

Filière ingénieurs
Industries Agro-Alimentaires



Rapport de stage de fin d'études

Mise en place d'un Îlot Autonome de Production (IAP) dans l'atelier ERCA

Réalisé par :

ABOUHARIA Wassim

Encadré par :

- **BENDIDA Siham** : Safilait – Groupe Bel
- **OULMEKKI Abdellah** : FST Fès

Présenté le 28 juin 2019, devant le jury composé de :

Pr. A. OULMEKKI : Encadrant
Pr. H. ALILOU : Examineur
Pr. N. MAAZOUZI : Examinatrice

Stage effectué à : Safilait – Groupe Bel

**Année universitaire : 2018/2019**

Remerciements :

Je suis très heureux de vous livrer les résultats de mon travail pendant une période de cinq mois au sein de Safilait - groupe Bel. Le présent rapport reflète les étapes suivies lors de l'édification de ce projet, il représente les résultats d'un savoir acquis.

Je tiens à remercier en premier lieu Pr. **Abdellah OULMEKKI** pour son encadrement du projet, ses conseils, son encouragement, ses remarques pertinentes et encore son soutien considérable.

En deuxième lieu, j'exprime ma profonde et sincère gratitude à la direction de Safilait pour son accueil, et de m'avoir confié une problématique sur laquelle j'ai travaillé en collaboration avec le personnel du service exploitation. Je tiens à remercier chaleureusement mon encadrante **Siham BENDIDA**, responsable de la performance industrielle, pour m'avoir accompagné tout au long de ces 5 mois, pour son aide, pour ses conseils et surtout pour sa bonne volonté de partager ses connaissances avec moi.

De la même façon, je remercie **Saadia ESSALEK**, et **Badr MAGHROUB** coordinateurs performance industrielle, pour m'avoir aidé dans mon intégration dans l'usine et pour leurs précieux conseils.

Je remercie particulièrement les **techniciens conducteurs**, et les **chefs d'équipe**, avec lesquels j'ai travaillé directement pour le déploiement de la gestion autonome et desquels j'ai retenu beaucoup d'expériences et connaissances dans le domaine professionnel et humain.

Mes vifs remerciements vont aussi aux membres de jury : **Pr. N. MAAZOUZI** et **Pr. H. ALILOU** d'avoir accepté d'évaluer mon modeste travail.

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Organigramme de Safilait	5
Figure 2	Photo de la machine ERCA	13
Figure 3	Structure de la machine ERCA	15
Figure 4	Principe et mise en œuvre des 5S	18
Figure 5	Piliers de la TPM	22
Figure 6	Décomposition du TRS	27
Figure 7	Diagramme SIPOC de l'atelier ERCA	31
Figure 8	Suivi TRS janvier et février	35
Figure 9	Analyse des pertes TRS février	36
Figure 10	Distribution Pareto des anomalies	42
Figure 11	Suivi des anomalies des machines ERCA	45
Figure 12	Taux de traitement des étiquettes par service	46
Figure 13	Suivi des accidents de travail	47
Figure 14	Suivi de l'évolution du TRS du Mars, Avril, et Mai	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Fiche technique de Safilait	5
Tableau 2	Gamme des produits	6
Tableau 3	Caractéristiques techniques de la machine ERCA EF-320L	14
Tableau 4	Nomenclature de la machine ERCA	14
Tableau 5	Charte projet GA/5S	32
Tableau 6	Matrice RACI du projet	33
Tableau 7	Pertes TRS février	35
Tableau 8	Cadence des machines de conditionnement	36
Tableau 9	Estimation financière des pertes	37

LISTE DES ABREVIATIONS

5P	5 Pourquoi
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
AM	Autonomous Maintenance
AT	Accident de Travail
EPI	Équipement de Protection Individuelle
FSSC	Food Safety System Certification
GA	Gestion Autonome
IAP	Îlot Autonome de Production
ISO	International Organization for Standardization
JIPM	Japan Institute of Plant Maintenance
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	Mean Time To Repair
NILS	Nettoyage, Inspection, Lubrification, Serrage
PDCA	Plan Do Check Act
PLF	Produits Laitiers Frais
PS	PolyStyrène
RACI	Responsible, Accountable, Consulted, Informed
SIPOC	Supplier Input Process Output Customer
SMED	Single Minute Exchange of Die
TO	Temps d'Ouverture
TPM	Total Productive Maintenance
TR	Temps Requis
TRE	Taux de Rendement Economique
TRG	Taux de Rendement Global
TRS	Taux de Rendement Synthétique
TU	Temps Utile
UHT	Ultra Haute Température
ZAD	Zone d'Attente de Décision

Tables des matières :

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

Partie 1 : Présentation de l'entreprise et description des procédés de fabrication

I- Présentation de l'entreprise.....	3
1) Présentation et historique de Safilait.....	3
2) Groupe Bel.....	4
3) Fiche technique.....	5
4) Organigramme de Safilait.....	5
5) Activités du service performance industrielle.....	6
6) Gamme des produits.....	6
7) Position sur le marché et environnement concurrentiel.....	7
II- Description des procédés de fabrication.....	7
1) Usine PLF.....	7
1-1) Phase de réception.....	7
1-2) Phase process.....	8
2) Usine UHT.....	10
1-1) Phase process.....	10
1-2) Phase conditionnement et sur-conditionnement.....	11

Partie 2 : Partie bibliographique

I- Machine ERCA.....	13
1) Caractéristiques techniques.....	13
2) Nomenclature de la machine.....	14
3) Fonctionnement de la machine.....	15
II- Démarche 5S.....	16
1) Objectifs des 5S.....	17
2) Mise en œuvre d'un chantier 5S.....	17
3) Les 5S comme prérequis des méthodes de la performance	18

III- Démarche TPM	20
1) Origines TPM	20
2) Pourquoi TPM ?	21
3) Objectifs TPM	21
4) Piliers de la TPM	22
4-1) Amélioration de l'efficience du système de production	23
4-2) Mise en place de conditions idéales au service de la performance industrielle	24
5) Outils associés à la TPM	25
IV- Système de mesure : TRS	26
1) Définition	26
2) Décomposition du TRS	26

Partie 3 : Partie pratique

I- Présentation du projet	30
1) Problématique	30
2) Périmètre de projet	31
3) Charte projet	32
II-Méthodologie	34
1) Phase d'analyse	34
2) Projet GA/5S	37
2-1) Mise en œuvre des 5S	38
2-2) Déploiement de la gestion autonome	40
III- Résultats	45
1) Taux de traitement des anomalies	45
2) Indicateur AT	47
3) Suivi de l'évolution du TRS	47
CONCLUSION	49
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIQUES	50
ANNEXES	51

INTRODUCTION

Le marché de l'agroalimentaire dans le monde est en mutation permanente. Le secteur laitier n'est pas une exception. Ces dernières années et en général dans tous les continents, la demande des produits laitiers a augmenté. Cependant, la production n'arrive pas toujours à la satisfaire et on assiste à des pertes très importantes.

L'agrandissement de nouveaux marchés, l'ouverture d'autres, l'augmentation de la concurrence, et l'augmentation des exigences qualité des consommateurs et de la législation, entraînent une volonté des entreprises laitières d'augmenter leur productivité. Pour cela, elles cherchent à utiliser de nouveaux procédés et technologies, à automatiser leurs opérations et à mettre en place des démarches d'amélioration continue et d'optimisation industrielle.

En effet, la politique de l'usine Safilait est d'augmenter la productivité grâce à l'amélioration de la performance des ateliers à travers la démarche d'optimisation industrielle TPM (Total Productive Management).

Produire plus et mieux sans investissement productif supplémentaire, afin d'exploiter au maximum les capacités productives déjà en place. Cela signifie chercher à maximiser le temps productif, réduire le temps non productif dû aux arrêts et pannes, conserver les cadences optimales et réduire la non-qualité. Ce sont les trois leviers qu'utilise la TPM : disponibilité, performance et qualité. C'est précisément dans cet esprit que mon stage s'est déroulé, du 04 janvier au 04 juin 2019. Le sujet du stage fut le « déploiement de la gestion autonome/5S dans l'atelier ERCA ».

Ce projet est constitué de deux parties :

- Les **5S** qui vise à créer des endroits de travail propres, rangés et avec des machines en état de référence technique. Elle vise aussi à standardiser les actions de travail, rangement et nettoyage des ateliers. Elle vise à mettre en place les indicateurs de performance à travers la mesure, et finalement, elle vise à améliorer le pilotage des ateliers grâce à l'animation et le management visuel.
- La **GA** (Gestion Autonome) qui cherche à avoir des équipes autonomes de gestion de leurs machines grâce à : des outils et méthodes de progrès appliquées et maintenues, des améliorations ciblées, et de l'amélioration continue sur toutes les causes de pertes.

Ce rapport présentera dans un premier temps le contexte local de mon stage à travers une présentation de Safilait - groupe Bel, et la description des procédés de fabrication. Ensuite, la deuxième partie donne un aperçu sur la démarche 5S, la TPM, et le système de mesure TRS. Une troisième partie montrera les problématiques, la méthodologie, l'organisation et le déroulement de mon stage pour le déploiement de la GA/5S dans l'atelier ERCA, ainsi que les résultats et conclusions de ces 5 mois de stage.

PARTIE 1

Présentation de l'entreprise et description des procédés de fabrication



Partie 1

Présentation de l'entreprise et description des procédés de fabrication

I) Présentation de l'entreprise :

1) Présentation et historique de SAFILAIT :

L'aventure de Safilait a commencé en 2006 dans la région de Béni Mellal, lorsque ses fondateurs marocains ont choisi l'intégration comme choix stratégique (production agricole des aliments de bétail, élevage laitier et transformation en lait et dérivés).

Grâce à une combinaison de facteurs de succès (un lait de qualité premium, une équipe professionnelle, des investissements de dernière technologie et une marque Jibal facilement adoptée par les clients), Safilait a offert, dès son démarrage, à ses clients de la région de Béni Mellal, une large gamme de produits de bonne qualité avec des innovations continues.

Ce succès régional, lui a permis de passer dès 2008, à une entreprise nationale, de se placer rapidement parmi les 3 premiers opérateurs du marché, de recruter une clientèle fidèle au niveau national et de créer annuellement des centaines d'emplois pour atteindre actuellement 1500 emplois stables.

Safilait est une société agro-alimentaire du groupe Bel qui intègre la production laitière par son propre cheptel bovin de 9000 têtes, le traitement du lait et sa transformation dans les règles d'hygiène aux normes les plus strictes. Ses produits sont garants de la plus haute valeur nutritionnelle et hygiénique du marché marocain.

Safilait, troisième opérateur laitier marocain spécialisé dans la transformation, le conditionnement et la commercialisation de lait frais, UHT et de produits laitiers frais sous sa marque Jibal, a connu une forte croissance de son activité ces dernières années.

Ainsi la marque Jibal est reconnue aujourd'hui pour la qualité et l'originalité de ses produits et s'impose comme opérateur de référence dans ses marchés. Dans le cadre de sa politique qualité, l'usine a obtenu diverses certifications attestant de son efficacité en matière de qualité (ISO 9001, ISO 22000, FSSC 22000).

Le siège social de Safilait est à Casablanca. Son unité de production (élevage, transformation et distribution) est au cœur de son exploitation agricole 'Agroplus' à Fquih Ben Saleh, région de Béni Mellal-Khénifra. L'usine dispose d'une équipe qualifiée qui veille sur la bonne organisation 24h /24 et 7j /7, cette équipe est répartie en trois groupes chacun travaille 8h par jour.

2) Groupe Bel :

N°3 mondial des fromages de marques, Bel compte 33 implantations et 28 sites de production sur les 5 continents.

Bel Maroc est une filiale du Groupe Bel, créé en 1865 par Jules Bel au cœur du Jura en France. En 150 ans, la fromagerie est devenue un groupe international. Convaincu que les bienfaits des produits laitiers doivent être partagés avec le plus grand nombre, son développement est porté par une mission ambitieuse et porteuse de sens : donner le sourire, et faire vivre des moments uniques avec les bienfaits du lait.




Pour maximiser la satisfaction et la fidélité de ses clients, Safilait a ouvert son capital, en 2015, à l'un des grands groupes internationaux dont les valeurs correspondent à ses valeurs familiales d'origine : Le groupe familial Bel qui met, au centre de sa stratégie, le partage avec ses collaborateurs des valeurs d'audace, d'engagement et de bienveillance. C'est dans cet état d'esprit que ce groupe a insufflé à Safilait plus d'enthousiasme et a mis à sa disposition des moyens humains, financiers et de savoir-faire lui permettant de mettre en œuvre un modèle durable qui permettra d'assurer une stratégie de croissance pérenne et ambitieuse au service de ses clients, ses employés et sa communauté.

En août 2015, Bel avait annoncé le rachat majoritaire de Safilait, à savoir 69,82%. Outre son acquisition récente de Safilait, Bel pour sa part possède un centre logistique à Casablanca et une usine à Tanger qui fabrique notamment ses marques phares, très connues au Maroc : "La vache qui rit", "Les Enfants" ou "Kiri".

Avec cette opération, Bel et Safilait élargiront leur offre sur le marché marocain où les deux sociétés détiennent déjà des marques et des positions fortes.

3) Fiche technique :

Tableau 1 : Fiche technique de SAFILAIT

Dénomination sociale	SAFILAIT – Groupe Bel
Forme juridique	Société Anonyme
Activité	Fabrication et commercialisation des produits laitiers
Date de création	2006
Capital social	170 500 000 DH
Capital de production	600 000 l/j
Total effectif	1500
Adresse de l'usine	Fquih Ben Saleh Wilaya Beni Mellal - Azilal- BP 184
Téléphone	05 22 95 94 27/67
Site	www.safilait.ma
Logo Entreprise	 
Logo Marque	

4) Organigramme de SAFILAIT :

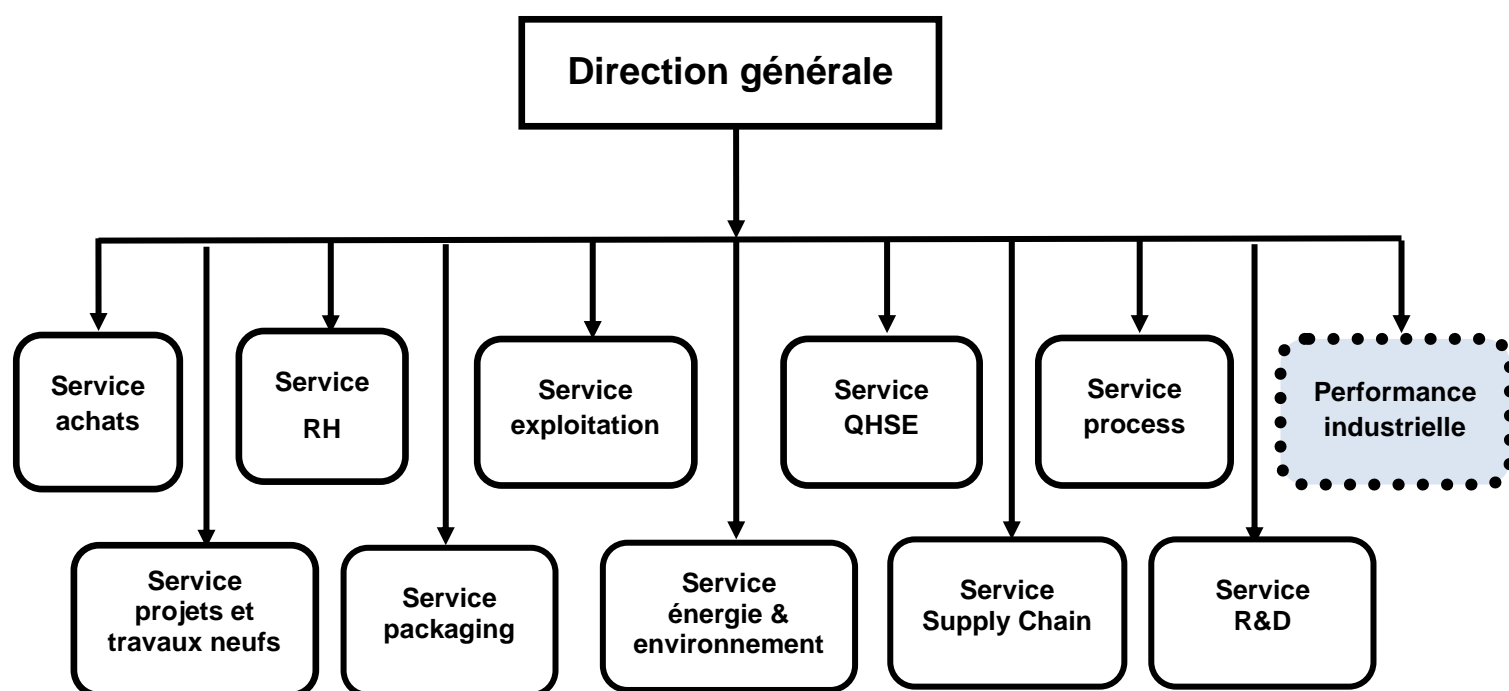


Figure 1: Organigramme de SAFILAIT

5) Activités du service performance industrielle :

Pour atteindre ses objectifs, Safilait place la performance industrielle au cœur de leur plans d'amélioration. La recherche d'efficacité opérationnelle est une priorité.

En effet, la performance industrielle vise à optimiser les fonctions opérationnelles des entreprises. Il s'agit de résoudre au maximum les coûts de production en utilisant surtout des méthodes et outils agiles. Celles-ci sont exploitées de façon à permettre à l'entreprise qui les met en œuvre de se rapprocher d'une hyper personnalisation de ses cycles de production. Le service performance industrielle vise à maximiser la performance globale de l'entreprise et ce par l'élimination des gaspillages et l'adoption d'une procédure d'optimisation continue de la gestion de la production.

6) Gamme des produits :

Les principales familles de produits sont : Lait pasteurisé / Lait UHT / Yaourt (brassé/ferme) / Yaourt à boire / Beurre / Babeurre / Nectar de jus d'orange.

Tableau 2 : Gamme des produits

Lait pasteurisé		Lait UHT	
Lben		Raib	
Yaourt ferme		Yaourt brassé aromatisé	
Tweety		Yaourt brassé aux fruits	
Yaourt à boire aromatisé (pots)		Yaourt à boire aromatisé (sachet)	
Yaourt à boire (bouteille)		Beurre 2,5kg	

7) Position sur le marché et environnement concurrentiel :

La commercialisation des produits de Safilait s'opère sur la quasi-totalité du territoire national et leur distribution se fait par des camions internes et externes vers les points de vente suivants :

- Agences propres à l'entreprise : Fquih Ben Saleh, Casablanca, Fès, Agadir, Tanger, Ain Aouda, Kenitra, Marrakech, El-Jadida, Safi, Meknès, Taza.
- Dépositaires contractants : Nador, Oujda, Laayoune...

Ces intermédiaires distribuent les produits dans les épiceries, les grandes et moyennes surfaces (Carrefour, Marjane, Acima, BIM, Label'Vie, Atacadão...), les hôtels, ...

- **Part de marché :**

Avec 22% de parts de marchés, Safilait réalise une production qui dépasse les 256 500 t/an de lait et produits laitiers frais.

- **Concurrents directs :**

Les principaux concurrents de Safilait sont : Centrale Danone, COPAG (Jaouda), Les Domaines Agricoles (Chergui), Extra Lait, Colainord, Colaimo...

II - Description des procédés de fabrication :

L'usine SAFILAIT est divisée en deux unités : la première assure la fabrication des produits laitiers frais (PLF) et la deuxième est spécialisée dans la production laitière ultra haute température (UHT).

1- Usine PLF :

1.1 - Phase de réception :

- **Collecte du lait cru :**

L'usine dispose de sa propre ferme (lait généralement utilisé pour la fabrication de l'UHT), en plus des autres coopératives qui lui munissent chaque jour du lait nécessaire (orienté généralement vers la production du lait pasteurisé et des dérivés).

Les camions-citernes qui assurent le transport de ces deux produits sont d'une capacité de 25000L et sont divisés en plusieurs compartiments.

La quantité de lait reçue par jour varie selon qu'il s'agisse de période de haute ou de basse lactation, en effet l'usine reçoit 5 à 6 citernes du mois de juillet jusqu'au mois de novembre, et 7 à 8 citernes par jour pour les autres mois. Lors des périodes de basse lactation, c'est la formule poudre qui prédomine.

- **Réception du lait cru :**

Avant dépotage, des tests de la qualité sont obligatoires à la réception pour s'assurer de la conformité du lait collecté aux exigences déterminées par la société afin de décider de la prise ou bien le rejet de ce dernier, ainsi pour déterminer la destination du lait dépoté (lait pasteurisé, lait UHT, ou les produits dérivés ...).

Parmi les analyses effectuées :

Température / Test d'alcool / Acidité / Matière grasse / pH / Brix / Taux de protéines / Test d'antibiotiques / Extrait sec.

- **Dépotage :**

Si les résultats des analyses ne sont pas conformes aux normes, Ce lait ne serait pas utilisé. Par contre, si les analyses de la salle de poudrage sont conformes, l'opérateur lance le soutirage du lait vers l'une des tanks de réception disponibles, le lait subit une filtration pour éviter le passage des particules indésirables. Le lait passe ensuite par un refroidisseur à plaque, pour éviter toute montée de température. Ce refroidissement vise à ralentir le développement des micro-organismes en attendant le traitement du lait.

- **Stockage :**

Le lait est stocké dans des bacs ou tanks isothermes équipés d'agitateurs servant à homogénéiser le lait dans le bac. Dans un tank de stockage, on peut stocker deux citernes différentes, mais dont les caractéristiques (Matière grasse ; densité, ...) sont identiques ou proches. Le contrôle à la réception du lait cru permet de déterminer sa destination : Fabrication du lait pasteurisé, des dérivées frais ou bien des produits UHT.

1.2 - Phase process :

Cette phase contient les procédés de transformation que subit la matière première laitière afin d'obtenir des produits semi-finis prêts pour l'emballage. Elle comprend généralement six étapes presque

communes à tous les produits et qui sont : la thermisation du lait, le stockage intermédiaire, le poudrage, le traitement des recettes, la maturation et le stockage dans les tanks tampons.

- **Thermisation du lait :**

C'est un léger chauffage que subit le lait (de 75 à 80°C), ayant pour but de conserver le lait et donc éventuellement détruire les germes pathogènes. La thermisation est interrompue par l'étape de la standardisation pour apporter le pourcentage de matière grasse à la valeur voulue selon les caractéristiques prédéfinis des produits.

- **Stockage intermédiaire :**

À la sortie du pasteurisateur, le lait thermisé destiné à la fabrication du lait pasteurisé est refroidi puis stocké en attente de conditionnement

- **Poudrage :**

Le lait thermisé destiné à la fabrication des dérivées est envoyé à froid vers les tanks de poudrage où on ajoute tous les ingrédients nécessaires (sucre, poudre de lait, amidon...). À partir de cette étape, le produit prend la dénomination d'un mix.

- **Traitement des recettes :**

Le mix est traité de nouveau dans le pasteurisateur afin de détruire la totalité des germes pathogènes et pour qu'il devienne prêt pour la fabrication des produits laitiers frais.

- **Ensemencement : ajout du ferment**

Le mix estensemencé dans des cuves de maturation pour assurer les conditions de fermentation. Ces cuves sont dotées d'une agitation pour assurer l'homogénéisation du produit avec le ferment.

- **Maturation :**

Selon la texture désirée, cette étape s'effectue à deux niveaux :

- Au niveau des tanks de maturation :

Pour obtenir une texture brassée, le produit est conservé dans les cuves après ensemencement dans une température voisine de 45°C. Le temps de maturation varie selon la souche et la quantité du fermentensemencé. Lorsque la maturation touche à sa fin, le mix est refroidi à 6 °C pour arrêter la fermentation, avant de le stocker dans des tanks tampon, d'où il sera soutiré vers la ligne de conditionnement.

- Au niveau des chambres chaudes après conditionnement :

La maturation se fait après conditionnement, le produit est mis dans la chambre chaude à température modérée (44°C pour le yaourt ferme)

- **Phase de conditionnement :**

Une fois le produit semi-fini achève le dernier procédé dans la partie process, il est transféré à la salle de conditionnement pour être emballé dans les cartons, les sachets ou bien les pots selon la gamme. Pour les produits à texture brassée, le conditionnement constitue la dernière étape avant le passage aux chambres froides afin d'assurer un stockage dans les meilleures conditions. En ce qui concerne les produits à texture ferme, le procédé de fabrication est enchaîné après conditionnement en passant par la chambre chaude avant d'atteindre la chambre froide pour stopper la maturation, en attente d'expédition vers les agences commerciales concernées.

Le conditionnement des dérivés se fait soit dans des pots, soit dans des sachets en plastiques ou dans des packs en carton :

- ✓ Pour les produits qui sont conditionnés dans les pots sont : yaourt brassé, yaourt ferme, yaourt à boire (pot). (**Machines ERCA**)
- ✓ Pour les produits qui sont conditionnés dans des sachets en plastiques :
 - Raib, l'ben (**Machines PREPAC/THIMONNIER**)
 - Yaourt à boire (**Machine SERAC**)
- ✓ Pour les produits qui sont conditionnés dans les packs en carton :
 - Raib, l'ben (**Machines GALDI**)
 - Lait pasteurisé (**Machine ELOPAK**)

2- Usine UHT :

La production au sein de l'usine UHT est divisée en deux phases :

2.1- Phase process :

Le traitement des produits UHT est plus rigoureux et comporte moins de procédés par rapport aux produits PLF, on cite : thermisation, stockage intermédiaire, poudrage, stérilisation et stockage dans le tank stérile.

- **Stérilisation :**

La stérilisation consiste à chauffer progressivement le lait thermisé à une température voisine de 140 °C et le maintenir à cette température pendant 4s afin de détruire la totalité des micro-organismes et d'immobiliser la majorité des enzymes présentes dans le lait sans altérer sa valeur nutritionnelle, ensuite le produit stérilisé est porté dans des conduites aseptiques vers le tank stérile en attente de conditionnement.

2.2- Phase de conditionnement et sur-conditionnement :

Le conditionnement est exécuté dans des conditionneuses aseptiques (A3 Flex 500 et 1000) qui sont des machines à commande numérique garantissant un emballage de haute qualité puisque le produit est destiné à une longue conservation. Le sur-conditionnement est une phase complémentaire qui consiste à appliquer des bouchons aux paquets produits avant de les emballer avec du film rétractable ou bien du carton, ensuite les packs sont palettisés puis stockés dans le magasin UHT.

PARTIE 2

Partie bibliographique

Partie 2

Partie bibliographique

Avant d'entreprendre un projet de cette envergure, il faut d'abord connaître certaines notions théoriques relatives au sujet, c'est pourquoi cette partie traite le principe de fonctionnement des machines ERCA, ainsi que des notions de la démarche 5S et de la maintenance productive totale.

I) Machine ERCA:

Le conditionnement des yaourts représente le dernier maillon de la chaîne de fabrication des produits finis avant leur passage par la chambre chaude (pour les produits étuvés), ou par la chambre froide (pour les autres produits).

Il existe plusieurs types de machines de conditionnement des yaourts, parmi lesquelles on trouve la machine ERCA. Cette dernière est à l'origine de la technologie Form Fill Seal (former remplir fermer), elle est propriétaire du premier brevet déposé pour cette technologie.

Plus particulièrement tournée vers l'industrie laitière, et précisément dans le conditionnement du yaourt. ERCA est aussi présente dans le conditionnement du fruit, eau minérale et sauces avec différentes formes de pots (du 45g jusqu'à 500g ou kilo). [1]

La figure ci-dessous représente la machine ERCA :



Figure 2 : Photo de la machine ERCA [1]

1) Caractéristiques techniques :

Les caractéristiques techniques de la machine ERCA sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Caractéristiques techniques de la machine ERCA EF-320L [1]

Type de machine	EF-320 L
Année de construction	2009
Numéro de modèle	37008
Tension	400 V triphasé
Fréquence	50 Hz
Intensité	65 Ampère
Pression d'air comprimé	6 à 8 bars
Débit d'air comprimé	260 m ³ /h
Débit hydraulique	1,2 m ³ /h
Pression hydraulique	2 à 4 bars

2) Nomenclature de la machine :

La machine conditionneuse est composée de 11 compartiments principaux. La nomenclature de la machine ERCA est présentée dans le tableau et la figure suivantes :

Tableau 4 : Nomenclature de la machine ERCA [1]

Repère	Désignation
1	Bobine dérouleur PS
2	Chaîne de tirage
3	Presse de formage
4	Système de décoration
5	Doseur
6	Presse de soudure
7	Bobine opercule
8	Système de datage
9	Presse de découpe
10	Tapis de sortie
11	Flux laminaire

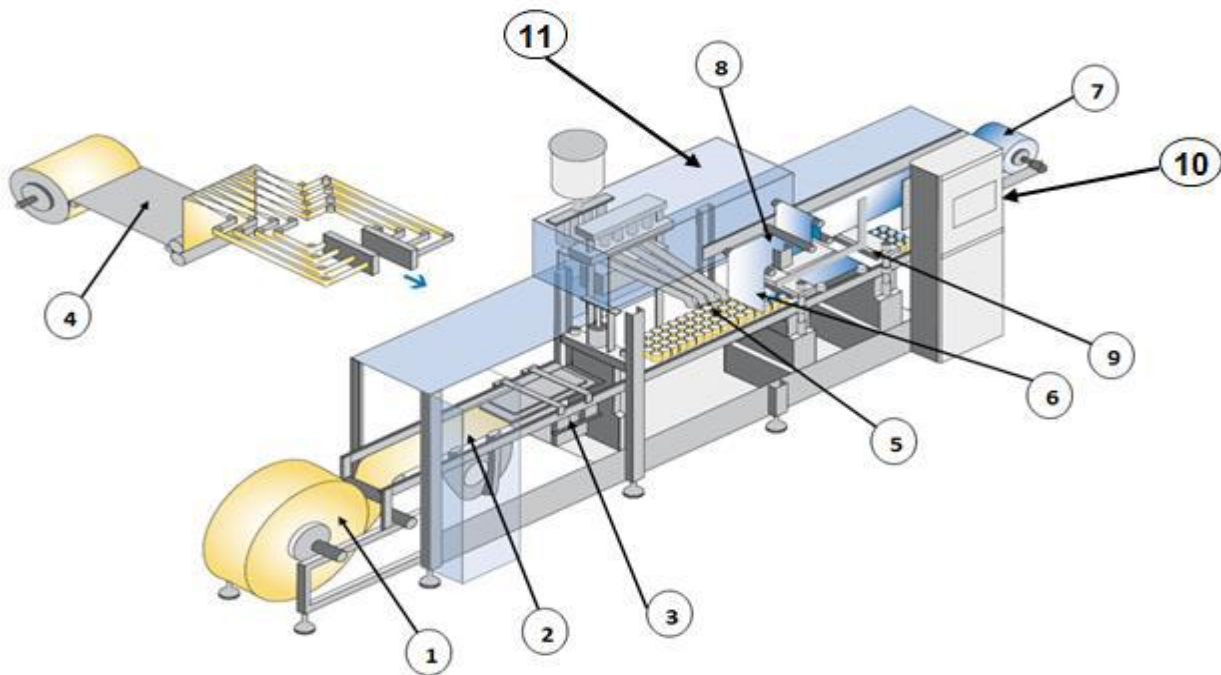


Figure 3 : Structure de la machine ERCA

3) Fonctionnement de la machine :

Pendant le conditionnement du yaourt étuvé, du yaourt brassé, on utilise le polystyrène comme matière plastique, ce genre d'emballage doit résister à l'acidité, éviter la perte d'arôme et être imperméable à l'oxygène afin d'empêcher la croissance des levures et des moisissures.

En premier lieu, le rouleau de PS est tiré vers la boîte de chauffe qui est composée d'un ensemble de résistances dont le rôle est de rendre le plastique plus mou, sous une température de 130 à 150°C selon l'épaisseur du plastique.

Par la suite, l'opération du moulage commence par un préformage de la surface. En même temps, le moule se met en place pour prendre les décors. Le formage des pots se fait par soufflage d'air comprimé sous une pression de 3 bars. Au même moment, le décor est collé sur le pot formé grâce à une couche de cire se trouvant sur la face interne du décor grâce à la température qui permet la liaison du décor au plastique chaud du pot.

Le remplissage s'effectue à l'aide des buses du doseur (12 buses) sous une hotte à flux laminaire qui est une zone maintenue en surpression par de l'air ultra propre, pour que le produit soit en sécurité vis-à-vis des microorganismes et de tout corps étrangers qui peut l'altérer.

L'injection de l'arôme ou du fruit (selon le produit) se fait simultanément avec le mix qui est soutiré à partir des tanks tampons vers la trémie. Ensuite, un mélangeur assure un bon mélange du mix avec l'arôme (ou le fruit) prêt à être utilisé.

Après, vient l'étape de la soudure des pots par thermoscellage à une température de 230°C. L'opercule passe tout d'abord par le dateur, puis par un flash infrarouge, dont le rôle est l'élimination des microorganismes de l'opercule.

Enfin, le poste découpage qui découpe les pots produits en 12, avant qu'ils ne soient encaissés dans des caisses, et palettisés dans des palettes qui comportent 64 caisses. Ces palettes sont transportées vers le tunnel puis vers la chambre froide. Avant leur passage par le tunnel, les produits étuvés sont transportés vers la chambre chaude afin d'assurer leur fermentation. [1]

II) Démarche 5S:

La démarche 5S est le point de départ de l'activité TPM. Les 5S sont souvent mis en place dès le début d'îlotage. C'est de sa réussite dont dépend le développement de l'amélioration continue et le succès de l'activité sur le résultat de l'usine. Ils permettent d'organiser un poste de travail de manière rationnelle, ordonnée, standardisée et pleinement opérationnelle.

Les 5S sont la fondation sur laquelle bâtir une démarche de progrès permanent, déployer les outils et méthodes du lean manufacturing. En outre ils sont un levier du management du changement et de l'autonomie des équipes. Il est raisonnable de commencer le déploiement des 5S dans un atelier ou sur un processus pilote correctement ciblé, puis de l'étendre aux autres secteurs de l'atelier puis de l'entreprise. [2]

Les 5S sont les initiales des mots-clés de la méthode, celle-ci est née aux au Japon.

Ce sont les suivants :

- SEIRI pour débarrasser.
- SEITON pour ranger.
- SEISO pour nettoyer.
- SEIKETSU pour standardiser.
- SHITSUKE pour maintenir et suivre.

On initie une démarche avec les cinq S, car ils donnent le moyen de :

- ✓ Stabiliser et standardiser avant de mener des actions d'amélioration plus poussées ;
- ✓ Fédérer rapidement une équipe multidisciplinaire et multi-niveaux ;
- ✓ Obtenir rapidement des résultats très visibles. [2]

Le principe des 5S est facile à comprendre et sa mise en œuvre ne requiert ni savoir-faire particulier ni investissement financier important. Pourtant, derrière cette apparente simplicité, se cache un outil puissant que peu d'entreprises ont réussi à appliquer pleinement pour en tirer tout le bénéfice possible.

1) Objectifs des 5S :

Sur un périmètre donné (poste de travail, atelier de maintenance, bureau, ...), les 5S concourent à plusieurs objectifs, notamment :

- Maintenir un environnement propre, rangé et rationnel ;
- Limiter les recherches, déplacements, dépenses d'énergie, et autres pertes de temps (mudas) ;
- Prolonger la durée de vie des équipements (maintenance de premier niveau) ;
- Augmenter et maintenir le niveau de qualité générale ;
- Améliorer la sécurité ;
- Favoriser le bien-être et le moral des travailleurs. [2]

2) Mise en œuvre d'un chantier 5S :

Un chantier 5S se réalise principalement sur le terrain, en équipe. Celle-ci doit être la plus transversale possible, tant d'un point de vue fonctionnel (intervenants de production, de la maintenance, des méthodes, de la qualité, de la sécurité...) que hiérarchique (opérateur, technicien, pilote, superviseur, encadrement jusqu'au plus haut niveau). Il peut être nécessaire d'avoir dans l'équipe des spécialistes qui seront utiles lors du chantier : cariste, technicien travaux neufs, intervenant avec habilitation électrique, etc.

Un chantier 5S doit pouvoir se raconter. Un ou plusieurs membres de l'équipe seront chargés de la communication : photos avant/après, actions entreprises, gains réalisés, astuces mises en place, ... L'action pourra alors être présentée dans le journal de l'entreprise, ou sous forme de panneaux d'affichage, de manière à maintenir l'intérêt et l'émulation pour de futurs chantiers 5S, mais aussi d'autres actions lean ou TPM. [2]



Figure 4 : Principe et mise en œuvre des 5S

3) Les 5S comme prérequis des méthodes de la performance :

Les 5S sont un outil de la performance en soi. Ils sont aussi un prérequis indispensable à la mise en œuvre d'autres méthodes. Le concept de Lean Manufacturing est essentiellement une manière de penser. Pour la mise en œuvre des actions, il s'appuie sur une véritable boîte à outils, parmi lesquels se trouvent deux méthodes particulièrement efficaces : TPM et SMED.

La TPM est une méthode participative, exhaustive, avec un objectif (maintenir les installations) et un but (produire au maximum). Les opérateurs au plus près des machines deviennent les acteurs majeurs des programmes TPM. On attend d'eux qu'ils s'investissent dans la démarche en ouvrant leurs horizons et leurs responsabilités.

Le nettoyage régulier, au moins quotidien, est indispensable pour détecter de manière précoce toute usure, fuite ou dégradation. Rappelons que le nettoyage régulier (Seiso ou troisième S) est une forme d'inspection. [2]

Par ailleurs, pour remettre rapidement une machine en marche, il faut éviter de perdre du temps en recherches de documents, d'outils, de pièces, etc. Par conséquent, tri et rangement sont indispensables.

L'approche 5S étant participative, les opérateurs sont sollicités pour repenser le travail de manière efficiente, en fonction de leur expérience, des contraintes qu'ils vivent au quotidien et des idées d'amélioration qu'ils vont proposer et mettre en œuvre.

La collaboration avec les experts de la maintenance est une excellente opportunité pour les uns et les autres de connaître les contraintes et problèmes de l'autre partie.

Ce mode de déploiement est particulièrement motivant et les participants s'impliquent fortement, d'autant que la mise en place des 5S donne également aux opérateurs l'occasion d'enrichir leurs tâches, notamment en leur déléguant l'entretien courant des machines et équipements.

Une petite formation dispensée par les experts de la maintenance peut s'avérer nécessaire, puis les experts et les opérateurs travaillent ensemble à l'écriture des modes opératoires et procédures d'entretien courant. Ces règles et les meilleures pratiques en matière de maintenance deviennent le standard que les opérateurs définissent et mettent en œuvre. Une dernière étape sans fin est d'améliorer ces méthodes pour les rendre toujours plus performantes.

Les bénéfices de cette collaboration sont multiples. L'implication entraîne le respect des modes opératoires et des procédures que les opérateurs auront contribué à écrire, ou tout au moins dont ils auront compris la nécessité et l'importance. L'implication les pousse également à respecter les équipements et les installations, réduisant ainsi sensiblement les problèmes et gaspillages dus à la négligence.

Pour la plupart des opérateurs concernés, cet enrichissement de tâche est vécu très positivement, il valorise leur poste au-delà de la simple conduite de machine et les implique au quotidien. Les praticiens de la TPM commencent toujours son déploiement par la mise en œuvre des 5S. [2]

III) Démarche TPM :

Il s'agit d'un système global de maintenance industrielle qui vise l'obtention du rendement maximal des équipements sur tout leur cycle de vie tout en diminuant les coûts. Cette recherche de la performance repose sur la participation de tous les services et de tout le personnel à l'effort commun. L'esprit de la TPM est de tout mettre en œuvre pour éliminer les pertes directement à la source.

1) Origines de la TPM :

La TPM d'origine a été médiatisée par Seichi Nakajima (directeur de JIPM, Japan Institute of Plant Maintenance). Son concept était le suivant : « Créons des petits groupes pour s'approprier les équipements et améliorer leur rendement ». De ce concept découle de grosses évolutions dans l'entreprise, à savoir que nous ne sommes plus dans le schéma basique « moi je produis, toi tu ré pares », mais dans un schéma où la maintenance est l'affaire de tous, ce qui se traduit par le fait que l'exploitant assure une partie des tâches dites de « maintenance de conduite ou de niveau 1 », comme le graissage, la surveillance, le nettoyage, le contrôle.

La naissance de la TPM remonte à 1951 quand la naissance de la maintenance préventive est apparue au Japon. La maintenance préventive envisage de diminuer les arrêts des machines à cause des pannes ou des problèmes d'organisation. Diminuer la maintenance curative (réparer les machines après panne) et maintenir en état de référence les machines pour qu'elles ne tombent pas en panne. Concept qui a été repris par les Etats Unis dans les années 1960 (la première usine à l'appliquer fut Nippon Denso usine du groupe Toyota qui fabrique de parties électriques automobiles). Dans cette usine, l'automatisation des lignes de production entraînait des pannes importantes et des arrêts dans les process de fabrication qui diminuaient la performance et la productivité des lignes. D'où l'intérêt de mettre en place une démarche de maintenance préventive et d'implication du personnel de fabrication pour rendre autonome les postes de travail, l'utilisation des machines et le management des lignes de fabrication.

Cette démarche était centrée sur l'amélioration du fonctionnement des équipements par l'amélioration de la fiabilité et de la disponibilité des machines, d'où sa connotation « maintenance ».

Au fur et à mesure de l'extension de cette démarche au Japon et dans le reste du monde industrialisé, le succès aidant, le concept s'est élargi pour finalement, de nos jours, considérer la TPM comme une démarche de management performante. [3]

2) Pourquoi TPM ?

Cette démarche suit des principes et une méthode qui s'explique en développant la signification des mots qui composent son nom :

- **Total** : car c'est une méthode qui implique tous les services centrés sur la production. Elle traite aussi la totalité des pertes d'efficacité avec la participation de tous les acteurs, son objectif est de mobiliser l'ensemble des intervenants autour d'un objectif de performance commun.
- **Productive** : puisque son objectif est l'optimisation des facteurs de performance de la production, la mise en place d'une démarche d'amélioration continue, animée conjointement par l'exploitation et l'entretien.
- **Maintenance** : parce qu'il s'agit de réparer, nettoyer, inspecter, et graisser. C'est-à-dire le maintien en bon état des installations. [3]

3) Objectifs de la TPM :

La démarche TPM a pour objectif d'améliorer la fiabilité et la disponibilité des équipements en impliquant les bons acteurs. La production est propriétaire du management des équipements, et la maintenance possède l'expertise technique sur les équipements.

Les objectifs de cette démarche sont :

- Maximiser les rendements tout en minimisant les investissements, et les équipements doivent durer.
- Développer un système global de maintenance productive, pour la durée de vie totale des équipements.
- Meilleure utilisation du potentiel maintenance et augmentation de la compétence du personnel de production (pour éviter les arrêts prolongés en attendant les agents de maintenance, parce que les opérateurs n'ont pas l'autorisation ou la compétence pour intervenir).
- Mener la participation de toutes les divisions, notamment la production, et la maintenance, dans l'application de la démarche.
- Faire participer tous les niveaux hiérarchiques et opérationnels.
- Utiliser l'animation et un management visuel pour le déploiement de la démarche. [3]

4) Piliers de la TPM :

La démarche TPM est représentée par un édifice reposant sur 8 piliers et ayant les 5S comme fondation. Notons que selon les sources et les auteurs, le nombre et la dénomination des piliers varient. Ce constat est identique sur les étapes.

Cette symbolique appelle plusieurs commentaires :

- La solidité de l'ensemble est liée à la qualité des fondations (5S)
- Si un nombre minimum de piliers est installé, l'édifice tient.
- Si quelques piliers sont défaillants, l'édifice peut subsister

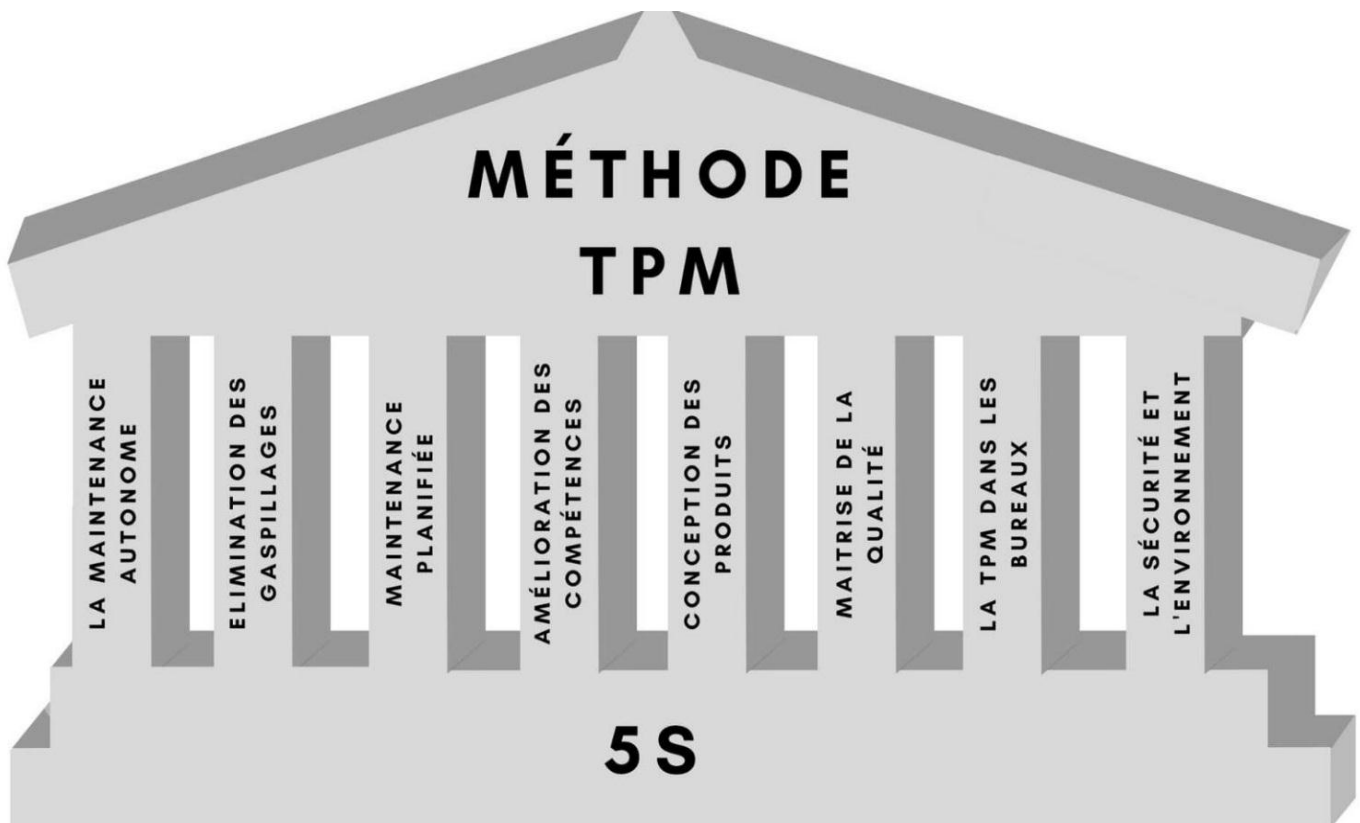


Figure 5 : Piliers de la TPM

Nous en déduisons donc que le déploiement préalable des 5S est incontournable et qu'il n'est pas nécessaire de disposer de tous les piliers pour obtenir des résultats grâce à la TPM.

La TPM se bâtit généralement autour des huit piliers. Il est admis que chaque pilier a sa propre stratégie de mise en œuvre et s'appuie sur des outils éventuellement spécifiques. [3]

Ces huit piliers sont répartis en deux familles de quatre :

- La première famille visant l'amélioration de l'efficacité du système de production,
- La seconde débordant le cadre strict de la production vers les services et les fonctions connexes, visant la mise en place de conditions idéales au service de la performance industrielle

4-1) Amélioration de l'efficacité du système de production :

- **Gestion et maintenance autonome des équipements**

Ce pilier (Gestion Autonome ou Autonomous Maintenance) supporte le développement des compétences des opérateurs afin qu'ils soient autonomes pour prendre en charge l'entretien courant et les petites interventions de maintenance. Ceci :

- Répond au besoin de réactivité en cas de dysfonctionnement.
- Développe l'autonomie des équipes de nuit, de week-end.
- Implique, responsabilise et motive les opérateurs.
- Libère les techniciens experts de la maintenance pour des interventions préventives, de l'amélioration, etc.

L'autonomie peut être obtenue en divisant les processus et/ou les ateliers en sous-processus ou zones plus petites, dans lesquels un groupe prend en charge les opérations courantes et interventions de premier niveau. L'AM vise à qualifier les personnels, les rendre compétents à intervenir sur les équipements qui leur sont affectés.

Le rôle principal des opérateurs est de produire, aussi la TPM ne cherche-t-elle pas à les transformer en techniciens de maintenance. Par contre elle va bien au-delà. Elle veut élever le niveau de connaissance des opérateurs (connaissance du process et technologie des équipements) afin qu'ils puissent devenir responsables de la qualité de leurs équipements.

Être responsable de la qualité de son équipement c'est l'utiliser conformément à ce qui a été prévu, être attentif à tous les signes précurseurs d'anomalies de fonctionnement et pouvoir les décrire.

- **Élimination des gaspillages / Améliorations focalisées**

Sont visés tous les gaspillages et causes de perte d'efficacité. La recherche et l'élimination de la cause racine doit éliminer définitivement les dysfonctionnements. L'indicateur est le TRS, et ce sont ses composantes, qui après analyse focaliseront les actions d'amélioration.

- **Maintenance planifiée**

La maintenance planifiée vise à réduire, idéalement à éliminer la survenue des pannes, par conséquent l'augmentation du MTBF et la diminution du MTTR. La planification vise également à réduire les coûts, en évitant le recours à des heures supplémentaires non prévues, en gérant les pièces de rechange, etc.

- MTBF : Mean Time Between Failures, ou temps moyen entre deux pannes (fiabilité)
- MTTR : Mean Time To Repair ou temps moyen jusqu'à réparation (réparabilité)

La planification de la maintenance doit privilégier la maintenance préventive, voire conditionnelle, au détriment des interventions curatives.

- **Amélioration des connaissances et des savoir-faire**

Il s'agit de gérer les connaissances : établir l'état actuel et les besoins de formation, planifier les formations en privilégiant le parrainage (un initié formera un débutant) afin de mutualiser les connaissances et les disséminer dans l'entreprise. Les formations pourront être différenciées en fonction du personnel ciblé : opérateurs à informer, opérateurs à impliquer, membres d'un groupe autonome, membres du comité de coordination.

4-2) Mise en place de conditions idéales au service de la performance industrielle :

- **Maîtrise de la conception des produits et équipements associés, capitalisation des savoirs**

La capitalisation de l'expérience sert à accélérer les nouveaux projets, les nouvelles mises en place, les nouveaux développements. Il s'agit avant tout de ne pas reproduire les erreurs du passé, de prendre en compte toutes les leçons apprises lors des résolutions de problèmes, d'intégrer les améliorations dans le design des équipements, les rendre plus facilement maintenable, etc. En structurant la mise en œuvre de nouveaux projets selon ce principe, la mise au point peut en être fortement diminuée, voire éliminée.

- **Maîtrise de la qualité**

Ce pilier est orienté vers le maintien du niveau de qualité des produits issus du processus et son amélioration. On cherche à éliminer les causes de non qualité, afin que chaque minute du temps process soit une minute utile, produisant un produit bon.

- **Efficience des services connexes ou "TPM dans les bureaux"**

Cette extension aux services indirects vise à dupliquer les succès obtenus dans les ateliers par des méthodes, outils et approches tels les 5S, aux services support, généralement regroupés sous le terme de "bureaux". Leurs activités, si elles n'étaient pas conduites de manière efficiente, pourraient affecter la production.

- **Sécurité, conditions de travail et environnement**

Dans le cadre du développement durable, ce pilier s'attache à éliminer toute cause potentielle de problème de sécurité, d'amélioration des conditions de travail et de respect de l'environnement. [3]

5) Outils associés à la TPM :

La démarche TPM englobe tous les outils d'amélioration (5S, 5P, Ishikawa, Pareto, communication visuelle...) et se met en place sur du moyen et long terme avec un déroulement très structuré.

La TPM est avant tout une méthode, voire un état d'esprit (travail en équipe, motivation pour le travail bien fait...). Elle ne se résume pas à un catalogue d'outils. Mais si on se focalise sur son objectif principal, l'amélioration du TRS, on peut citer quelques outils qui peuvent être mis en œuvre à cet effet :

- **Non-qualité** : mise en œuvre de la **Qualité Totale**.
 - **Arrêts induits de type saturation de l'amont ou de l'aval (manque produit par exemple)** : mise en place des flux tirés (**Kanban**).
 - **Arrêts propres fonctionnels de type changements de série ou d'outils** : la méthode **SMED** permet de les limiter au maximum.
 - **Arrêts propres de type pannes ou micro-arrêts** : privilégier la maintenance préventive, à tous les niveaux (voir par exemple les **5S**). Un suivi de la fiabilité permet de les mettre sous contrôle.
- Des outils tels que l'**arbre des causes**, les **5P**, **rapport A3**, ou encore **Ishikawa** sont utiles pour analyser et traiter les raisons des défaillances.

IV- Système de mesure : TRS

Les indicateurs de performance permettent aux dirigeants d'avoir une image claire de la situation au niveau de l'efficacité d'une unité de production. Le taux de rendement synthétique (TRS) constitue l'indicateur par excellence dans le cadre d'une démarche TPM.

1) Définition :

Le TRS est défini par la norme NF E60-182 comme le rapport du temps utile sur le temps requis. Il représente donc le pourcentage du temps passé à faire des pièces bonnes à la cadence nominale, par rapport au temps pendant lequel le moyen était mis à disposition de la production (temps requis). Il peut être aussi calculé comme le rapport du nombre de pièces bonnes produites par le nombre de pièces qu'il serait théoriquement possible de réaliser pendant le temps de production.

Le TRS est un indicateur qui représente l'activité du moyen de production. Il mesure quantitativement et qualitativement la productivité d'un équipement. C'est un ratio, calculé sous la forme d'un pourcentage de 0 à 100 : 100% représente un équipement entièrement opérationnel, 0% un équipement n'ayant produit aucune pièce bonne.

Avec cet indicateur, on peut suivre quotidiennement les performances et identifier les causes de non performance des lignes de production, réduire les pertes de temps et les dysfonctionnements. Il permet de connaître les machines, leur fonctionnement, et d'améliorer la réactivité face aux problèmes.

Le TRS permet à la fois :

- de mesurer les résultats de la TPM sur la performance de la machine,
- de fournir une base pour l'analyse des problèmes : où et comment perd-t-on du rendement ? (Pannes, changement de série...etc.)
- de sensibiliser, au-delà du groupe de travail, l'ensemble des intervenants (exploitation et entretien) à l'évolution de la performance (affichage et commentaires des résultats obtenus).

Si on rapporte le temps utile au temps d'ouverture ou au temps total, on obtient respectivement le Taux de Rendement Global (TRG) et le Taux de Rendement Economique (TRE), qui définissent le rendement d'un point de vue plus générique.

2) Décomposition du TRS :

Le TRS peut être décomposé en trois sous-indicateur : il est le produit du Taux de Qualité, du Taux de Performance, et de la Disponibilité Opérationnelle.

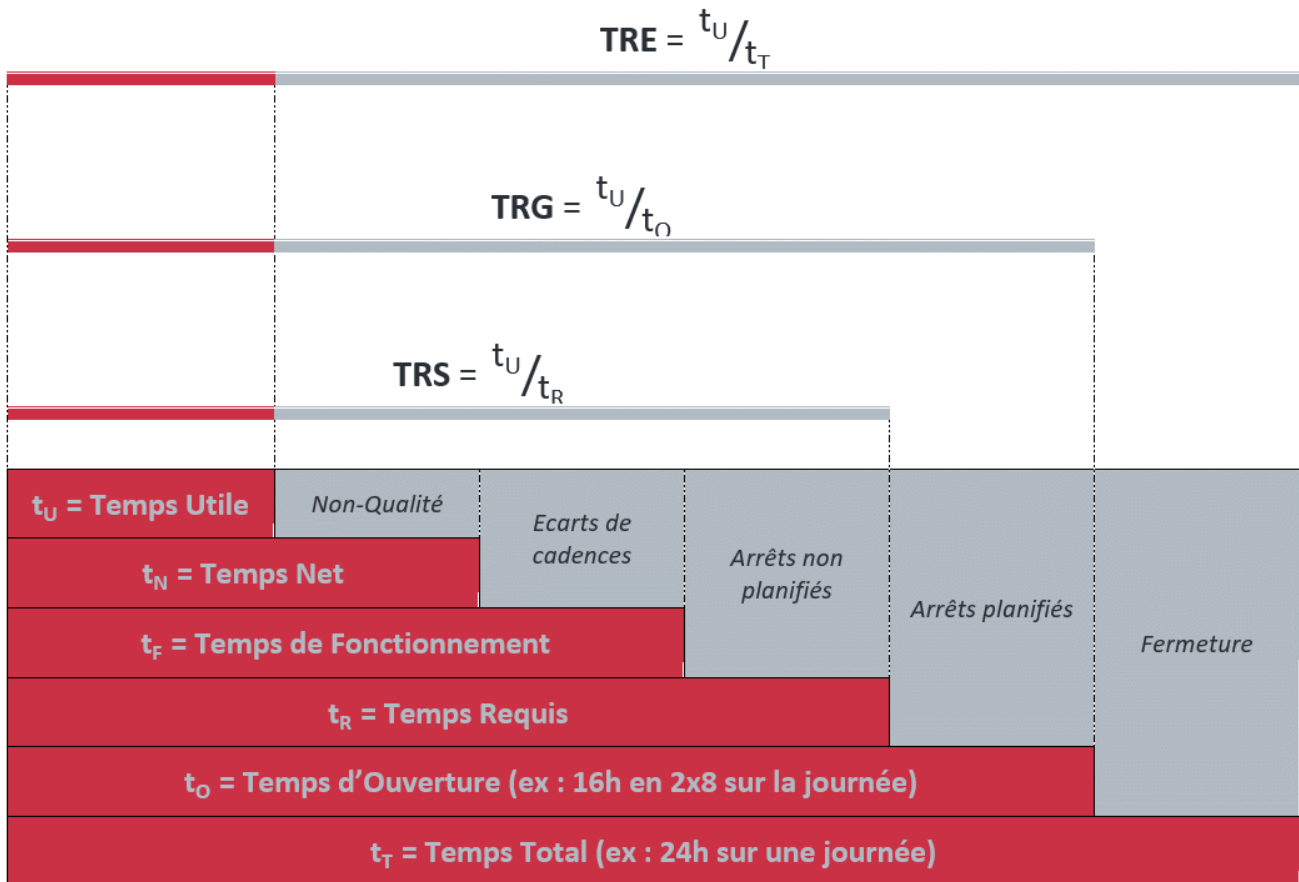


Figure 6 : Décomposition du TRS

Le **TRS** est donc le ratio du **temps utile** par le **temps requis**. Le complément à 100% est composé des éléments suivants :

- Pour obtenir le temps net, on ajoute au temps utile le temps de non-qualité : il s'agit du temps théorique passé à produire des pièces mauvaises, ou qui seront à reprendre, à reconditionner, etc. Le temps net est ainsi le temps théorique passé à produire des pièces (bonnes ou mauvaises). On peut aussi calculer le **Taux de Qualité** :

$$TQ = t_U / t_N$$

Ce taux de qualité peut également être calculé comme le rapport du nombre de pièces bonnes sur le nombre de pièces totales.

- Pour obtenir le temps de fonctionnement, on ajoute les écarts de cadences, qui sont le temps perdu à produire à une cadence inférieure à la cadence nominale (ralentissements). Ces écarts sont calculés par différence entre le temps de fonctionnement et le temps net. On peut calculer le **Taux de Performance** :

$$TP = t_N / t_F$$

- Le **temps requis** est obtenu en ajoutant les arrêts non planifiés, qui sont le temps passé en arrêts subis par l'installation. Ces arrêts représentent souvent la majeure partie des pertes TRS. On distingue traditionnellement deux grands types d'arrêts non planifiés :
 - ❖ Les **arrêts induits** : arrêts provoqués par une cause externe au moyen : manque d'approvisionnement (en amont), saturation en sortie (en aval), personnel absent, perte d'énergie, etc.
 - ❖ Les **arrêts propres** : arrêts imputables au moyen. On distingue les sous-types suivants :
 - Pannes : l'équipement est arrêté suite à un dysfonctionnement.
 - Arrêts d'exploitation : imputables à l'opérateur, qui a décidé de stopper l'équipement pour régler un problème.
 - Arrêts fonctionnels : pour réaliser une tâche nécessitant l'arrêt de l'équipement : changements de série, contrôles, réglages, changements d'outils, ...
 - Micro-arrêts : arrêts propres courts, difficilement mesurables et qualifiables. Ils peuvent parfois être calculés par soustraction, ou par acquisition machine.

On calcule également la **Disponibilité Opérationnelle** :

$$DO = t_F / t_R$$

Et le **TRS** peut se décomposer comme le produit des trois ratios :

$$TRS = TQ \times TP \times DO$$

PARTIE 3

<<Partie pratique>>

Partie 3

Partie pratique

Maintenant, nous avons une bonne idée de ce qu'est la TPM et des différents piliers qui y sont rattachées, le présent chapitre expose la problématique, l'étude de l'état des lieux, la méthodologie de l'implantation des 5S et d'un pilier de la TPM (gestion autonome) dans l'atelier étudié, et les réalisations effectuées sur cet atelier, ainsi que les résultats.

I- Présentation du projet :

Cette phase a pour objectif de définir le projet et son périmètre, ainsi de définir les membres de l'équipe du projet et leurs responsabilités.

La mise en place de la gestion autonome/5S constitue un projet avec toutes ses composantes :

- Équipe projet,
- Objectifs,
- Budget,
- Jalons...

1) Problématique :

L'opération de conditionnement de l'atelier ERCA est assurée par 3 machines conditionneuses (ERCA A, ERCA B, ERCA C) qui sont gérées par des techniciens conducteurs.

Au sein de Safilait, l'atelier ERCA est considéré comme un gisement de progrès parce qu'il y existe des vrais problèmes techniques et organisationnels. Ces derniers baissent la performance des machines, on n'atteint pas le TRS objectif (72%), et par conséquent on aura des retards dans la production, ce qui engendre la rupture du stock des yaourts au niveau des agences commerciales.

Les majeurs problèmes et arrêts rencontrés dans l'atelier de conditionnement ERCA sont dus à la mauvaise utilisation des équipements, et le non-respect des standards d'inspection, de graissage, de lubrification et de nettoyage... d'où la nécessité d'une démarche permettant de dévoiler les causes et d'assurer une amélioration de la performance des machines.

De façon historique, les pannes des machines étaient de l'unique responsabilité de la maintenance. Le projet GA/5S a permis d'impliquer tous les acteurs, d'utiliser leurs compétences spécifiques sur un objectif commun.

Grâce à l'implication des personnes de production dans ce projet, les techniciens conducteurs prennent le contrôle de leur machine et assurent eux-mêmes la maintenance des machines qu'ils connaissent mieux. Les tâches suivantes leur sont demandées :

- Maintenir leur machine en bon état ;
- Faire les réparations et dépannages (maintenance de premier niveau) ;
- Anticiper les pannes grâce à l'application des standards NILS (Nettoyage-Inspection-Lubrification-Serrage) ;

Les spécifications correspondant aux besoins de Safilait à travers la mise en place de ce projet se résument comme suit :

- Se préparer pour une augmentation de la capacité de production (haute saison) ;
- Donner plus d'autonomie aux techniciens conducteurs des machines ERCA, et les rendre plus réactif.
- Minimiser les coûts de l'exploitation (diminution des coûts liés à la maintenance des équipements et une meilleure utilisation des ressources de maintenance).

2) Périmètre de projet :

Pour bien définir le périmètre du projet j'ai utilisé le diagramme SIPOC, cet outil est efficace pour la représentation du processus à améliorer. La figure ci-dessous représente le diagramme SIPOC du processus de conditionnement des machines ERCA.

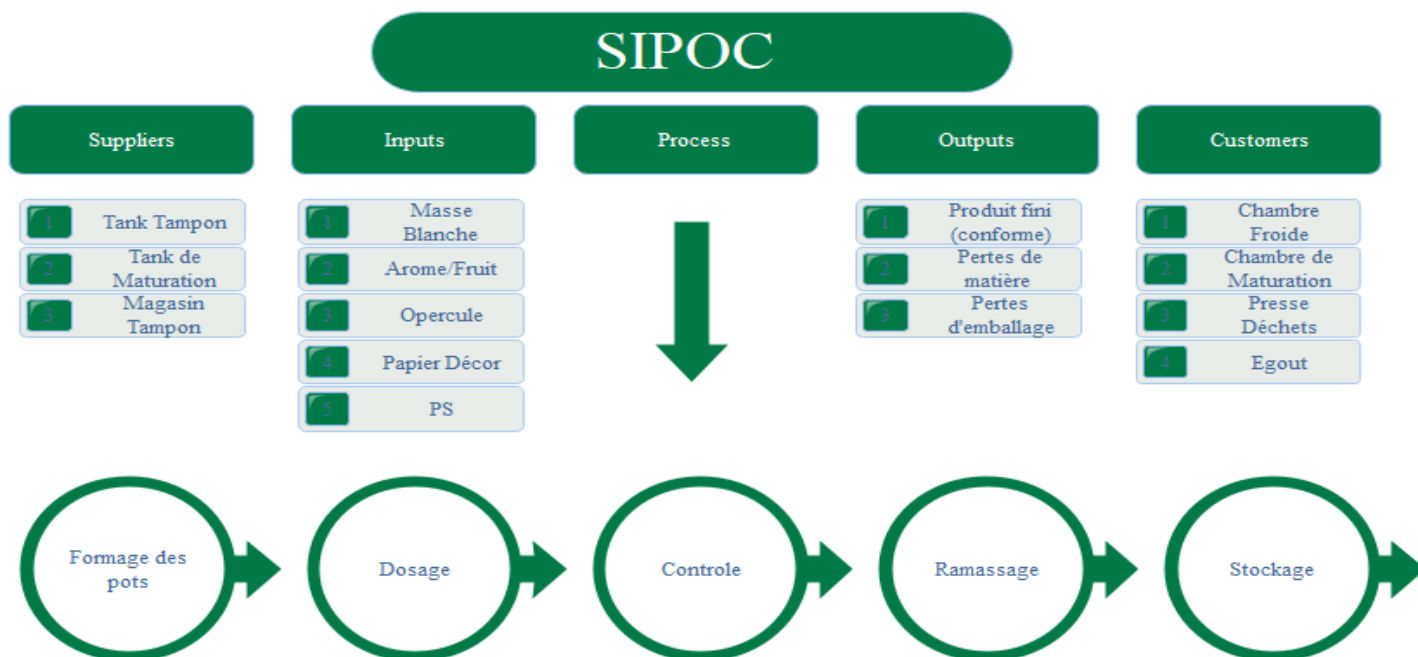


Figure 7 : Diagramme SIPOC de l'atelier ERCA

3) Charte projet :

La charte de projet, ainsi que la matrice RACI m'ont bien aidé à déterminer les objectifs et les attentes du projet, ainsi d'identifier les membres de l'équipe projet et leurs responsabilités et les jalons du projet. Le tableau ci-dessous représente la charte projet :

Tableau 5 : Charte projet GA/5S

Description du projet :		
Le présent projet a pour objectifs la maîtrise et l'amélioration de la performance industrielle via le déploiement de la démarche 5S et de la gestion autonome. C'est-à-dire la recherche de la productivité maximale du système industriel, et de l'utilisation maximale du potentiel productif.		
Périmètre du projet :		
Le projet se déroulera dans l'atelier de conditionnement ERCA, avec une équipe constituée des techniciens conducteurs de machines, des chefs d'équipe, le chef du projet et moi-même.		
Objectifs du projet :		
Augmenter la productivité grâce l'amélioration de la performance des machines à travers : <ul style="list-style-type: none"> - Formation de l'équipe à la gestion autonome ; - Détection des anomalies ; - Analyse des causes des anomalies et leurs résolutions ; - Facilitation de la conduite en instaurant une gestion visuelle (management visuel) ; - Création des endroits de travail propres, et bien rangés (5S). 		
Produits concernés :		
Yaourts ferme/brassé + Yaourt à boire (pots)		
Date début :		Date fin :
21/02/2019		04/06/2019
Jalons du projet :		
Etapes	Début	Fin
Etape 1	Semaine 1	Semaine 4
Etape 2	Semaine 5	Semaine 7
Etape 3	Semaine 8	Semaine 13
Résultats attendus :		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Amélioration de la productivité → Augmenter le TRS de 5 points. ➤ Amélioration des conditions de travail et de la sécurité → 0 accident du travail. ➤ Augmenter le pourcentage d'autonomie. ➤ Nombre d'anomalies traitées $\geq 90\%$ 		

L'équipe projet est constituée d'une équipe multi-compétences (Responsable performance industrielle, coordinateurs performance, chefs d'équipes, techniciens conducteurs des machines, coordinateur bureau des méthodes, et des opérateurs ...). Cette équipe assure le déploiement de la démarche et l'atteinte des objectifs fixés. L'équipe est aussi impliquée dans le suivi de la performance et des causes de pertes dans cet atelier.

La matrice RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) ci-dessous permet de définir les responsabilités dans le projet. Cette matrice croise les acteurs et les activités, en spécifiant l'implication des premiers sur les secondes.

Tableau 6 : Matrice RACI du projet

	Chef projet	Gestionnaire de projet	Chefs d'équipe ERCA	Conducteurs ERCA
Définition du projet	R	A	I	I
Rédaction du planning	C	R	I	I
Enregistrement des données	C	A	R	R
Mesure et calcul d'écart	C	R	A	I
Analyse et Interprétation	R	A	A	I
Recherche des solutions	C	R	R	R
Validation	R	R	C	I
Application	C	A	R	R
Publication	C	R	I	I

R : Responsable (Réalisation) : Ceux qui réalisent l'action.
A : Accountable (Approbation) : Celui qui doit rendre des comptes sur l'avancement du projet.
C : Consulted (Consultation) : Ceux qui sont consultés pour la réalisation de la tâche.
I : Informed (Information) : Ceux qui sont informés de l'évolution du projet.

Avant le début du projet, l'équipe projet s'est réunie pour la planification des tâches à réaliser (Annexe n°1 : Planning du projet).

II- Méthodologie :

Tout d'abord, on a choisi l'atelier ERCA pour le déploiement des 5S et de la gestion autonome, car il connaît des vrais problèmes techniques et organisationnels, et le temps non productif dû aux pannes est trop long. Pour pallier aux problèmes organisationnels, on a déployé la démarche 5S, qui sert à créer des endroits propres, et bien rangés. Concernant les problèmes techniques, on a adopté la gestion autonome (1^{er} pilier de la TPM) qui sert à augmenter de la disponibilité des machines, et donner de l'autonomie aux opérateurs de production.

Tous les autres ateliers de l'usine vont bénéficier de ce projet, juste après la clôture du chantier de l'ERCA. Généralement, trois à cinq ans sont nécessaires pour le déploiement de tous les piliers de la TPM et en évaluer les résultats.

Le projet GA/5S s'articule autour de deux phases :

- La première est une phase d'analyse qui a principalement pour but d'identifier la capacité globale des machines de conditionnement ERCA, et les principales sources des pertes de performance, ainsi qu'une estimation financière de ces pertes.
- La deuxième est une phase d'amélioration autour du concept d'auto-maintenance (gestion autonome). Elle a pour objectif la fiabilisation de l'équipement en utilisant le technicien conducteur dans la surveillance et l'entretien de sa machine.

1) Phase d'analyse :

Elle a été nécessaire au début de procéder à un diagnostic de la problématique, afin de savoir les principales sources de pertes, puis le déploiement des 5S et de la gestion autonome dans l'atelier ERCA.

Durant cette phase d'analyse, on a pu relever plusieurs faits pouvant être source de dysfonctionnements. On note que :

- Les conducteurs des machines exploitent des savoirs faire pour répondre aux urgences et problèmes sans que leur mode de travail soit contrôlé.
- Une rivalité apparente persiste entre les conducteurs des machines et les agents de maintenance, ce qui affecte négativement toute communication fructueuse entre ces derniers lors du traitement des arrêts.
- Les méthodes de travail diffèrent selon le savoir-faire de chaque conducteur de machine, ainsi qu'il n'y pas de standards.

➤ Suivi TRS :

Concernant le suivi de l'indicateur de performance (TRS) durant janvier et février avant le début du projet, on remarque qu'il n'atteint pas toujours l'objectif, c'est-à dire 72%. La figure suivante présente le suivi du TRS durant janvier et février juste avant le début du projet GA/5S.

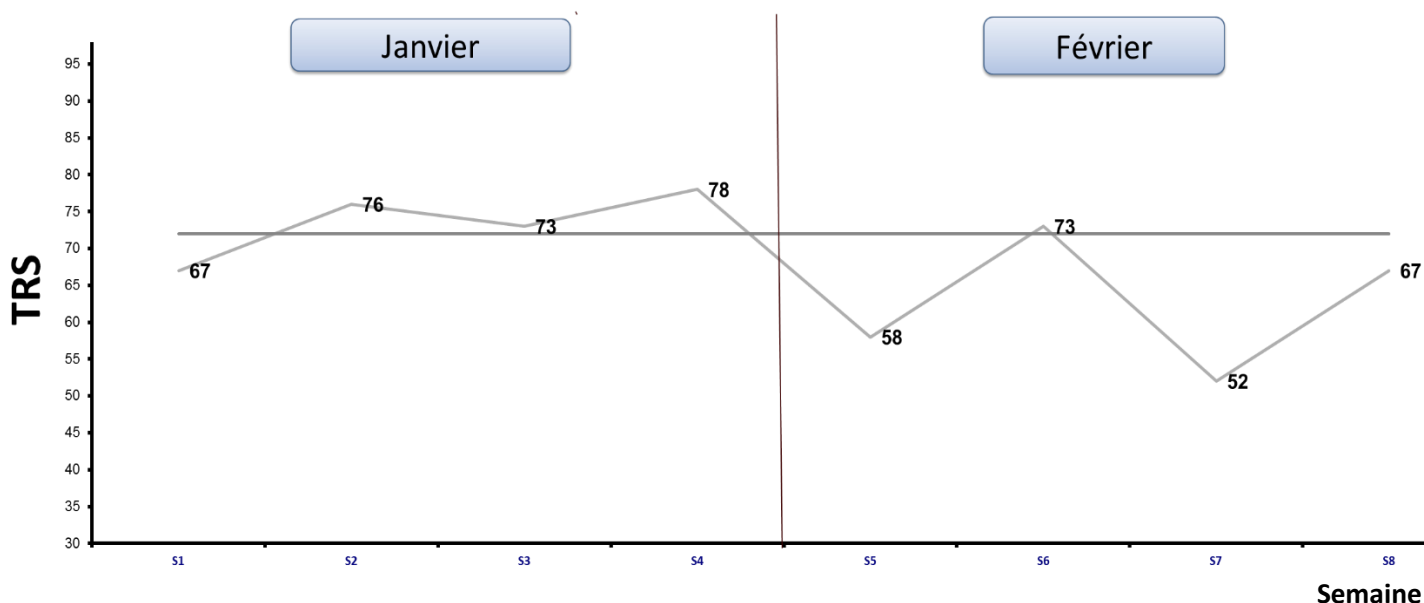


Figure 8 : Suivi TRS janvier et février

➤ Analyse des pertes :

L'analyse des composantes du TRS indique où les efforts sont à porter. Cette analyse amène à relever les causes principales de pertes d'efficacité maximale. Elles sont principalement dues à la fiabilité des équipements, aux ressources, aux arrêts non expliqués et aux changements de série. Le tableau ci-dessous représente les différentes pertes TRS au niveau de l'atelier ERCA durant le mois février :

Tableau 7 : Pertes TRS Février

Arrêts	Durée (min)	Temps requis (%)
Pannes	3843	18,60%
Micro-arrêts	188	0,91%
Manque de ressources	761	3,68%
Maintenance premier niveau	20	0,1%
Changement de série	722	3,49%
Incidents process	0	0%
Chute de cadence	0	0%
Non-qualité	0,18	0%
Arrêts non expliqués	2110,02	9,54%
Total	7644,2	36,32%

La figure suivante présente un graphe illustratif du cumul des arrêts du mois février :

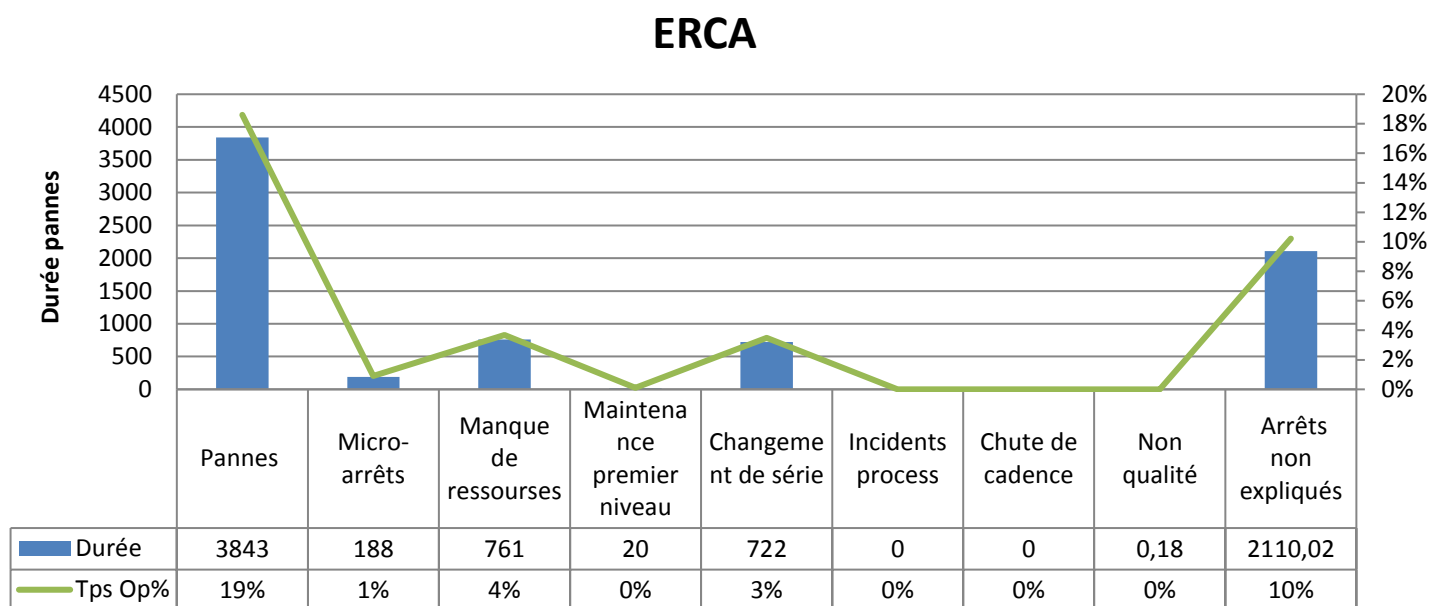


Figure 9 : Analyse des pertes TRS Février

D'après le tableau 7 et la figure 9, on constate que les pannes sont la principale cause des arrêts et par conséquent la principale source de pertes. D'où la nécessité de mettre en place la gestion autonome qui s'avère la solution adéquate permettant de réduire cette perte de temps.

➤ Pertes financières :

Un arrêt de production est une perte pour l'entreprise, qui peut devenir de plus en plus grave, si elle ne prendrait pas les mesures nécessaires pour réagir. Car le temps c'est de l'argent.

La cadence nominale de l'ERCA est de 21600 pots/heure pour les trois machines 'A' et 'B', 'C', comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau 8 : Cadence des machines de conditionnement

Machine	Produit	Capacité de production
ERCA A ERCA B	Yaourt brassé Yaourt étuvé	21600 pots/ heure
ERCA C	Yaourt à boire (Raibi)	21600 pots /heure

Et sachant que le prix de vente d'une unité de yaourt est de 1.5 dh, et les pertes dues à la non production représentent 55% de son prix de vente. Le tableau suivant synthétise l'estimation financière de ces pertes :

Tableau 9 : Estimation financière des pertes

Mois	Total d'arrêt mensuel en heure	Pertes en termes de fabrication yaourt (pot)	Pertes financières en dh
Janvier	87,85	1895400	1563705
Février	109,06	2355696	1943499,2
Total			3507204,2

D'après le tableau 9, on remarque que les conséquences des arrêts s'avèrent très importante. Ils ont engendré une perte financière d'environ **3507204,2 dh** pendant les 2 mois d'analyse (janvier et février).

2) Projet GA/5S :

L'étude de l'état des lieux, nous a permis de détecter la présence de certains types de pertes. Donc, il est donc indispensable d'adopter une démarche d'amélioration afin de réduire au maximum ces pertes.

Concernant les arrêts dus à des pannes, il convient d'exploiter les compétences techniques des techniciens conducteurs, en appliquant la gestion autonome (auto-maintenance). L'objectif est de réduire le temps perdu par l'attente du technicien de maintenance. En effet, une intervention de 10 minutes du technicien conducteur de la machine dans le cadre de l'auto-maintenance est plus intéressante qu'une intervention de 30 minutes de l'agent de maintenance qui n'est pas forcément disponible, et cela pour un événement répétitif.

Durant ce projet, on procédera à accroître l'autonomie des techniciens conducteurs tout en instaurant des standards sur lesquels ces opérateurs pourront se baser.

2-1) Mise en œuvre des 5S :

Si les 5S sont proprement mis en place et strictement suivis, les méthodes de travail relatives aux opérations de maintenance seront grandement optimisées. Le succès de la mise en place de la gestion autonome est basé sur les 5S. Chacun d'entre eux est crucial et nécessite un suivi et un contrôle permanent.

C'est la première phase nécessaire à la TPM ; pas de gain de temps possible en fouillant dans le désordre, pas de détection facile des signes précurseurs de pannes, les fuites par exemple, dans un environnement sale...

L'îlotage inclut les 5S qui cherche à avoir des postes de travail rangés, nettoyés, ergonomiques et des machines en état de référence technique. L'objectif étant de travailler dans de bonnes conditions.

Le chantier 5S a été réalisé sur le terrain, avec l'équipe projet, on a réservé une journée pour débarrasser et trier, trois journées pour ranger et identifier, et deux journées pour nettoyer.

Les étapes suivies pour le déploiement des 5S sont les suivantes :

➤ Réunion de lancement et formation :

On a lancé une réunion pour déterminer le périmètre du projet et l'équipe chargée de cette démarche. Puis, on a formé l'équipe sur les 5S pour découvrir cette démarche.

➤ Seiri (trier, éliminer, débarrasser) :

C'est une étape fructueuse, tant la nature humaine a tendance à accumuler les choses. Après la distribution de l'équipement nécessaire (pour débarrasser, ranger, étiqueter, peindre, nettoyer, ...), nous avons pu procéder au débarrassage. Il a fallu une journée de 7 heures.

Durant cette étape, on a déterminé ce qui doit être gardé, ce qui doit être réparé et ce qui doit être éliminé de l'atelier. (**Annexe n°2 : Liste des objets atelier ERCA**).

Le rassemblement des objets a été fait dans une zone d'attente de décision (ZAD). Cette zone est un espace temporairement réservé, dans lequel on a placé tout ce qui pourrait être rangé ou stocké ailleurs, ce qui pourrait être jeté ou devrait être détruit, ce qui nécessite une réparation et ce qui existe en plusieurs exemplaires. Lors de la décision, ce qui n'est plus utilisé ou jamais utilisé, est éliminé. Ce qui n'est utilisé qu'occasionnellement est rangé à l'écart, ce qui est cassé ou détérioré est soit jeté, soit réparé.

➤ **Seiton (situer, ranger) :**

Le principe de cette étape est “une place pour chaque chose, chaque chose à sa place”. Le tri et la hiérarchisation effectuée précédemment permettent d'arranger les différents objets de manière rationnelle et identifiée.

C'est la phase d'identification, de marquage, de communication visuelle : étiquetage, marquage au sol.

Le marquage sur le sol nous a permis d'identifier l'emplacement des objets, et les quantités maximales de stockage. (**Annexe n°3 : Traçage de l'atelier ERCA**)

Nous avons testé une peinture pour faire le marquage au sol. Mais la peinture ne tient pas du fait des produits de nettoyage. Pour cette raison, on a fait une autre peinture spéciale.

Durant cette étape, on a aussi commandé un Shadow board qui permet de disposer tout le matériel nécessaire au changement de séries, aux réglages et aux interventions. Tous les outils ont leur place propre, repérée par une forme dessinée sur le support. Chacun saura alors retrouver rapidement l'objet cherché, et pourra rapidement s'apercevoir que l'un d'entre eux manque.

➤ **Seiso (nettoyer) :**

Après un premier grand nettoyage, le maintien en état de propreté est indispensable. Au-delà de l'aspect purement ménager, l'objectif est aussi d'inspecter le matériel, prévenir les défaillances, détecter les fuites ou toute autre anomalie. Les sources de salissures, ou de dysfonctionnements, sont traitées à la source, de manière à empêcher ou limiter leur réapparition.

Lors de ce grand nettoyage, on a profité aussi pour réparer un peu l'état du sol qui était dégradé.

➤ **Seiketsu (standardiser) :**

Les trois premières étapes sont des actions de terrain. Cette étape vise à pérenniser le travail accompli, en décrivant et standardisant les actions à mener et le résultat attendu : photos et descriptions du poste, procédures de nettoyage et d'inspection, règles de rangement, ...

Durant cette étape, on a établi des instructions de travail et les consignes locales, qui sont nécessaires pour sécuriser le fonctionnement et les pratiques de l'atelier. L'équipe a établi aussi les modes opératoires et standards, ainsi que les auto-évaluations qui permettront de pérenniser le travail.

➤ **Shitsuke (suivre) :**

La dernière étape est la surveillance et le suivi de la méthodologie mise en place. Des audits (sous la forme d'auto-évaluations) sont mis en place pour vérifier qu'on ne s'écarte pas des standards.

Les 2 dernières S ont été mises en place au fur et à mesure de la disponibilité des équipes 5S.

2-2) Déploiement de la gestion autonome :

Le déploiement de la gestion autonome suit une progression en cinq étapes :

➤ **Étape '0' : Formation initiale**

Les techniciens conducteurs présentent une richesse pour l'entreprise. De plus en plus, ils sont formés, les résultats du projet GA/5S seront facilement atteignables. Afin de mieux anticiper les pannes liées aux anomalies techniques, il est indispensable de développer leurs compétences de base. Ils doivent être capable d'identifier la source des anomalies sur l'ensemble des équipements.

En préalable à toute activité de maintenance, il est indispensable aussi que tout technicien conducteur de machine connaisse les fonctionnalités des équipements dont il assure la conduite. Cela consiste à :

- Connaître les risques liés à son poste de travail ;
- Connaître l'emplacement des dispositifs d'arrêts d'urgence ;
- Connaître et appliquer les règles d'hygiène en vigueur ;
- Connaître les principales étapes du process sur lequel il intervient ;
- Être capable d'assurer la conduite et l'approvisionnement des machines ;
- Connaître les consignes de prise et de fin de poste ;
- Connaître la fonction de chaque machine et périphérique dont il assure la conduite ;
- Être capable d'interpréter les messages du pupitre de conduite : alarmes, défauts, et paramètres ;
- Connaître l'ensemble des critères qualité relatifs au contrôle des yaourts fabriqués ;
- Connaître les bases mécaniques, électriques, et pneumatiques.

Pour cela, plusieurs formations ont été faites pour augmenter le pourcentage d'autonomie des techniciens conducteurs des machines. (**Annexe n°4 : Matrice de formation interne**).

Ainsi avant le début de chaque étape du projet, une formation sur la méthodologie de chaque étape est indispensable, afin de faire assimiler à l'équipe l'objectif et les activités de chaque étape du projet.

➤ **1^{ère} étape : inspection ou nettoyage initial**

Après avoir formé les opérateurs et préparé le matériel nécessaire, nous avons effectué le nettoyage initial. Ce dernier a duré 2 jours pour chaque machine (6j au total).

Le matériel suivant est nécessaire pour mener à bien la réalisation du nettoyage initial :

Equipements de protection individuelle (EPI) / matériel de démontage/ matériel de nettoyage / matériel de peinture / cutter / grattoirs /appareil photographique/ stylos/ tableau d'affichage/ post-it / marqueurs ;

L'inspection ou nettoyage initial est l'action essentielle du lancement de la maintenance autonome sur un équipement. L'objectif de cette étape est de rétablir les conditions d'origines des machines ERCA, c'est-à-dire la remise à niveau. Le but est de s'assurer que les performances machines sont totalement mises à jour par identification et élimination de tous les signes de détérioration.

Pendant cette activité, Les agents de maintenance aident les techniciens conducteurs à détecter les anomalies et donnent des explications sur le fonctionnement de l'équipement et la nature des anomalies.

Parmi les tâches qu'on a réalisé durant cette étape :

- ✓ Démontage de toutes les machines ;
- ✓ Détection de toutes les fuites (air, huile, produit...) ;
- ✓ Signalement de tout ce qui paraît anormal ;
- ✓ Contrôle du serrage des vis et autres fixations ;
- ✓ Détection de fissures non-apparentes ;
- ✓ Réparation et changement des éléments défectueux ;
- ✓ Nettoyage interne et externe des machines et peinture de leurs bâti ;
- ✓ Suppression des défauts électrique (défauts d'isolement) ;
- ✓ Détection et élimination des anomalies (pour retrouver l'état normal des équipements) et promouvoir l'étiquetage continu.
- ✓ Graissage et lubrification de la machine ;

• Étiquetage :

Durant le nettoyage initial, l'équipe projet a détecté toutes les anomalies liées aux machines et à son environnement. Les anomalies sont repérées par des étiquettes. On a utilisé 2 couleurs d'étiquettes, les rouges et les bleues, cela permet de distinguer les anomalies qui nécessitent l'intervention de l'équipe (étiquettes bleues) de celles qui sont liées à la sécurité (étiquettes rouges). L'affichage des étiquettes sur le tableau d'affichage du projet GA/5S constitue un mode de management visuel des anomalies. La communication entre production/maintenance/autres services se fait lors de réunions en groupe devant ce tableau d'affichage.

Toutes les anomalies sont saisies dans le registre des étiquettes, ce dernier est un fichier Excel qui a été créé dans l'usine pour que les chefs d'équipe puissent saisir tous les problèmes dans l'atelier ERCA, qui doivent être résolus par le service concerné. (**Annexe n°5 : Extrait du registre des étiquettes**).

La saisie des informations dans ce fichier est triée par mise en priorité du problème (selon l'impact, et selon l'effort) (**Annexe n°6 : Matrice de priorité des anomalies**).

• Distribution Pareto :

La distribution de Pareto est la formalisation de la loi de Pareto, aussi appelée principe des 20-80. Cet outil d'aide à la décision détermine les facteurs cruciaux qui influencent la plus grande partie de l'objectif.

La distribution de Pareto permet de grouper les anomalies par familles et de se focaliser sur le contrôle des 20 % des causes d'arrêt qui occasionnent les 80 % d'arrêt des machines. Le graphe ci-dessous illustre la distribution Pareto des anomalies détectés lors du nettoyage initial :

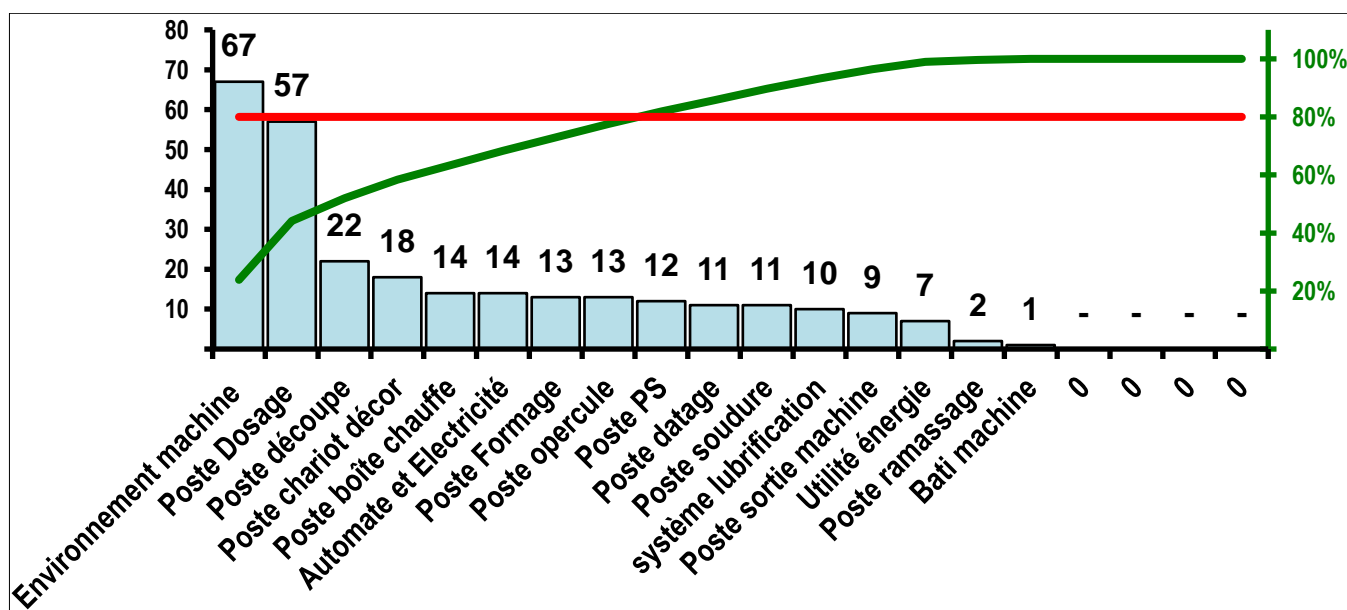


Figure 10 : Distribution Pareto des anomalies

Dans notre cas, la courbe des fréquences cumulées atteint les 80% dès le poste opercule.

En travaillant sur l'environnement machine, le poste dosage, le poste découpe, le poste décor, le poste automate, le poste formage et le poste opercule uniquement, on couvre 82 % des cas. Il est donc inutile de passer trop de temps sur les autres familles.

➤ **2^{ème} étape : Eliminer les sources de salissures et les zones difficiles à inspecter**

Après que le nettoyage initial a été réalisé et l'équipement rénové, il est très important de s'assurer que cela ne se détériorera pas une nouvelle fois. Cela passe par l'élimination de toutes les sources de salissures, par l'amélioration des zones difficiles à nettoyer et à inspecter, ainsi par le développement du pilotage visuel.

Tout d'abord, on a représenté toutes les sources de salissures de la machine ERCA dans un plan machine, dans lequel on a utilisé différentes couleurs pour différencier les fuites du produit, des fuites d'huile, des fuites d'emballage. (**Annexe n°7 : Cartographie des sources de salissures**).

Puis, on a lancé une analyse 5P (5Pourquoi) pour savoir les causes racines de ces sources de salissures (**Annexe n°8 : 5P source de salissures 'Produit'**).

Par la suite, on a défini les priorités et un plan d'actions pour pouvoir éliminer ces sources de salissures (**Annexe n°9 : Plan d'actions 5P**).

Grâce à un brainstorming avec l'équipe projet, on a pu éliminer quelques principales sources de salissures (huile et poussière). Cependant, certaines sources de salissures (emballage et produit) nécessitent des investissements très importants (comme pompes ou systèmes d'aspiration).

Ainsi, pendant cette étape on a pu développer le pilotage visuel à savoir :

- Remplacement de quelques carters par des parties transparentes (plexiglas) pour augmenter la transparence pendant l'inspection ;
- Réduction du nombre de fixations de carters au minimum et adaptation des systèmes de fixation rapide (écrous papillons et poignées).
- Utilisation des indicateurs lumineux ou sonores pour signaler les défauts sur les machines ;
- Peindre les points de graissage ;
- Placer des lumières à l'intérieur des machines ERCA afin de bien visualiser les choses ;
- Utilisation des indicateurs de couleur pour le centrage des guides de l'opercule du yaourt ;
- Indication du sens de circulation des fluides et positions normales des vannes ;
- Indication les niveaux maxi et mini pour les lubrifiants ;
- Utilisation des cadrans à secteurs de couleur : rouge (mauvais réglage), vert (plage correcte) pour les manomètres et les débitmètres des machines.

➤ 3^{ème} étape : Créer et maintenir des standards de nettoyage, d'inspection et de lubrification

Après avoir effectué le nettoyage initial, éliminer quelques sources de salissures, et améliorer les zones difficiles à inspecter, on a établi des standards provisoires de nettoyage, d'inspection, de lubrification, et de serrage (NILS). Les standards sont des séquences d'opérations à réaliser dans l'ordre pour effectuer une tâche dans un temps donné. (**Annexe n°10 : Extrait des standards NILS**)

Les standards NILS sont établies pour chaque machine avec :

- ✓ Les consignes de mise en sécurité des équipements avant intervention
- ✓ Les équipements de protection individuels à utiliser (gants, lunettes, casque etc...)
- ✓ Les moyens à utiliser : chiffons, air comprimé, produits d'entretien, matériels divers...
- ✓ La fréquence de nettoyage pour chaque partie de la machine
- ✓ Le temps pour chaque opération
- ✓ Les quantités de lubrifiant à injecter
- ✓ Les fréquences de lubrification
- ✓ Les références et caractéristiques des lubrifiants utilisés

Ainsi, on a simplifié le système de graissage de la machine, pour cela on a cartographié les points à graisser dans un plan machine (**Annexe n°11 : Cartographie de graissage**).

Les points de lubrification et de graissage ont été identifiés par des codes couleur afin de simplifier le système de lubrification et de graissage.

L'application et le maintien des standards NILS permet de supprimer la majeure partie des dysfonctionnements.

➤ 4^{ème} étape : Audit

La dernière étape pour garantir le succès de l'implantation de la gestion autonome est la réalisation d'un audit qui a pour but de :

- Vérifier que toutes les actions prévues dans ces étapes de la gestion autonome ont bien été exécutées ;
- Évaluer l'état des équipements et l'implication de l'équipe projet.

A la fin du projet, il faut réaliser un audit pour évaluer le niveau de performance des activités développées. L'audit se fait par des auditeurs internes : Responsable exploitation + responsable performance industrielle + experts techniques.

III- Résultats :

On ne progresse que si on mesure. Les industriels savent que le système de mesure est un élément clé pour motiver l'ensemble du personnel. Afin de bien visualiser les résultats de ce travail, nous procéderons à l'analyse des indicateurs qui ont été mis en place.

Dans le projet GA/5S, le TRS (taux de rendement synthétique) est l'indicateur de base auquel on peut joindre d'autres indicateurs (taux de traitement des anomalies, nombre d'accidents de travail, respect du jalon projet) mais c'est sur le TRS que nous communiquons visuellement.

1) Taux de traitement des anomalies :

Il est indispensable de tenir à jour un indicateur du nombre d'anomalies détectées et résolues pour suivre et évaluer le niveau d'activité de la gestion autonome et des 5S sur l'atelier ERCA.

Tous les jours, il y avait une réunion entre le coordinateur performance, le chef d'équipe et les techniciens conducteurs, pour discuter les problèmes rencontrés et pour donner le suivi des activités réalisées par rapport aux activités saisies dans le registre des anomalies (registre des étiquettes).

La figure suivante représente le suivi des anomalies durant la période du projet :

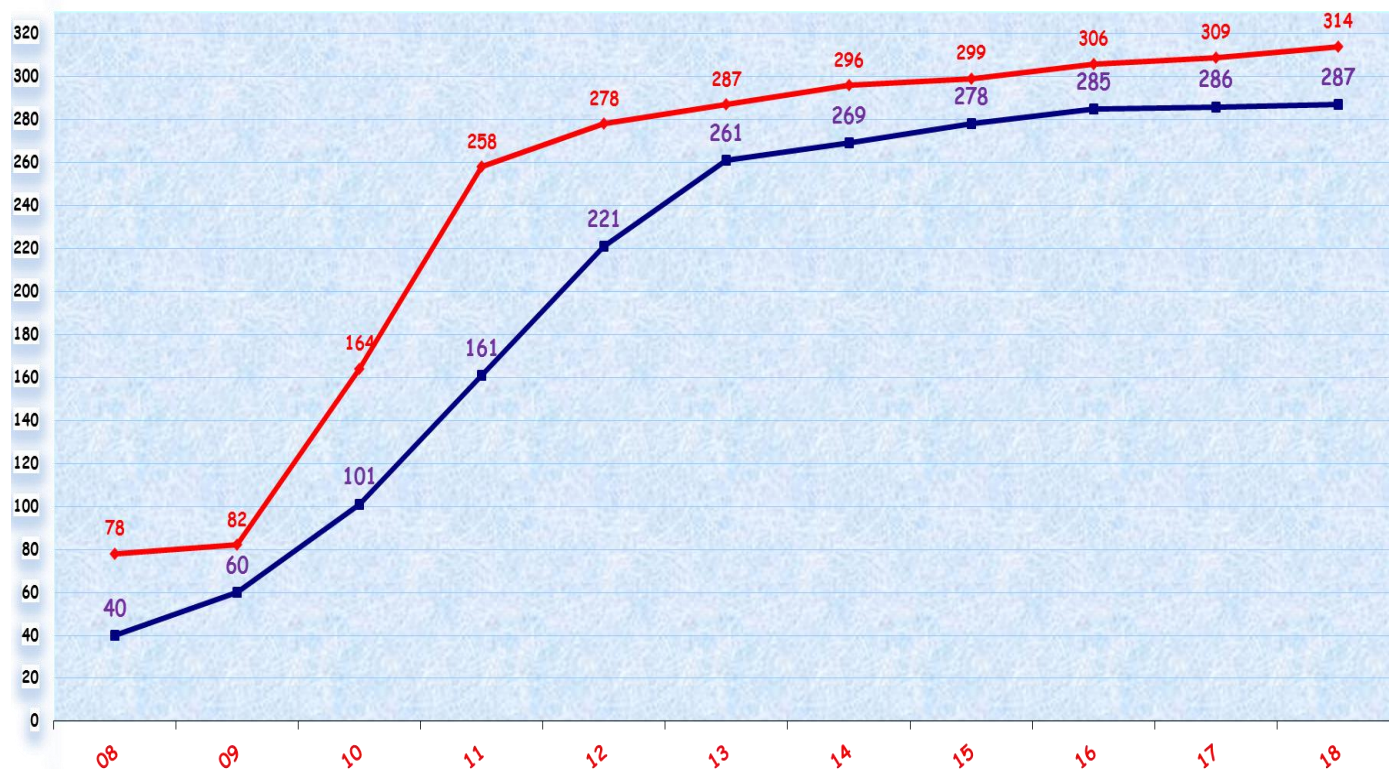


Figure 11 : Suivi des anomalies des machines ERCA

Grâce au nettoyage initial et à l'implication de tous les services de l'usine, on a pu supprimer la majeure partie des dysfonctionnements.

Le taux de traitement des étiquettes correspond au pourcentage des activités accomplies par rapport aux activités saisies dans le registre des étiquettes. Cet indicateur est égal aux étiquettes résolues par rapport aux étiquettes émises.

$$\text{Taux de traitement des anomalies} = \frac{\text{Nombre d'étiquettes résolues}}{\text{Nombre d'étiquettes émises}} = \frac{287}{314} = 91\%$$

Dans notre cas, cet indicateur est égal à **91%**. Ce qui signifie que la majorité des anomalies ont été traitées.

Le projet GA/5S a impliqué tous les services centrés sur la production. La figure suivante représente le taux de traitement des anomalies par service :

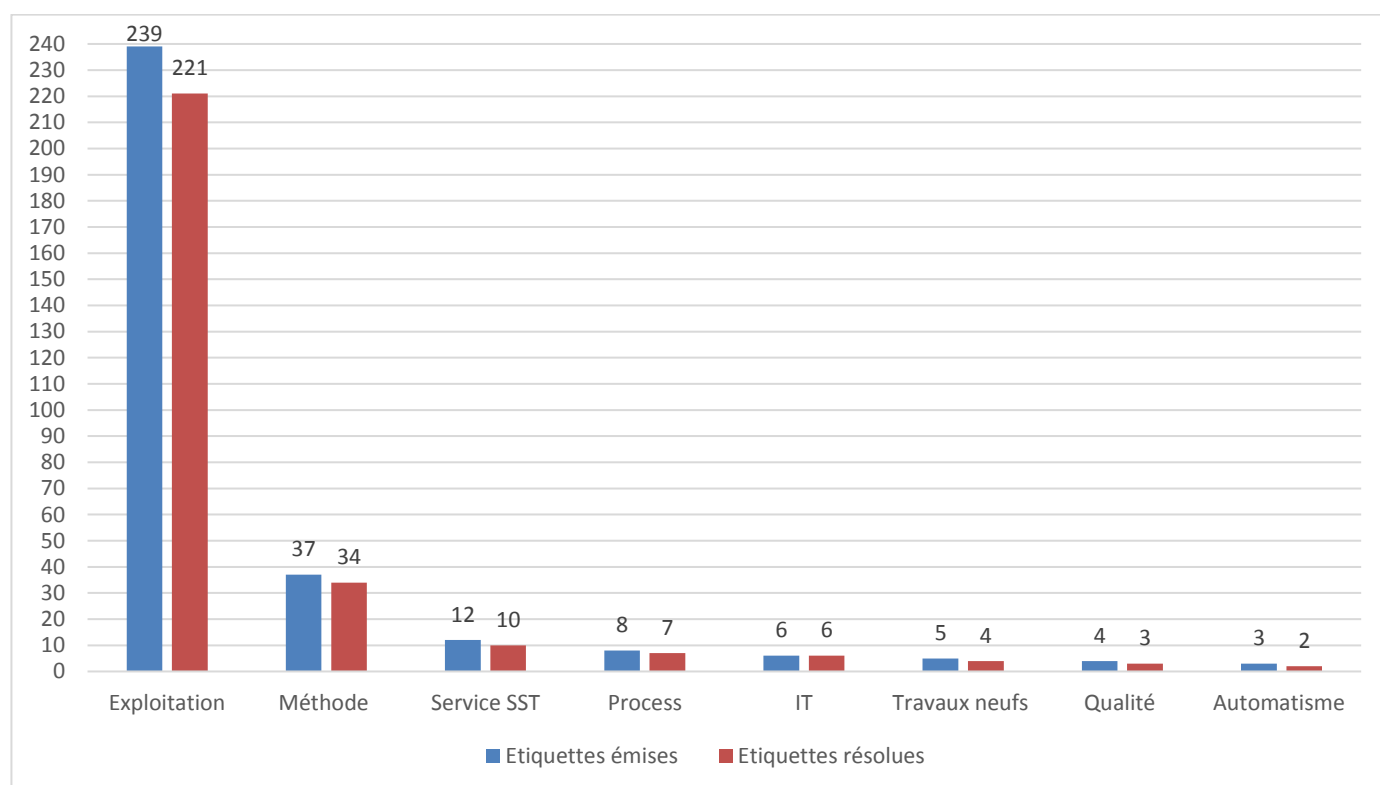


Figure 12 : Taux de traitement des étiquettes par service

D'après la figure 12, on remarque que la majorité des étiquettes émises ont été résolues par les différents services concernés, sauf pour quelques anomalies qui demandent un investissement important et d'autres qui demandent plus le temps.

2) Indicateur AT :

L'intérêt de cet indicateur est d'inciter les opérateurs à respecter les mesures de sécurité afin d'éviter les accidents du travail. C'est un suivi du nombre d'accidents de travail avec arrêt dans l'atelier ERCA. La figure suivante représente ce suivi du nombre d'AT durant la période du projet :

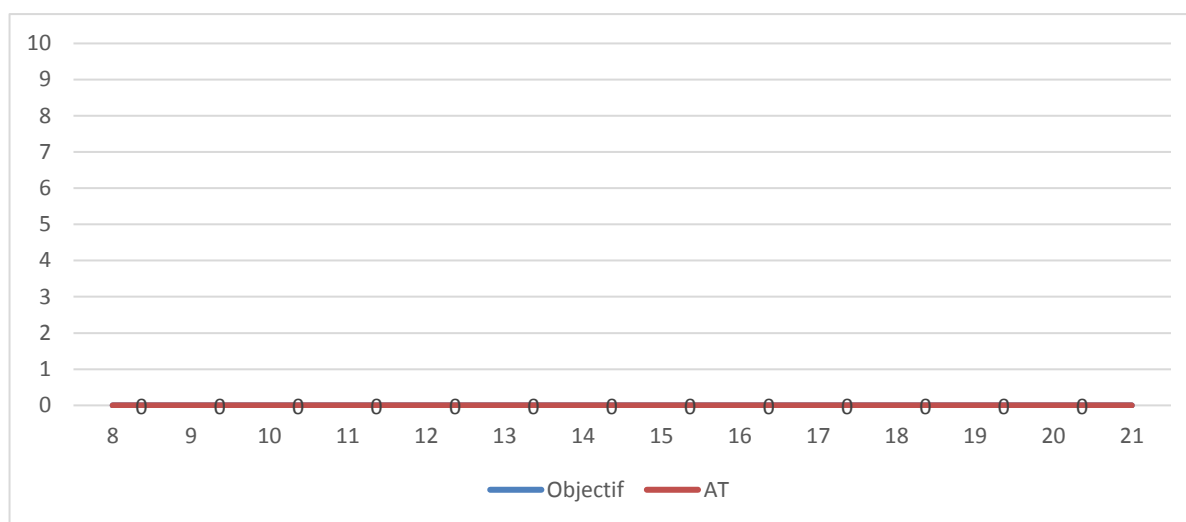


Figure 13 : Suivi des accidents de travail

Pendant ce projet, on a pu atteindre 0 accident de travail, grâce à l'engagement de toute l'équipe à travers le respect des consignes de sécurité, le port des EPI, et le fait de signaler tout danger ou presque accident observé.

A côté de cet affichage était également affichée une fiche explicative du dernier accident de travail de l'usine, où on trouvera l'explication des causes de l'AT et les précautions à mettre en place pour éviter que cet AT ne se répète pas dans l'usine.

3) Suivi de l'évolution du TRS :

Le TRS restitue une vision simple, qui englobe tous les paramètres affectant le rendement de la machine selon le triptyque disponibilité, performance et qualité.

Le déploiement de ce projet a permis de réduire considérablement les pertes de temps dus aux pannes, et par conséquent une augmentation de la performance des machines. En effet, l'application et le maintien des standards, ainsi que la formation des opérateurs ont permis de gagner plusieurs points de TRS. Le graphe de la figure 14 permet de suivre l'évolution du TRS. Rappelons que l'objectif a été fixé à 72% :

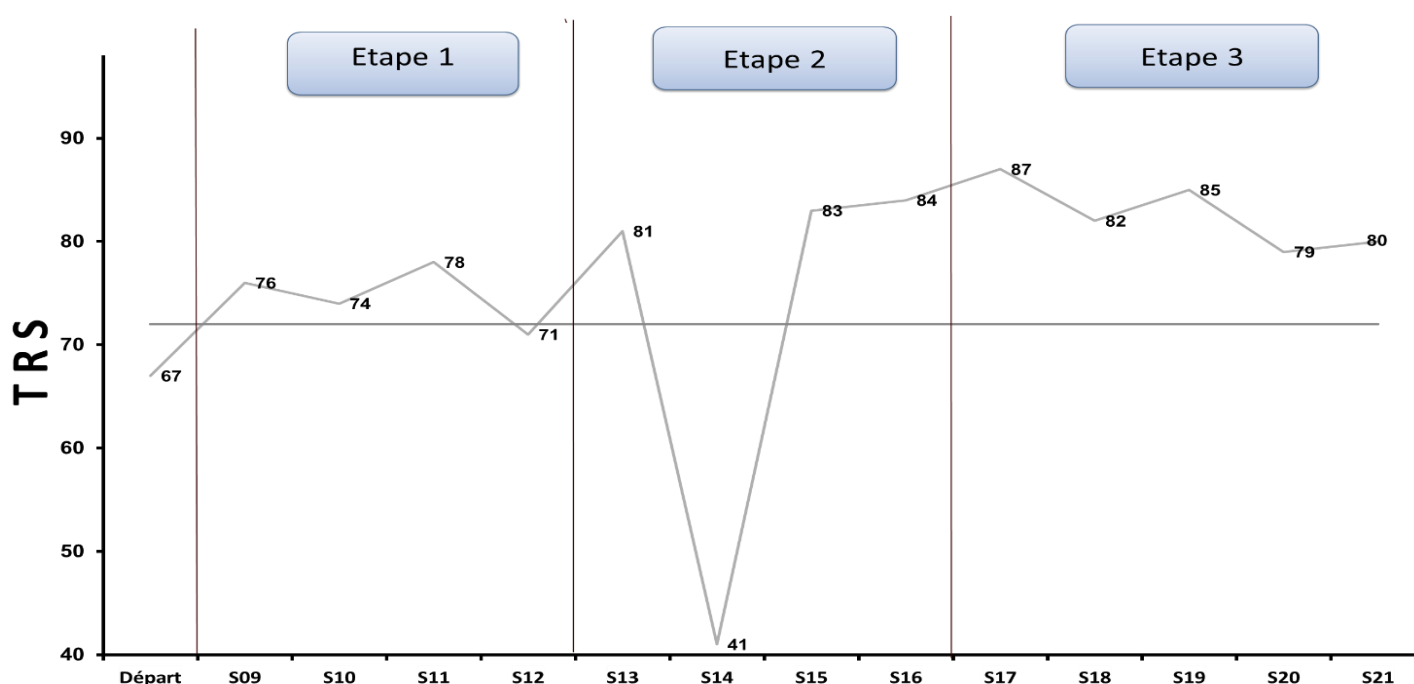


Figure 14 : Suivi de l'évolution du TRS du Mars, Avril, Mai

Au cours du déploiement du projet, une amélioration remarquable est représentée dans le graphe du mois de Mars, Avril et Mai. En effet, les valeurs du TRS sont très rapprochées et varient entre 71% et 87%. La courbe donc met en valeur une nette amélioration du rendement des machines ERCA, d'où l'intérêt de la gestion autonome vis-à-vis de la performance de cet atelier. Ce résultat nous semble très satisfaisant, car cela est largement supérieur à l'objectif qui est de 72%.

On remarque aussi que le TRS chute à une valeur loin de l'objectif à la semaine 14, suite à des problèmes en aval du conditionnement (saturation de la chambre froide).

CONCLUSION

Le souci de l'atelier ERCA était la maximisation de la productivité pour couvrir le besoin du marché. Le diagnostic m'a permis de conclure que la cause majeure des arrêts sont les pannes, d'où la nécessité de mettre en place une démarche d'amélioration continue afin d'augmenter la disponibilité des machines de conditionnement des yaourts.

Dans cette optique, le but de mon stage au sein de Safilait était le déploiement de la démarche 5S et de la gestion autonome (ou l'auto-maintenance), cette dernière est une composante importante de la Total Productive Maintenance (TPM). Cette démarche a permis de maîtriser, maintenir et améliorer la performance industrielle de l'atelier ERCA.

A l'issue de ce stage, les objectifs qu'on avait fixé au départ ont été atteints. L'implication de toute l'équipe projet m'ont aidé à l'obtention de ces résultats, même si nous avons été confrontés à plusieurs contraintes. Nous avons pu résoudre des problèmes qui gênaient la production depuis longtemps, que les chefs d'équipes ne pensaient pas qu'il serait possible de trouver une solution dans le court terme.

Pendant mon stage, j'ai pu aussi communiquer beaucoup avec la responsable performance industrielle, les chefs d'équipe et les techniciens conducteurs. J'ai beaucoup analysé leurs comportements et leurs façons de travailler et cela m'a permis d'élargir mes connaissances en gestion et en management du personnel. La mise en place de ce projet d'amélioration continue m'a permis aussi de comprendre que si la partie technique est très importante pour la pérennité d'une usine, le bon management l'est également.

Le résultat de ce projet fût assez concluant. Toutefois en combinant l'appui de mes connaissances ainsi qu'avec la collaboration de l'équipe projet, nous avons pu aboutir à un résultat très satisfaisant. Ce projet nous a permis de générer des gains financiers importantes à travers la diminution du temps d'arrêt des machines. La résolution au quotidien des problèmes via l'instauration des plans d'action pendant ces 5 mois a permis de :

- Augmenter le TRS de 68 % à 76,6 % ;
- Prévenir les accidents du travail ;
- Augmenter l'autonomie des opérateurs dans la maîtrise de leurs machines ;

Finalement, en guise de perspective je propose de :

- Déployer le projet GA/5S pour les autres ateliers de l'usine.
- Déployer les autres piliers de la TPM.
- Mettre en place la SMED dans l'atelier ERCA afin réduire le temps des changements de série.

Références bibliographiques :

- [1] – Catalogue de la machine ERCA EF-320L. Safilait-Groupe Bel.
- [2] – HOHMANN C. Guide pratique des 5S et du management visuel pour les managers et les encadrants. 2^e édition 2010.
- [3] – BUFFERNE J. Guide de la TPM - Total Productive Maintenance. Éditions d'organisation. Paris. 2006.

Références webographiques :

[HTTP://WWW.SAFILAIT.MA/PRESENTATION.HTML](http://www.safilait.ma/presentation.html)

[HTTPS://WWW.GROUPE-BEL.COM/FR](https://www.groupe-bel.com/fr)

[HTTP://FLCONSULTANTS.FR/LEAN-MANUFACTURING/5S](http://flconsultants.fr/lean-manufacturing/5s)

[HTTP://FLCONSULTANTS.FR/LEAN-MANUFACTURING/TRS-TAUX-DE-RENDEMENT-SYNTHETIQUE/](http://flconsultants.fr/lean-manufacturing/trs-taux-de-rendement-synthetique/)

Annexe n°1 : Planning du projet

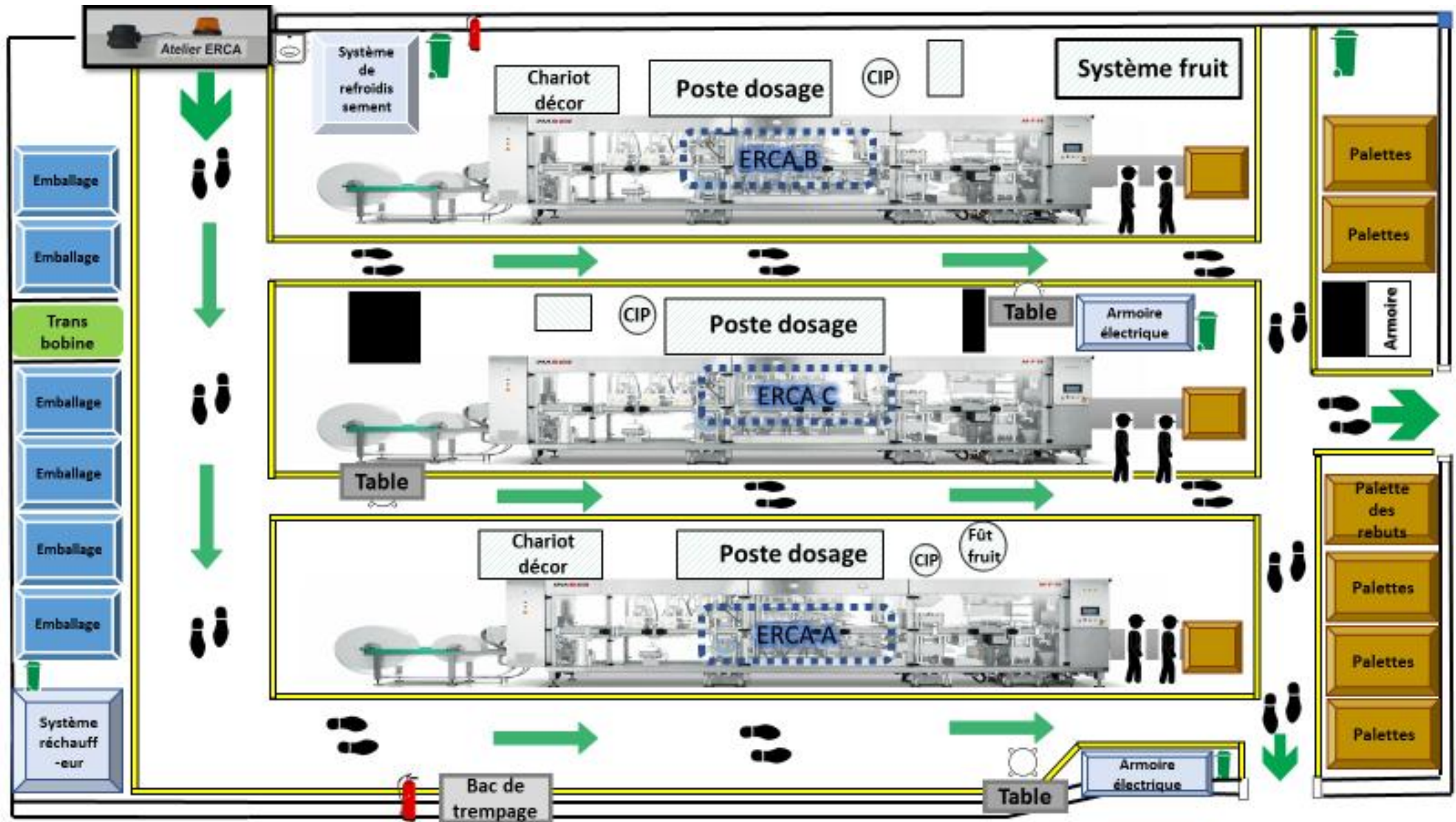
	Actions planifiées
	Actions réalisées
	Actions retardées

Etapes du parcours GA		FEVRIER	MARS					AVRIL				MAI			
		S09	S10	S11	S12	S13	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	
1	Nettoyage Initial														
	Formation sur la méthodologie de l'étape '1'														
	Préparer, planifier et effectuer le nettoyage initial														
	Application des standards existants														
	Eliminer les étiquettes et mettre à jour le standard														
2	Elimination des sources de salissures et les zones difficiles à nettoyer et inspecter														
	Formation sur la méthodologie de l'étape '2'														
	Analyser les sources de salissures et les zones difficiles à nettoyer														
	Introduire les solutions, mettre à jour le standard de nettoyage, suivi des résultats														
	Améliorer les zones difficiles à inspecter														
3	Créer et maintenir les standards de nettoyage de lubrification et d'ispection														
	Formation sur la méthodologie de l'étape '3'														
	Etudier et simplifier le système de lubrification et de serrage et créer un système de lubrification-serrage visible														
	Introduire un programme de lubrification et former les opérateurs ,créer le standard de serrage et former les opérateurs														
	Réunion de clôture														

Annexe n°2 : Liste des objets atelier ERCA

Objets à garder	Qté	Objets à réparer	Qté	Objets à éliminer	Qté		
Trans bobine de PS	1	Support bobine PS	2	Armoire inox	1		
Support bobine papier décor	3	Boîte des caractères du datage	3	Moules d'anciens formats	5		
Balance	2	Les poubelles	5	Caisses à outils	6		
Bidon de lubrification	2	Tuyau enrouleur	1	Caisses des chaussettes et membranes usées	2		
Les tables (bureaux)	3	Flexible d'air comprimé soufflage	1	TOTAL	14		
Les chaises	4	Ionisateur ERCA 'C'	1				
Les escabots	2	Tuyau de nettoyage ERCA 'A'	1				
La petite cuve des déchets de découpe	6	TOTAL	14				
La petite cuve de trempage outils machine	2						
Le moule utile pour l'autre format (60g)	1						
Clé des raccords	1						
Les suivis d'enregistrement (TRS, emballages...)	12						
Le prise d'air pour les tanks de fruit	1						
Les tables de sortie machines	3						
TOTAL	43						

Annexe n°3 : Traçage de l'atelier ERCA



Annexe n°4 : Matrice de formation interne

Formation Nom		Formation sur les machines ERCA	Formation de lancement GA	Méthotodologie étape 1	Système d'étiquetage	Méthotodologie étape 2	5 pourquoi	Méthotodologie étape 3	standards NILS
ZIDOUH	date formation	30/01/2019	13/02/2019	20/02/2019	21/02/2019	13/03/2019	20/03/2019	03/04/2019	10/04/2019
	actuel	4	4	3	5	3	3	3	5
	objectif	4	4	3	5	3	4	3	5
REFFAS	date formation	30/01/2019	13/02/2019	20/02/2019	21/02/2019	13/03/2019	20/03/2019	03/04/2019	10/04/2019
	actuel	4	4	2	5	3	4	3	4
	objectif	4	4	3	5	3	4	3	5
CHIHAB	date formation	30/01/2019	13/02/2019	20/02/2019	21/02/2019	13/03/2019	20/03/2019	03/04/2019	10/04/2019
	actuel	3	4	3	5	3	4	3	5
	objectif	4	4	3	5	3	4	3	5
KHALFI	date formation	30/01/2019	13/02/2019	20/02/2019	21/02/2019	13/03/2019	20/03/2019	03/04/2019	10/04/2019
	actuel	4	4	3	5	3	4	3	5
	objectif	4	4	3	5	3	4	3	5
EZZALAGHI	date formation	30/01/2019	13/02/2019	20/02/2019	21/02/2019	13/03/2019	20/03/2019	03/04/2019	10/04/2019
	actuel	4	4	3	3	3	4	2	5
	objectif	4	4	3	5	3	4	3	5
AIT OUADDAR	date formation	30/01/2019	13/02/2019	20/02/2019	21/02/2019	13/03/2019	20/03/2019	03/04/2019	10/04/2019
	actuel	4	4	3	5	2	4	3	5
	objectif	4	4	3	5	3	4	3	5
MAAZOUZ	date formation	30/01/2019	13/02/2019	20/02/2019	21/02/2019	13/03/2019	20/03/2019	03/04/2019	10/04/2019
	actuel	4	4	4	5	3	4	3	4
	objectif	5	4	4	5	3	4	3	5
BAISSA	date formation	30/01/2019	13/02/2019	20/02/2019	21/02/2019	13/03/2019	20/03/2019	03/04/2019	10/04/2019
	actuel	5	4	4	5	3	1	3	5
	objectif	5	4	4	5	3	4	3	5
ASSAD	date formation	30/01/2019	13/02/2019	20/02/2019	21/02/2019	13/03/2019	20/03/2019	03/04/2019	10/04/2019
	actuel	5	4	4	5	5	4	3	5
	objectif	5	4	4	5	3	4	3	5

Niveau de connaissances	1	2	3	4	5
	Ne connaît pas la théorie	Connaît la théorie	En mesure de l'appliquer dans des conditions standards	En mesure de l'appliquer dans des conditions non standards	En mesure de l'enseigner

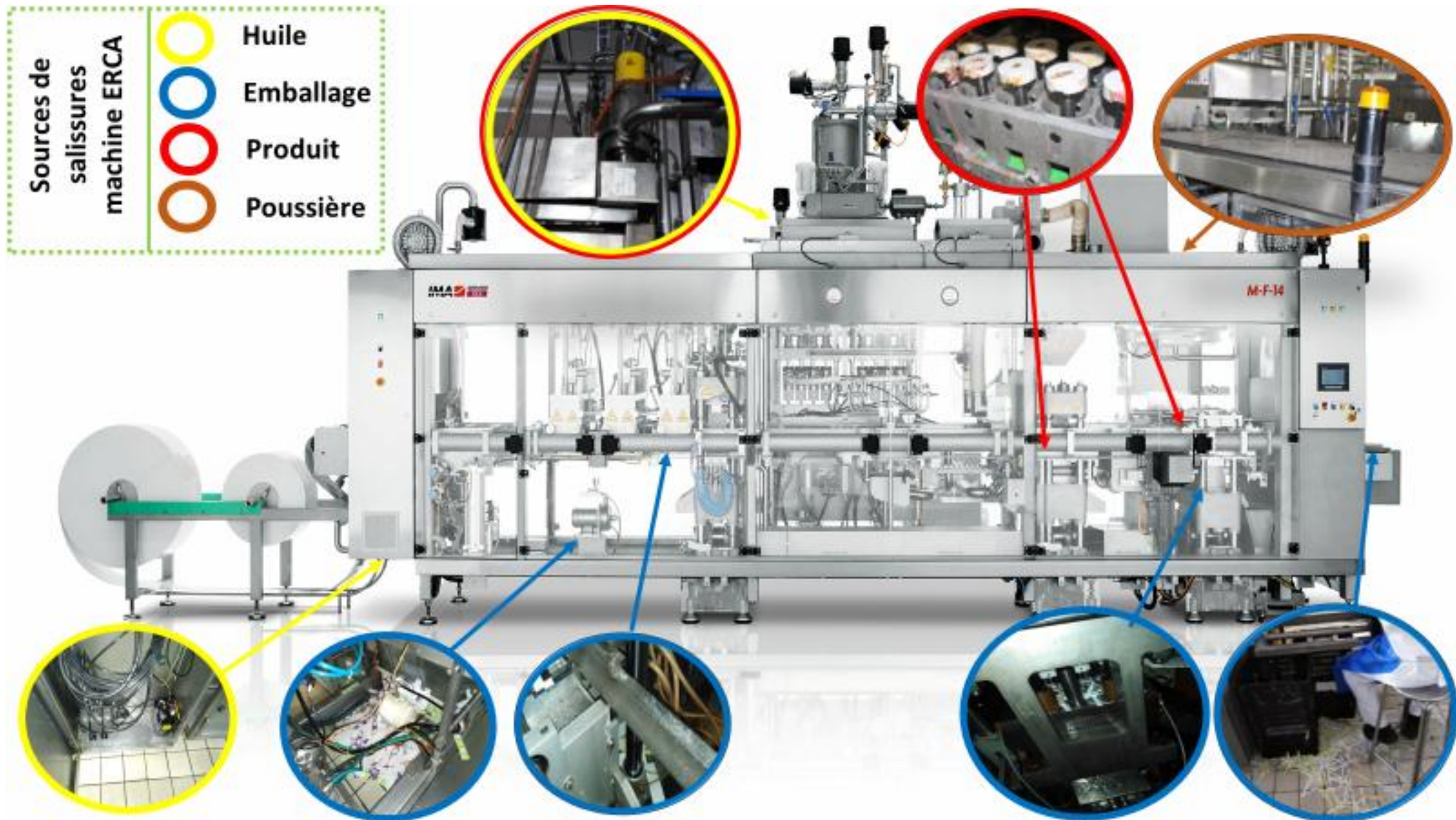
Annexe n°5 : Extrait du registre des étiquettes

Etiquette N°	Enregistré par	Anomalie	Machine	Service concerné	Date d'émission	Solution immédiate	Responsable	Date d'élimin.		Sécurité
								Prévue	Effect.	
234	Khalfi	Pb de réarmement porte sécurité machine	ERCA A	Exploitation	21-avr	Réglage de la position capteurs de sécurité portes de BDC	YOUSSEF KHALFI	21-avr	21-avr	
235	Ezzalaghi	Pb pompe injection fruit	ERCA A	Maintenance centrale	21-avr	Réglage du capteur de niveau des pistons de la pompe	Maintenance centrale	20-avr	21-avr	
236	Ait ouaddar	Pb au niveau du formage	ERCA A	Exploitation	22-avr	Réglage de la température de la BDC	CHIHAB ABDERAHIM	22-avr	22-avr	
237	Chihab	Pb réarmement de sécurité machine	ERCA A	Exploitation	22-avr	Fixation des aimants	CHIHAB ABDERAHIM	22-avr	22-avr	
238	Wassim	Fissure au niveau du bac de récupération (d'amorçage) poste dosage	ERCA A	Exploitation	26-avr	Soudure du bac de récupération	ASSAD ABDERRAHIM	30-avr	02-mai	
239	Wassim	Pb de sécurité du guide poste dosage	ERCA A	SST	28-avr	Soudure du guide	BERHNICHE YASSINE	28-avr	28-avr	OUI
240	Wassim	Plexiglas porte doseur (côté opposé du pilote) cassé	ERCA B	SST	06-mai	Changement du plexiglas	BERHNICHE YASSINE	15-mai	20-mai	OUI
241	Zidouh	PS sort de la chaîne	ERCA B	Exploitation	08-mai	Réglage position rampe d'ouverture pinces + Réglage table entrée PS	ZIDOUH EL MAHDI	08-mai	08-mai	
242	Reffas	Pb variation de poids	ERCA C	Exploitation	09-mai	Réglage pression d'air membrane de sortie + réglage manuel de chaque piston	REFFAS MOHAMED	09-mai	09-mai	
243	Chihab	Problème pompe fruit	ERCA A	Production	10-mai	Réglage des capteurs de niveaux de la pompe fruit	CHIHAB ABDERAHIM	10-mai	10-mai	
244	Chihab	Transbobine PS non fonctionnelle	ERCA A+B+C	Méthodes	11-mai	Changement du moteur de la transbobine	AHMED ANAIBER	12-mai	17-mai	OUI

Annexe n°6 : Matrice de priorité des anomalies

Impact élevé	A	89	B2	143
Impact faible	B1	55	C	24
	Facile à résoudre		Difficile à résoudre	

Annexe n°7 : Cartographie des sources de salissures




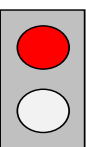

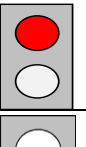

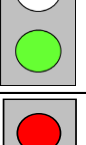

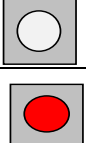

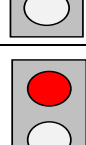

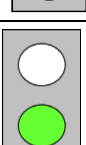

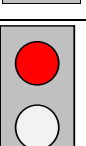

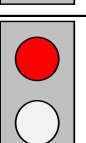


Annexe n°8 : 5P source de salissures 'Produit'

Problème	Causes potentielles										5M	Actions	
	Pourquoi (1)	Contrôle	Pourquoi (2)	Contrôle	Pourquoi (3)	Contrôle	Pourquoi (4)	Contrôle	Pourquoi (5)	Contrôle		ACTION PREVENTIVE	ACTION CORRECTIVE
Présence du produit au niveau de la découpe (ERCA A+B)	1 - Ecrasement des pots sous la découpe	OK	Bourrage des déchets dans les deux guides des dévitisseurs	OK	Mauvaise découpe	OK	Mauvaise état des couteaux	OK	Mauvaise réglage	→	Main d'œuvre		Former les TC sur la méthode de changement des couteaux
			Bourrage raccord PS	OK	Mauvaise rabotage PS	OK	Le rabotage se fait au cours de la production			→	Méthode		Elaborer la méthode de rabotage PS
ERCA C	Ecrasement des pots sous la découpe et la soudure	OK	Déclage du pas	OK	Défaut tirage chaîne	OK	Blocage de la chaîne			→	Machine		Application des standards NILS
Présence du produit au niveau de la chaîne	Ecrasement des pots sous la découpe et la soudure	OK	Sortie PS de la chaîne	OK	Pb d'ouverture des pinces	OK	Mauvaise état des pinces et des ressorts	OK	Manque PMP	→	Méthode		
							Mauvaise état des rampes d'entrée	OK	Manque PMP	→	Méthode		

Annexe n°9 : Plan d'actions 5P

Date	Analyse 5P	Actions		Responsable	Délai	Réalisation
		Correctives	Préventives			
28/02/2019	Décalage spot décor 'ERCA B'	<ul style="list-style-type: none"> -Serrage des visseries -Changer la photocellule 	<ul style="list-style-type: none"> - Créer un standard d'inspection et de serrage -Mise en place d'un standard des paramètres -Voir la disponibilité des PDR 	Ahmed ANAIBER	14/03/2019	OK
22/04/2019	Glissade de la bande tweety "ERCA B"	<ul style="list-style-type: none"> - Changer le centreur bobine par celui d'ERCA 'D' - Réglage hauteur chariot - Alignement d'axe 	<ul style="list-style-type: none"> - Demander le centreur bobine pour ERCA 'B' - Réalisation du PMP 	Imad ESSADIKI	03/05/2019	OK
08/05/2019	Source de salissure "Huile"	<ul style="list-style-type: none"> - Voir le PMP machine - Vérification du chemin de câble - Former les TC sur le M.O d'alimentation d'huile -Renouveler silicone sur bâti machine -Révision du système graisseur 	<ul style="list-style-type: none"> - Changer le réservoir -Rangement des flexibles 	Abderrahim ASSAD	17/05/2019	OK
08/05/2019	Source de salissure "Produit"	<ul style="list-style-type: none"> - Former les TC sur la méthode de changement des couteaux de la découpe - Elaborer la méthode de rabotage PS - Application des standards NILS 	-	Adil MONSIR	21/06/2019	En cours
08/05/2019	Source de salissure "Emballage"	<ul style="list-style-type: none"> - Accompagnement des techniciens conducteurs - Elimination des fuites et application des standards 	<ul style="list-style-type: none"> - Planifier une formation de compétence avec RH 	Abdelali BAISSA	04/07/2021	En cours
15/05/2019	Bruit anormal au niveau de la presse formage ERCA "A"	<ul style="list-style-type: none"> - Changement des flexibles et raccords - Emprunt de la pompe de l'atelier extrusion -Emprunt de la graisse de l'ELOPAK - Changement du joint d'amortissement 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect du PMP - Commander une pompe de graissage - Remplir la fiche de rupture - Voir le PMP 	Ahmed ANAIBER	30/05/2019	OK

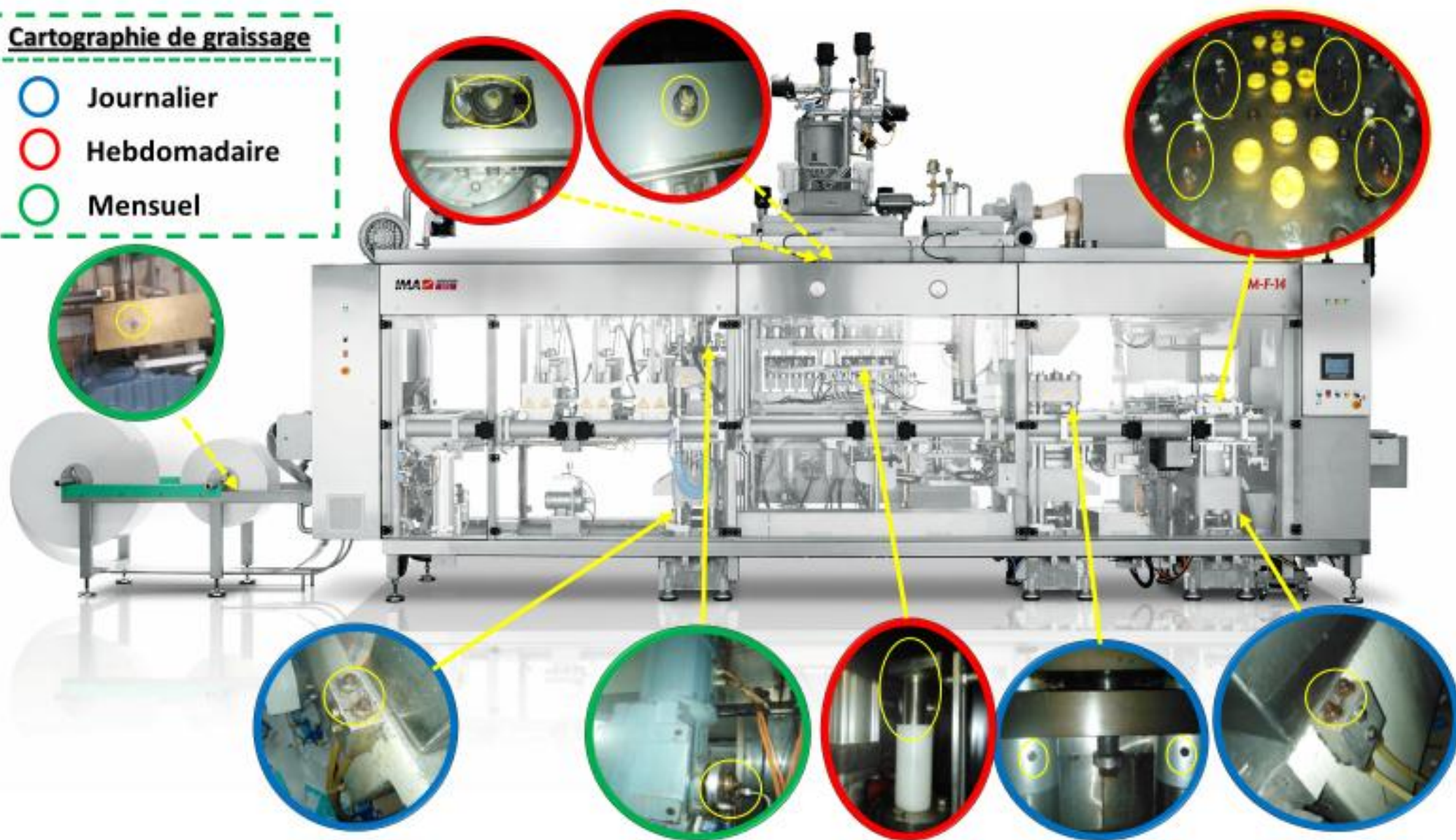
Annexe n°10 : Extrait des standards NILS

Aide visuelle		Standard	Instruments / Comment ?	EPI	Qui	Quand	Etat machine	temps (mn)	Equipe
I1		Vérifier l'état des lampes, sécurité des portes, propreté de la machine	Visuellement	Toutes les EPI	conducteur	hebdo		5min	M
									AM
									N
I3		Vérifier le circuit de refroidissement, et détartre si besoin	Visuellement	Toutes les EPI	conducteur	hebdo		10min	M
									AM
									N
I4		Vérifier le circuit de vide et les électrovannes.	Visuellement	Toutes les EPI	conducteur	hebdo		4min	M
									AM
									N
N1		Nettoyer le moule et les fonds de moule.	Chiffon propre	Toutes les EPI	conducteur + opérateur	hebdo		7min	M
									AM
									N
N2		Nettoyer l'électrode avec une brosse métallique à poil en laiton	Brosse métallique	Toutes les EPI	conducteur + opérateur	hebdo		3min	M
									AM
									N
N3		Essuyage avec chiffon propre des lentilles de la cellule opercule	Chiffon propre	Toutes les EPI	conducteur + opérateur	hebdo		1min	M
									AM
									N
L1		Graissage de galet came	Pompe de graissage	Toutes les EPI	conducteur	hebdo		8min	M
									AM
									N
L2		Graissage des roulements du chariot décor	pompe de graissage	Toutes les EPI	conducteur	hebdo		4min	M
									AM
									N
S1		Serrage de la partie doseur	Clés à mollet + Clé raccord	Toutes les EPI	conducteur	hebdo		9min	M
									AM
									N

Annexe n°11 : Cartographie de graissage

Cartographie de graissage

- Journalier
- Hebdomadaire
- Mensuel



**Filière Ingénieurs IAA**

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'Etat

Nom et prénom : ABOUHARIA Wassim.

Année universitaire : 2018/2019.

Titre : Mise en place d'un Îlot Autonome de Production (IAP) dans l'atelier ERCA.

Résumé

Dans le but de conserver sa position, et de maintenir ses parts de marché face à la concurrence accrue, Safilait vise l'obtention du rendement maximal de ses équipements tout en diminuant les coûts. Ce système s'inscrit dans la philosophie de l'amélioration continue.

Une machine peut fonctionner jusqu'à ce qu'une panne apparaisse, ou jusqu'à ce qu'une intervention de maintenance soit prévue. Le service de maintenance est ensuite en charge de contrôler, gérer et réparer cette panne. Néanmoins, dans le cas de la gestion autonome, les opérateurs peuvent effectuer directement des tâches de maintenance simples (graissage, resserrage, nettoyage et inspection) afin de prévenir les arrêts et de réagir rapidement si certains indicateurs atteignent un niveau critique.

Ce mémoire traite la stratégie d'implantation d'un pilier de la maintenance productive totale (TPM) à l'intérieur de l'usine Safilait. La TPM est une démarche d'amélioration continue qui vise le « 0 » pertes avec l'efficacité et l'efficacité du système de production.

Le présent projet a pour objectifs, la maîtrise et l'amélioration de la performance industrielle de l'atelier ERCA via le déploiement de la démarche 5S et d'un pilier de la TPM. Sachant que la démarche 5S vise à standardiser les actions de travail, et à créer des endroits de travail propres et rangés.

Le déploiement de la gestion autonome a débuté par le choix d'un atelier de production pilote c'est-à-dire l'atelier ERCA. Cet atelier est sélectionné pour son caractère démonstratif ainsi que son personnel motivé et volontaire.

Elle a été nécessaire au début de procéder à un diagnostic de la problématique, puis le déploiement de la gestion autonome, comme étant l'outil qui répond aux besoins de l'atelier ERCA. Puis, une analyse des indicateurs mis en place, cette analyse permet de voir à quel point la démarche utilisée a été réussie.

Ce projet nous a permis de générer des gains financiers importantes à travers la diminution du temps d'arrêt des machines.

Mots clés : ERCA, Gestion autonome, 5S, TPM, TRS, Pareto, 5P, amélioration continue, performance industrielle.