement	3 à 4	prélever les blisters du poste de découpe	pas de prélèvement	Mauvais montage	Ralentissement de la machine	Visuel	1	3	1	3
					Bouchage			1	3	1	3
				Prélèvement partiel	Bouchage			1	3	1	3
10	vérin d'éjection	1	Ejecter les blisters	Le vérin bouge lentement	Vérin grippé	Arrêt de la machine	Visuel	3	1	2	6
					manque d'air comprimé	Arrêt de la machine	sonore	2	1	2	4
				Le vérin ne bouge pas	usure des joints du vérin	Arrêt de la machine	visuel	3	1	2	6
					pression d'air comprimé faible	Arrêt de la machine		2	1	2	4

3. Plans de maintenance

D'après l'étude technique que nous avons réalisée à l'aide de l'AMDEC, nous pouvons maintenant procéder à la réalisation des plans de maintenance. La classification des actions préventives, correctives et améliorative sera décidée à partir des valeurs de la criticité, comme le montre le tableau n°12 suivant :

Criticité	Type d'action
$C \leq 8$	Action corrective
$8 < C \leq 24$	Action préventive
$C > 24$	Action améliorative

Tableau n°12 : valeur de criticité et son type d'action correspondant

Ainsi, en utilisant ce tableau, nous avons élaboré le plan de maintenance suivant :

Composant	nombre	Actions	Corrective	Préventive	Améliorative
pistolets à colle	2	Nettoyer les pistolets à colle			
Fermeture étui	10	Régler les plieurs mobiles			
		Changer les plieurs mobiles			
	2	Régler les plieurs fixes			
	2	changer les roulements			
courroie de transmission	1	changer la courroie			
Tapis de transfert	1	Changer le moteur			
		vérifier l'alimentation électrique			
		vérifier le branchement			
		changer les roulements			
		changer les pignons du réducteur			
lubrifier les pignons du réducteur/Contrôler le					

			niveau d'huile		
	ventouse	10 à 11	Déboucher les ventouses		
			changer les ventouses		
	pompe à vide à palettes	1	déboucher le circuit de vide		
			changer les raccords		
			changer les filtres d'admission/Inspecter les fuites		
			changer les palettes		
			vérifier l'alimentation électrique		
	Distributeurs de vide	3	Changer le distributeur du vide		
	capteurs de proximité	8 à 10	Régler les capteurs de proximité		
			Remplacer les capteurs de proximité		
			Nettoyer les capteurs de proximité		
			changer les capteurs de proximité		
	dispositif de séparation	1	Changer le vérin		
			vérifier les compresseurs		
			Changer les joints		
ajuster la pression d'air comprimé					
bande transporteuse	1	Changer la bande transporteuse			
		Graisser la bande transporteuse			
étoiles de prélèvement	3 à 4	vérifier le montage			
		Nettoyer les étoiles de prélèvement			
vérin d'éjection	1	Changer le vérin			
		vérifier les compresseurs			

			Changer les joints		
			ajuster la pression d'air comprimé		
prélèvement et formage étui	courroie de transmission	1	changer la courroie		
	Bras	3	régler le magasin étui		
			changer les bras de prélèvement		
	levier de maintien	6	régler l'angle de position du levier de maintien		
			changer le levier		
	venturi	1	changer le diaphragme		
			changement du filtre		
	Distributeur de vide	1	Changer le distributeur		
	courroie de transmission	1	changer la courroie		
	ventouses	7	Déboucher les ventouses		
changer les ventouses					
capteurs de proximité	1	Régler les capteurs de proximité			
		Remplacer les capteurs de proximité			
		Nettoyer les capteurs de proximité			
		changer les capteurs de proximité			
formage des alvéoles	Excentrique	1	changer l'excentrique		
	Bielle	1	changer la bielle		
	pièce de traction	1	changer la pièce de traction		
	palier lisse	7	changer les paliers lisses		
			Lubrifier les paliers lisses		
	ressort à disc	6	changer les ressorts à disc		
	moule inférieur	1	Nettoyage les trous de soufflage d'air comprimé		
moule supérieur	1	Nettoyer les trous d'évacuation d'air			

		comprimé			
Magasin blister	canalisation d'air comprimé	1	Vider le filtre déshydrateur		
			changer les canaux		
	Electrovanne d'air comprimé	1	Changer l'électrovanne		
			changer le clapet anti-retour		
	canalisation d'eau froide	1	Nettoyer les canaux		
			changer les canaux		
	Electrovanne de refroidissement	1	Changer l'électrovanne		
			changer le clapet anti-retour		
	Vis sans fin	4	Réglage les vis sans fin		
	Moteur pas à pas	4	changer le moteur		
vérifier l'alimentation électrique					
graisser les roulements					
capteurs de proximité	8 à 10	Régler les capteurs de proximité			
		Remplacer les capteurs de proximité			
		Nettoyer les capteurs de proximité			
		changer les capteurs de proximité			

Pour diminuer au minimum les arrêts pour maintenance et à partir du plan de maintenance ci-dessus, nous avons pour les actions préventives, leurs périodicités correspondantes.

Ces périodicités ont été choisies en nous référant au manuel du constructeur et à l'aide de l'expérience de l'équipe maintenance :

	Composant	nombre	Actions	Périodicité			
				Mensuelle	Trimestrielle	Annuelle	Hebdomadaire
Fermeture étui	pistolets à colle	2	Nettoyer les pistolets à colle	■			
	Plieurs mobiles	10	Régler les plieurs mobiles				
Tapis de transfert	Moteur du tapis de transfert	1	changer les pignons du réducteur			■	
			lubrifier les pignons du réducteur/Contrôler le niveau d'huile	■			
	ventouses	8 à 10	Déboucher les ventouses				
			changer les ventouses		■		
	pompe à vide à palettes	1	déboucher le circuit du vide	■			
			changer les filtres d'admission/Inspecter les fuites		■		
			changer les palettes			■	
	capteurs de proximité	8 à 10	Régler les capteurs de proximité	■			
			Nettoyer les capteurs de proximité				
			changer les capteurs de proximité				■
prélèvement et formage	levier de maintien	6	régler l'angle de position du				■

étui			levier de maintien				
	venturi	1	changer le filtre				
	ventouses	7	Déboucher les ventouses				
			changer les ventouses				
	capteurs de proximité	1	Régler les capteurs de proximité				
Nettoyer les capteurs de proximité							
Remplacer les capteurs de proximité							
Formage des alvéoles	palier lisse	7	changer les paliers lisses				
			Lubrifier les paliers lisses				
	ressort à disc	6	changer les ressorts à disc				
	canalisation d'air comprimé	1	Vider le filtre déshydrateur				
Magasin blister	Vis sans fin	4	Régler les vis sans fin				
	Moteur pas à pas	4	graisser les roulements				
	capteurs de proximité	8 à 10	Régler les capteurs de proximité				
			Nettoyer les capteurs de proximité				
			changer les capteurs de proximité				

Afin de mieux organiser les interventions préventives pour les techniciens, nous avons proposé un exemple de rapport d'intervention qui permettrait de constituer un retour d'expérience pour l'entreprise :

Rapport d'interventions * de la maintenance préventive				
Machine:			Date d'intervention:	
Fréquence:			Intervenants:	
Heure de début:		Heure de fin:		Durée:
N°	Action	Statut	Remarque	
1				
2				
3				
4				
5				
N°	Pièces de rechange utilisées	Quantité	Code	Remarque
1				
2				
3				
4				
Observations:				
Réalisé par:		Vérifié par: Date et visa:		
Date et visa:				
*: hebdomadaire, mensuel, trimestriel, annuel				

Conclusion

Le travail présente une contribution à la mise en place de la démarche TPM au sein de l'unité de conditionnement ROMACO.

Dans ce travail, nous avons réalisé dans un premier temps un diagnostic approfondi de l'unité de conditionnement en se basant sur l'étude du TRS. Cette étude a permis dans une deuxième étape d'identifier les pistes sur lesquelles nous allons agir pour améliorer les performances de la ligne ROMACO.

C'est dans ce cadre que nous avons proposé de mettre en place deux projets d'amélioration. Le premier projet consiste à mettre en place la méthode SMED afin de réduire le temps de changement de format et nous avons réussi à le réduire de 70min environ pour la Noack 921 et de 165min environ pour la Promatic PC 4300.

Le deuxième projet porte sur l'étude AMDEC dont l'objectif est de prévoir et maîtriser les sources de dysfonctionnement de la ligne.

Les AMDEC_s réalisées ont permis de faire un plan de maintenance préventive en vue d'accroître la disponibilité de la ligne et augmenter ainsi le TRS.

Enfin, la mise en place réussie et la pérennisation de ces deux projets dépendent fortement de l'engagement de la direction et l'implication du personnel.

Références bibliographiques

- La démarche SMED:

Auteur(s) : Jean-Marc Gallaire
Editeur : Editions d'Organisation
Nombre de pages : 200 pages
Date de parution : 06/03/2008

-Cours de maintenance : -Mr Hammoumi (année universitaire 2012-2013)

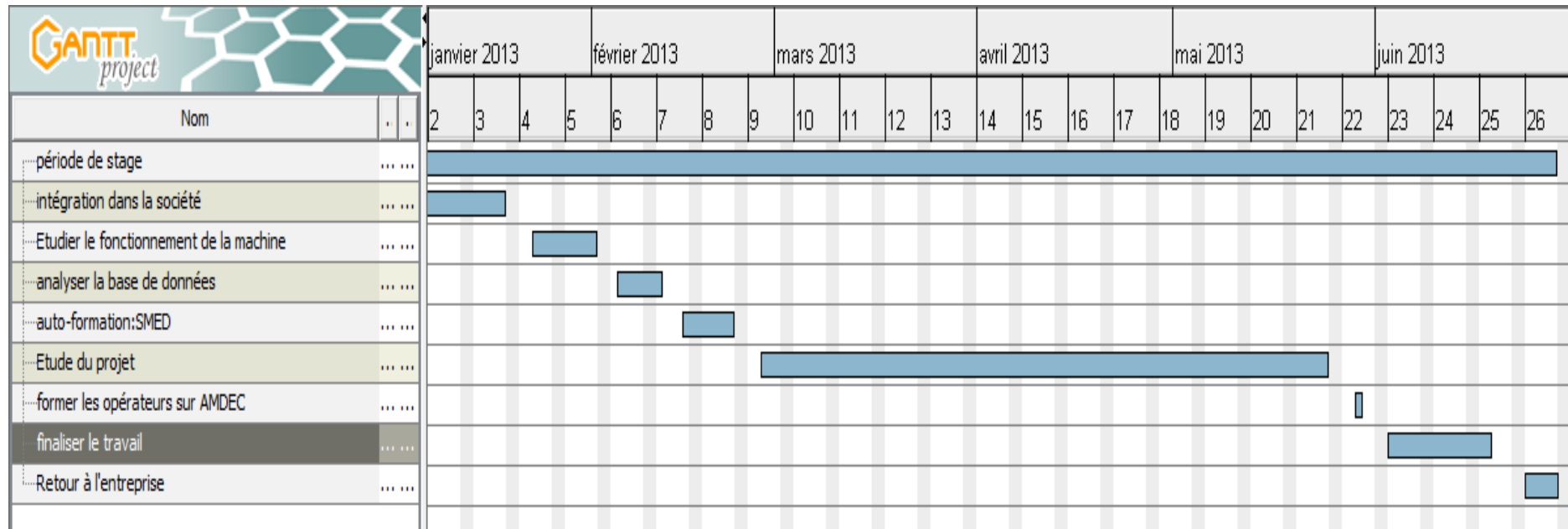
-Mr Chaafi(année universitaire 2010-2011)

-Manuel du constructeur de la ligne ROMACO

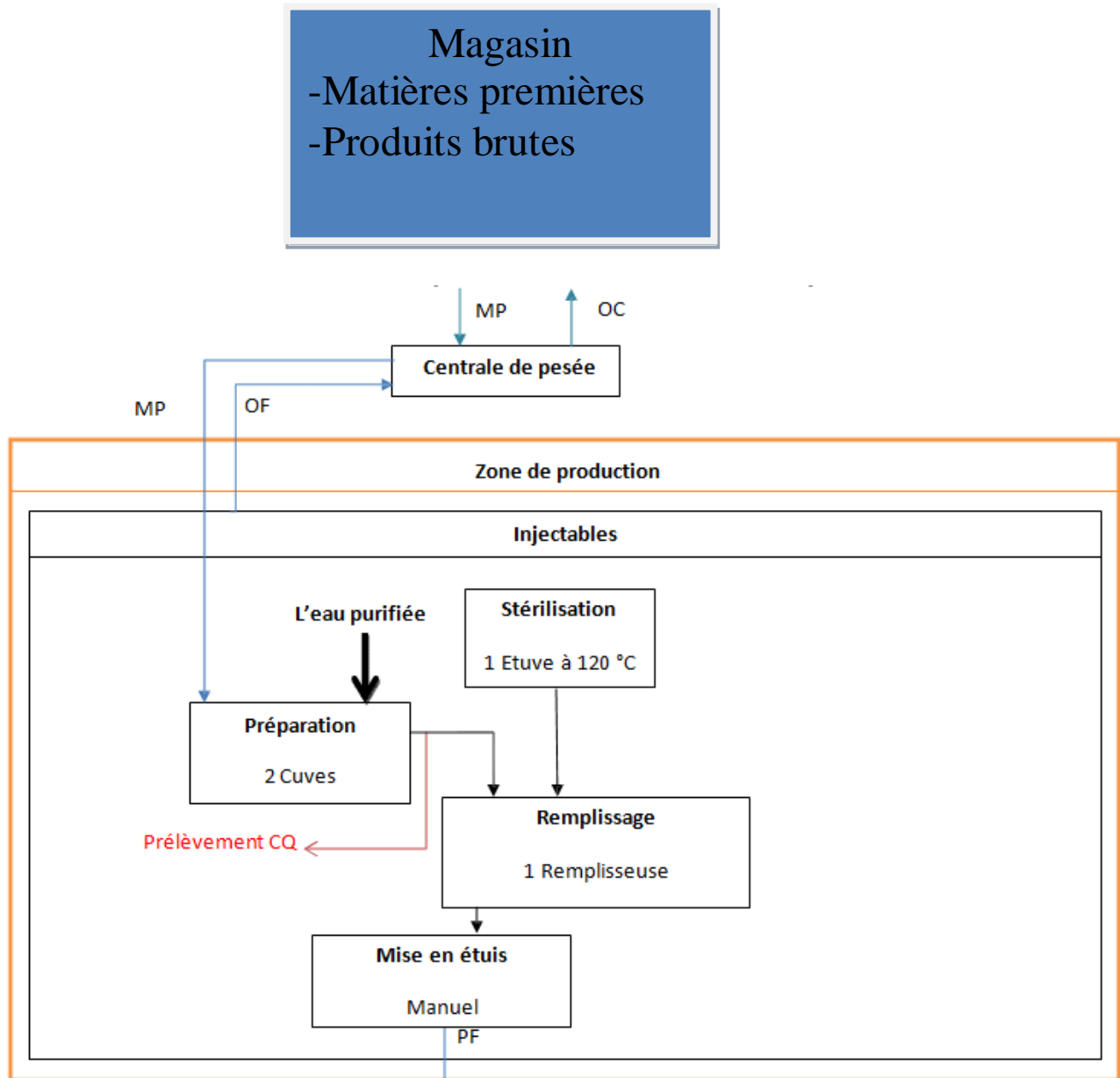
-Lien internet :

[Site officiel de COOPER PHARMA] : <http://www.cooperpharma.ma/>.

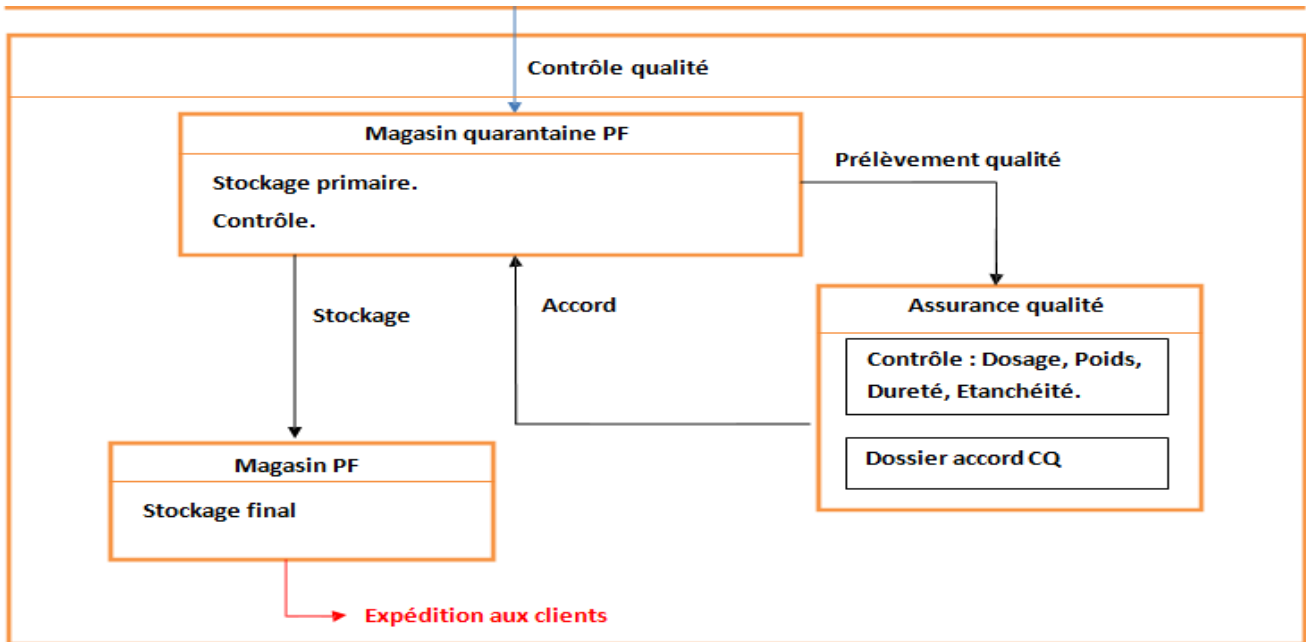
Annexes



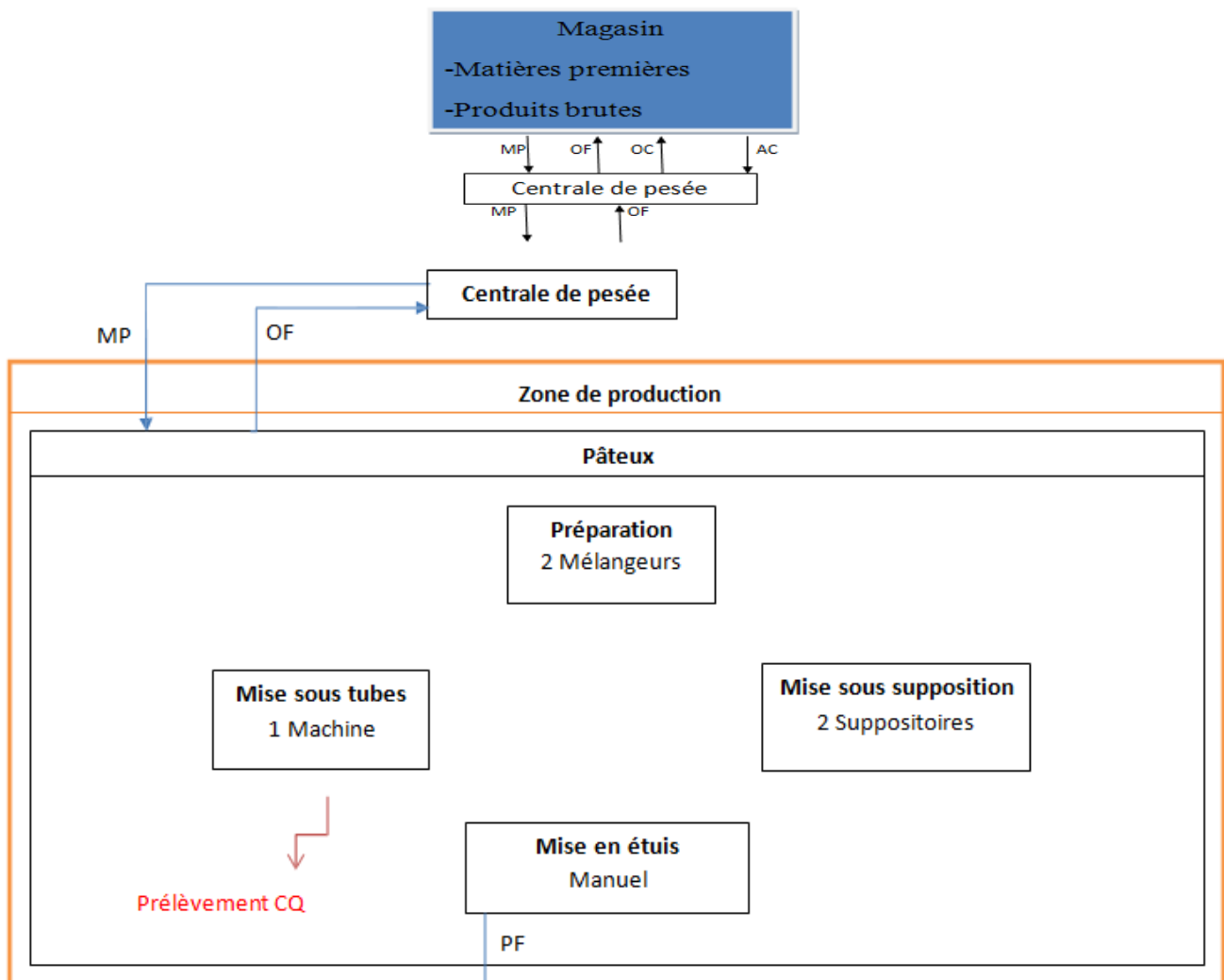
Annexe 1 : Départements de production : Injectables



Avec :
 CQ : contrôle Qualité
 PF : Produit fini



Annexe 2 : Départements de production : pâteux



عقار
مضاد
التهاب