



Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

Optimisation des performances d'une ligne de production à la suite d'une rénovation de produit

Kit de coloration OLIA

Mémoire présenté par :

Marie-Alix ARNOULD

Pour l'obtention du diplôme de :

Master - Ingénieur commercial

Année académique 2021-2022

Promoteur :

François GRISAY

Haute Ecole

« ICHEC – ECAM – ISFSC »



Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

Optimisation des performances d'une ligne de production à la suite d'une rénovation de produit

Kit de coloration OLIA

Mémoire présenté par :

Marie-Alix ARNOULD

Pour l'obtention du diplôme de :

Master - Ingénieur commercial

Année académique 2021-2022

Promoteur :

François GRISAY

Remerciements

Je tiens à dédier ces remerciements à un ensemble de personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce projet.

Un grand merci à...

... François Grisay, mon promoteur et professeur de Supply Chain Management à l'ICHEC Brussels Management School, pour son écoute attentive et ses retours constructifs au regard de ma gestion de projet ;

... Anthony Nève, Senior Operations Consultant au sein de PwC Belgique, pour son expérience, ses nombreux conseils et la disponibilité dont il a fait preuve tout au long de mon stage ;

... Ma maître de stage, Laura Kemkem, manager de la performance au sein de l'usine L'Oréal de Libramont, pour m'avoir permis de réaliser ma première expérience professionnelle au sein de ce géant de la cosmétique que j'affectionne particulièrement, pour son dynamisme, son inspiration et sa bienveillance au quotidien qui m'ont élevé tant au niveau professionnel que personnel ;

... Jefferson Englebert, relais technique à l'usine, pour ses nombreuses heures passées à m'expliquer le contexte technique lié à la ligne de production et la bienveillance à mon égard ;

... L'ensemble du personnel lié de près ou de loin à la ligne de production 45, pour m'avoir fait confiance, pour avoir toujours fait preuve d'ouverture et de patience à mon égard ;

... Ma famille et plus particulièrement ma maman, Marie-France Avril, pour la relecture attentive de mon mémoire, ainsi que pour m'avoir toujours soutenue et accompagnée tout au long de mon stage.

Engagement anti-plagiat

« Je soussignée, ARNOULD, Marie-Alix, élève en Master 2, déclare par la présente que le Mémoire ci-joint est exempt de tout plagiat et respecte en tous points le règlement des études en matière d'emprunts, de citations et d'exploitation de sources diverses signé lors de mon inscription à l'ICHEC, ainsi que les instructions et consignes concernant les notes en bas de page, bibliographie respectant la norme APA, etc. mises à ma disposition sur Moodle.

Sur l'honneur, je certifie avoir pris connaissance des documents précités et que le Mémoire présenté est original et exempt de tout emprunt à un tiers non- cité correctement. »

Dans le cadre de ce dépôt en ligne, la signature consiste en l'introduction du mémoire via la plateforme ICHEC-Student.

Date

Le 15 août 2022,

Signature

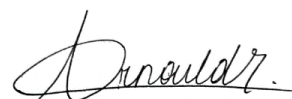
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Arnould' with a flourish at the end.

Table des matières

Introduction.....	1
Chapitre 1 : Contextualisation du projet	4
1.1 Environnement	4
1.1.1 Groupe L'Oréal.....	4
1.1.2 L'usine L'Oréal de Libramont-Chevigny	7
1.2 Description du projet.....	8
1.2.1 Problème posé par l'entreprise	8
1.2.2 But et objectif du projet	9
1.2.3 Acteurs du projet.....	11
1.2.4 Contraintes	12
1.2.5 Opportunités	13
Chapitre 2 : Contexte théorique.....	15
2.1 Lean Management.....	15
2.2 Taux de Rendement Synthétique	19
2.2.1 Définition.....	19
2.2.2 Calcul	20
2.2 Récupération et priorisation de problème	23
2.2.1 Technique de relevé par bâtonnage.....	23
2.2.2 Chrono-analyse	24
2.2.3 Diagramme de Pareto	25
2.2.4. Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC).....	26
2.3 Résolution de problèmes.....	26
2.3.1 Méthodologie.....	26
2.3.2 Outils d'aide à la résolution de problème	28
Chapitre 3 : Mise en œuvre du projet	34
3.1 PHASE RAMP UP	34
3.2 PHASE POST RAMP-UP.....	36
3.2.1 Collecte et analyse des données	37
3.2.2 Mise en place de la méthodologie de résolution de problème	45
3.2.3 Mesure d'efficacité des actions mises en place	70
Chapitre 4 : Mise en perspective du projet	73
4.1 Influence du TRS sur le coût de production lié à la MOS	73
4.2 Stabilité du rendement dans le temps au moyen du management visuel	78
Conclusion	84
Bibliographie.....	86

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
KPI	Key Performance Indicator
MOS	Main d'Œuvre Spécifique
OPI	Operationnal Performance Indicator
PDCA	Plan (Planifier), Do (Développer), Check (Contrôler), Act (Améliorer)
QQOQCCP	Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Combien, Pourquoi
TPS	Toyota Production System
TRS	Taux de Rendement Synthétique
UP1	Unité de Production 1
5M	Matériel, Milieu, Méthodes, Main d'œuvre, Matière

Liste des figures et tableaux

Figures :

Figure 1 : Photographie aérienne par drone de l'usine L'Oréal de Libramont-Chevigny	7
Figure 2 : Composition d'un kit de coloration de la gamme Olia avant et après rénovation de la ligne de production	8
Figure 3 : Décomposition du TRS	20
Figure 4 : Exemple de bâtonnage dans un atelier d'électronique	24
Figure 5 : Représentation du diagramme d'Ishikawa	30
Figure 6 : Représentation de la structure de l'arbre des causes	32
Figure 7 : Graphique représentant l'évolution quotidienne du TRS au cours du mois de février 2022	35
Figure 8 : Graphique représentant l'évolution quotidienne du TRS au cours du mois de mars 2022	35
Figure 9 : Répartition des machines en fonction de la durée des arrêts en minute et de la perte de TRS associée – Semaine 8	38
Figure 10 : Répartition des machines en fonction de la durée des arrêts en minute et de la perte de TRS associée – Semaine 9	39
Figure 11 : Répartition des machines en fonction de la durée des arrêts en minute et de la perte de TRS associée – Semaine 10	40
Figure 12 : Répartition des machines en fonction de la durée des arrêts en minute et de la perte de TRS associée – Semaine 11	42
Figure 13 : Répartition des machines en fonction de la durée des arrêts en minute et de la perte de TRS associée – Avril 2022	43
Figure 14 : Capture d'écran de l'interface du logiciel S.P.I.	45
Figure 15 : Vue d'ensemble de l'étiqueteuse oxydant et agrandissement au niveau de la tête d'étiquetage	46
Figure 16 : Photo du problème causé par l'enrouleur	47
Figure 17 : Diagramme d'Ishikawa relatif à la casse du support d'étiquettes	49
Figure 18 : Photos des visuels placés sur la machine représentant le bon placement du rouleau d'étiquettes au niveau des deux dérouleurs	54
Figure 19 : Photo des visuels placés sur la machine représentant le bon placement du support d'étiquettes derrière la tête d'étiquetage	55
Figure 20 : Fiche d'explication du nettoyage des rouleaux figurant dans le support de maintenance des opérateurs	55
Figure 21 : Photo des points fixes non gradués de couleur rouge	56
Figure 22 : Photos des points de réglages fixés des trois compteurs	56
Figure 23 : Vue d'ensemble légendée de l'APEX	58
Figure 24 : Photo du chapelet de gants	58
Figure 25 : Photo de la fin de l'étuyeuse et d'un kit éjecté pour non-conformité	59
Figure 26 : Capture d'écran du fichier excel reprenant les VNR relatives à l'APEX	62
Figure 27 : Arbre des causes relatif à la mauvaise détection fin de cuve	65

Tableaux :

Tableau 1 : Objectifs, résultats attendus et délais de la gestion de projet _____	10
Tableau 2 : Acteurs de la gestion de projet _____	11
Tableau 3 : Récapitulatif sur la méthode de questionnement QQQCCP _____	29
Tableau 4 : Tableau explicatif des 5M _____	31
Tableau 5 : Répartition du temps d'occupation au cumul sur le mois d'avril, du lundi 4 avril 2022 au dimanche 1 ^{er} mai 2022 _____	37
Tableau 6 : Classement des machines en fonction de leur temps d'arrêt et la perte de TRS associée à ces temps d'arrêt – Semaine 8 _____	39
Tableau 7 : Classement des machines en fonction de leur temps d'arrêt et la perte de TRS associée à ces temps d'arrêt – Semaine 9 _____	40
Tableau 8 : Classement des machines en fonction de leur temps d'arrêt et la perte associée à ces temps d'arrêt – Semaine 10 _____	41
Tableau 9 : Classement des machines en fonction de leur temps d'arrêt et la perte de TRS associée à ces temps d'arrêt – Semaine 11 _____	42
Tableau 10 : Classement des machines en fonction de leur temps d'arrêt et de la perte de TRS associée à ces temps d'arrêt – Avril 2022 _____	44
Tableau 11 : Avantages et inconvénients des 2 solutions imaginées – Etiqueteuse oxydant _____	53
Tableau 12 : Evaluation de l'effort requis pour mettre les solutions en place et l'effet qui en découle _____	53
Tableau 13 : Répartition et évolution du temps d'occupation au cumul sur le mois d'avril et sur le mois de mai _____	70
Tableau 14 : Taux de pannes associé aux 3 machines étudiées, sur le mois d'avril et le mois de mai, et part de ce TRS sur chacun des problèmes étudiés _____	71
Tableau 15 : Calcul du temps de revient réel MOS sur le mois d'avril et de mai _____	74
Tableau 16 : Décomposition du TRS sur le mois d'avril et de mai _____	75
Tableau 17 : Calcul du coût de production pour 1000 unités suivant un TRS de 51,5 % (résultat Avril 2022) et un TRS hypothétique de 55 % _____	77
Tableau 18 : Calcul du coût de production pour 1000 unités suivant un TRS de 56,94 % (résultat Mai 2022) et un TRS hypothétique de 55 % _____	78

Introduction

A l'heure où le marché de la beauté est en constante évolution avec des attentes toujours plus exigeantes de la part des consommateurs, il est essentiel pour un site de production de pouvoir faire preuve de flexibilité et de réactivité.

En tant que leader mondial de l'industrie cosmétique, le groupe l'Oréal relève quotidiennement ces défis grâce à une stratégie unique visant à offrir une beauté sur mesure qui réponde aux besoins et envies de chacun, aux quatre coins du monde. Pour atteindre ces objectifs, adopter une culture *Lean* au sein de ses murs s'est révélée être indispensable afin d'être en mesure d'accompagner la croissance du groupe. L'objectif est de gagner en performance et en agilité dans son activité quotidienne tout en visant l'excellence en matière de qualité et de sécurité dans chacun de ses produits distribués à travers le monde.

C'est dans ce contexte que s'est inscrite ma gestion de projet réalisée au sein de l'usine l'Oréal de Libramont-Chevigny pour une durée de 5 mois. Cette dernière a gravité autour de la ligne de production du kit de coloration de la gamme OLIA : la ligne 45. En raison d'un changement dans la définition du produit, elle a dû subir une rénovation technique durant le mois de janvier 2022. En débutant mon stage en février 2022, il m'a alors été demandé d'assurer la montée en performance de la ligne de manière efficace afin qu'elle puisse répondre rapidement à la demande importante du marché concernant ce produit.

Le *Lean management* est une philosophie, une méthode de gestion et d'organisation qui vise, avec l'implication de l'ensemble du personnel, à accroître la performance d'un processus de production (en termes de productivité, de qualité, de délais et de coûts) en éliminant tous les gaspillages qui y sont associés tels que le temps, l'argent ou bien encore les efforts. En un mot, cela revient à produire mieux et au plus juste afin de satisfaire toujours plus le client (Mbouo,2019).

La mesure du TRS¹, exprimée en pourcent, m'a guidée tout au long de la gestion du projet. En effet, il s'agit d'un moyen efficace d'évaluer l'impact des actions mises en place en vue de réduire les différentes sources de pertes de production qui l'impactent tels que les arrêts pour cause de pannes, de changements de séries ou bien des ralentissements pour cause de micro-arrêts, ... L'objectif final de la gestion de projet était d'atteindre sur la ligne 45 un TRS cible fixé à 55 % et ce, au terme des 7 semaines qui avaient été planifiées. Cette phase d'évolution progressive du rendement, appelée phase de *ramp up*, a fait l'objet d'une méthodologie qui lui est propre pour assurer son bon déroulement.

Une fois cette phase terminée et en fonction des résultats obtenus sur la ligne de production, l'objectif requis sera soit de maintenir voire d'améliorer le rendement obtenu soit d'atteindre le

¹ TRS : Le Taux de Rendement Synthétique est « indicateur de performance destiné à suivre le taux d'utilisation des machines. Il est calculé par le rapport entre le temps utile de fonctionnement (le temps où la machine fabrique des produits de qualité conforme, à cadence maximum) et le temps d'ouverture théorique (le temps où la machine est sensée produire). » (Olivier, 2009, p.14)

plus rapidement possible le rendement cible comme cela a finalement été le cas. Le suivi d'une méthodologie spécifique a permis de nous guider tout au long de cette deuxième phase de projet pour accéder, le plus rapidement et dans les meilleures conditions possibles, le rendement de ligne fixé à 55% et assurer un maintien de la performance dans le temps.

Dans un premier temps, il a fallu détecter les principales causes de pertes de productivité. En raison du nombre important de machines présentes sur la ligne et du nombre de problèmes les concernant, il a fallu prioriser ce sur quoi nous allions nous concentrer avec l'ensemble de l'équipe car il n'était ni possible, ni judicieux de s'attaquer à l'ensemble d'entre eux.

La deuxième phase du projet consistait à catégoriser les problèmes par échelle d'importance. Pour cela, nous avons évalué l'importance de fréquence d'apparition de ceux-ci, le temps d'arrêt engendré sur chacune des machines de production et par conséquent, la perte de TRS associée. Une fois les machines les plus problématiques identifiées et les problèmes associés les plus pénalisants sélectionnés, la troisième phase du projet relatif à la résolution de ces problèmes a pu commencer.

Pour mener à bien cette troisième étape, nous nous sommes appuyés sur la méthodologie de résolution de problèmes développée par la direction générale des opérations (DGO) du groupe l'Oréal. Cette méthodologie permet, d'une part, le respect de certains prérequis fixés par le groupe et d'autre part, cela assure une harmonisation de résolution à travers les différents sites de production. Le suivi d'une méthodologie est supposé conduire au traitement efficace des problèmes pour diminuer leur impact et, dans le meilleur des cas, les faire disparaître sur le long-terme. Différents outils *Lean* de diagnostic de la situation et d'analyse des causes racines viendront soutenir la méthodologie.

Au cours de la résolution des problèmes, des solutions ont émergé et ont été mises en place sur la ligne de production. Il a ensuite été essentiel de mesurer l'efficacité du plan d'action installé dans une démarche d'amélioration continue, un des grands principes du *Lean Management*. Cela s'est fait au moyen des résultats de pertes de TRS obtenus sur chacune des machines en fin de projet. L'objectif final était de réduire au maximum les temps d'arrêts sur les machines identifiées car ils étaient responsables d'une perte importante de TRS et représentaient par conséquent un frein à notre objectif final de rendement de ligne.

Ce mémoire est divisé en 4 grandes parties.

La première partie portera sur la contextualisation du projet en présentant d'une part l'environnement dans lequel elle s'inscrit et d'autre part, le but de sa mise en place, les objectifs associés et la méthodologie adoptée pour les atteindre.

Dans un second temps, nous aborderons différents concepts théoriques qui ont permis de mener à bien la gestion de projet tels que le *Lean Management*, le TRS, ...

La mise en place du projet, allant de la récolte des données jusqu'à l'analyse des résultats finaux, sera développée au sein du troisième chapitre.

Nous clôturerons ce mémoire par un chapitre dédié à la mise en perspective du projet qui sera subdivisé en 2 points. Premièrement, nous mesurerons l'impact d'un rendement supérieur ou inférieur à l'objectif fixé sur le coût de production associé à la main d'œuvre liée à la ligne 45.

Deuxièmement, nous donnerons des pistes d'amélioration en vue de maintenir, voire d'améliorer, le rendement obtenu sur la ligne en fin de projet.

Chapitre 1 : Contextualisation du projet

1.1 Environnement²

1.1.1 Groupe L'Oréal

HISTORIQUE

Chimiste de formation, Eugène Schueller apporte son savoir scientifique au secteur de la beauté en créant ses premières teintures capillaires dès 1907. Les termes d'innovant, visionnaire et entrepreneur le définissent bien puisqu'il fondera, deux ans plus tard, la Société Française des Teintures Inoffensives pour Cheveux qui deviendra, par la suite, L'Oréal en hommage à sa première teinture pour cheveux nommée « L'Auréale ».

Durant un demi-siècle, Eugène Schueller va être capable de révolutionner non seulement le monde de la coiffure mais également celui de la beauté en développant divers produits tant innovants qu'iconiques. Sa capacité de comprendre et anticiper les besoins des consommateurs, la construction d'un réseau solide et son intérêt pour le marketing auront permis de poser les fondations du L'Oréal connu de tous aujourd'hui.

À la suite du décès du fondateur en 1957, le groupe va connaître une phase d'expansion à l'échelle internationale, grâce à l'acquisition de marques stratégiques, et à la création de produits symboliques tel qu'Elnett Satin.

Ensuite, de 1984 à 1987, cette phase d'expansion va s'accroître grâce aux investissements massifs dans la recherche et le développement. Des lancements stratégiques se font en parallèle et permettent de renforcer l'image de marque du groupe sur la scène internationale.

La fin du 20^{ème} siècle sera définie principalement par l'implantation de leurs marques sur tous les continents ainsi que par des acquisitions stratégiques. Le groupe L'Oréal occupera ainsi, dès le début des années 2000, la position de leader mondial dans l'industrie des cosmétiques.

Depuis 2006, l'universalisation se situe au cœur de leur stratégie avec une mission claire : « La Beauté pour Tous ». En d'autres termes, le développement mondial de L'Oréal s'est fait et continue toujours de se faire sous le signe de la diversité et de l'inclusion au travers d'un portefeuille de marques aussi diversifiées que complémentaires (L'Oréal Patrimoine, s.d.).

Selon L'Oréal (Rapport financier annuel L'Oréal, 2021). A l'heure d'aujourd'hui, avec ses 88 000 collaborateurs partout dans le monde, ses 517 brevets enregistrés et ses ventes s'élevant à 32,3 milliards d'euros en 2021, le géant se positionne encore et toujours comme n°1 mondial dans le secteur des cosmétiques.

² Les informations relatives à cette partie du mémoire proviennent soit d'observations directes, soit de discussions avec le personnel, soit de documents internes/externes à l'entreprise.

STRUCTURE ORGANISATIONNELLE

✓ **Présence mondiale**

L'Oréal est représenté aux 4 coins du monde à travers 36 marques internationales répondant à tous les besoins et désirs des consommateurs. Ce vaste portefeuille de marques présente un atout considérable pour le positionnement de L'Oréal sur le marché mondial.

✓ **Divisions**

Le groupe L'Oréal est actuellement réparti en 4 divisions principales :

○ L'Oréal luxe

Cette division est la plus importante du groupe en termes de nombre de marques avec des enseignes comme Lancôme, Yves Saint Laurent, Urban Decay et bien d'autres encore. La particularité de cette division se fait de par sa production car celle-ci est 100% française pour tous les produits (L'Oréal, 2016).

○ Division Produits Grand Public

Il s'agit ici de la division dans laquelle s'inscrit l'usine de Libramont, spécialisée dans les kits de coloration, qui sera abordée par la suite. L'objectif premier de cette division est de démocratiser les produits de beauté pour tous. C'est pourquoi, les produits de la division grand public sont principalement vendus dans des supermarchés, et représentent des volumes importants de production. La marque grand public la plus célèbre à travers le monde est Garnier, mais la division comprend des noms comme Maybelline, NYX Cosmetics, Essie, ... (L'Oréal, 2016).

○ Division Produits Professionnels

La division des produits professionnels alimente majoritairement les salons de coiffure avec des produits connus de tous dans ce secteur tels que Franck Provost, Kérastase ou encore Redken. Il représente cependant un marché tout aussi important pour L'Oréal que les autres divisions (L'Oréal, 2016).

○ Division Cosmétique Active

La division cosmétique active contient quant à elle des marques comme Vichy ou La Roche-Posay, connues et réputées à travers le monde pour ses bienfaits en termes de beauté et de santé (L'Oréal, 2016).

✓ **Zones d'activité**

Ces 4 activités du groupe se font au travers des 40 sites de production, répartis sur 4 continents, qui commercialisent leurs produits dans plus de 150 pays à travers le monde. Cette distribution vers ce grand nombre de pays est organisée en 6 zones :

- Amérique du Nord
- Amérique Latine
- Europe

- Asie du Nord
- Asie du Sud, Asie Pacifique, Moyen-Orient, Afrique du Nord : SAPMENA
- Afrique Sub-Saharienne

Cette répartition par zone permet de structurer la distribution, de rendre plus efficaces les *supply chains* et donc, de répondre dans les meilleurs délais à la demande du marché, c'est-à-dire de satisfaire le client final.

PRINCIPAUX CONCURRENTS

Les principaux concurrents du groupe L'Oréal sont d'autres groupes internationaux de produits cosmétiques et non cosmétiques tels que Procter & Gamble, Unilever, Johnson & Johnson, Beiersdorf, NAOS ou encore LVMH. Bien que ces groupes soient très diversifiés, L'Oréal, qui a choisi de se spécialiser dans la beauté, est devenu le premier groupe mondial dans ce domaine. Par ailleurs, il est essentiel de s'intéresser aux entreprises plus petites et/ou locales, qui peuvent apporter une concurrence au groupe pour certains produits spécifiques.

Lors de l'identification d'un concurrent, il est important de garder en mémoire qu'aucun autre groupe n'est présent sur l'ensemble du marché des cosmétiques comme l'est le groupe L'Oréal, ce qui renforce sa première place dans le domaine. Par exemple, LVMH est un concurrent de la division L'Oréal Luxe, tandis que NAOS est un concurrent de la division Cosmétique Active. Il est néanmoins important pour le groupe de se pencher en détail sur la concurrence pour trouver des leviers d'amélioration dans la conception et la réalisation des produits, et ainsi conserver un marché, ou alors, plus ambitieux, s'attaquer à un nouveau marché déjà occupé par un concurrent.

L'usine de Libramont, qui commercialise ses produits à travers le monde (de l'Espagne à la Russie en passant par Dubaï, les États-Unis et l'Australie), s'expose d'autant plus à cette concurrence. En effet, le site belge est en concurrence avec d'autres grands groupes internationaux dans différents secteurs mais il est aussi exposé à la concurrence d'enseignes uniquement développées au sein d'un pays ici ou au bout du monde.

Le groupe L'Oréal possède un autre atout majeur compétitif vis-à-vis de ses concurrents c'est à dire sa présence dans tous les canaux de distribution. En effet, le groupe L'Oréal est présent à la fois dans la grande distribution, le luxe, les circuits professionnels et les pharmacies contrairement à ses concurrents qui se concentrent généralement plus dans un canal particulier. Cette diversité de distribution augmente la visibilité de la marque et profite à sa croissance sur le marché mondial.

ENGAGEMENTS ET RESPONSABILITÉS

Le groupe L'Oréal est, de manière générale, très engagé à plusieurs niveaux, que ce soit d'un point de vue environnemental, social, énergétique...

L'ensemble de ces engagements reposent sur trois piliers principaux :

- *L'environnement*, avec le développement d'un programme "L'Oréal pour le futur"
- *L'être humain*, avec des engagements forts en faveur de la promotion des femmes, de la citoyenneté et des droits de l'homme
- *Les produits*, en mettant l'accent sur la qualité et l'impact environnemental

Les différents engagements du groupe sont soutenus par diverses certifications. Par exemple, en 2021, 97% des usines, dont celle de Libramont, étaient certifiées ISO 9001 qui est une norme liée à la gestion de la qualité et 100% des usines étaient certifiées ISO 22 716 qui est une norme relative aux bonnes pratiques de fabrication cosmétique. (Rapport financier annuel L'Oréal, 2021)

Qui plus est, l'usine L'Oréal de Libramont-Chevigny est certifiée :

- ISO 14 001 : gestion de l'environnement
- ISO 45 001 : gestion de la santé et de la sécurité au travail
- ISO 50 001 : gestion/maîtrise énergétique

1.1.2 L'usine L'Oréal de Libramont-Chevigny

Le premier contact entre le Belgique et le groupe L'Oréal s'est fait en 1927, avec la vente de produits aux salons de coiffures du pays. En revanche, c'est près de 50 ans plus tard, en 1975, que l'usine de Libramont fut construite. Dans un premier temps, productrice de cosmétiques, l'usine est désormais spécialisée dans la production de kits de coloration et soins pour cheveux.



Figure 1 : Photographie aérienne par drone de l'usine L'Oréal de Libramont-Chevigny

Le site de Libramont s'étend sur une surface de 45 hectares qui comprend 55 000 m² de bureaux et compte plus de 400 collaborateurs. La distribution des produits du site est mondiale, avec plus de 200 millions d'unités produites chaque année sur 4400 références (gamme, nuance et pays) concernant les marques Garnier et L'Oréal Paris (L'Oréal Libramont, PowerPoint, 2021).

1.2 Description du projet

1.2.1 Problème posé par l'entreprise

D'une manière générale dans le milieu de l'industrie, l'objectif est d'atteindre les meilleurs critères de performance et ce, peu importe le type de produit confectionné. Dans le cas de l'usine de L'Oréal de Libramont-Chevigny, il est souhaité que les lignes de production soient performantes, rythmées par le moins de pannes possibles, avec peu de produits rebuts car tous ces éléments perturbateurs ne profitent pas à des rendements élevés et réduisent donc la performance générale de l'entreprise. Par conséquent, des moyens sont mis en place pour soit éviter l'apparition de ces problèmes ou alors pour régler les problèmes de la meilleure manière possible et dans les meilleurs délais pour reprendre l'activité.

Mon projet consiste à m'impliquer sur une ligne de production spécifique ; la ligne 45 qui se situe dans l'unité de production 1 autrement appelée UP1. Cette ligne produisait auparavant une ancienne version du kit de coloration de la gamme Olia. Ce dernier contenait initialement les éléments suivants : une bouillote de mélange vide dans laquelle le client devait ajouter le tube d'oxydant et le tube de colorant, une paire de gants, une notice d'utilisation et un tube de soin à appliquer après coloration.

Ce produit est un produit phare du site de Libramont, et donc, une variation de la performance sur cette ligne influence directement et de manière significative les ventes et la rentabilité de l'entreprise.



Figure 2 : Composition d'un kit de coloration de la gamme Olia avant et après rénovation de la ligne de production

La nouvelle campagne « *L'Oréal for the future* », reprenant les engagements du groupe pour 2030 en termes de développement durable, a entraîné entre autres des changements dans la conception de certains produits. En effet, il n'était plus concevable d'introduire dans l'étui en carton du kit de coloration Olia une bouillote en plastique vide. L'optimisation est donc le grand

changement dans cette rénovation de la ligne 45 avec la présence immédiate de l'oxydant dans la bouillote, ce qui la remplit partiellement et permet ainsi la suppression d'un tube dans le kit de coloration. La taille de l'étui carton a donc été revue à la baisse suite à la diminution du nombre de composants. Pour le reste, aucune autre modification n'a été apportée.

Par ailleurs, cette ligne 45 était peu fiable et peu intéressante car, d'une part, elle était très énergivore en partie à cause des machines utilisées et d'autre part, elle était sujette à de nombreuses pannes et à de nombreux arrêts, alors que la gamme était en croissance, que les besoins augmentaient mais que la production n'était pas apte à suivre ces fluctuations du marché. La rénovation a donc joué un rôle très important dans l'amélioration de la performance de ligne. C'est pourquoi, le budget alloué à la rénovation initialement pour une raison de marketing a été combiné à la rénovation technique d'une partie des machines de production sur cette ligne.

Bien que cette ligne de production reste complexe, elle s'est simplifiée car elle contient moins de semi-finis dans le produit final et donc moins d'étapes dans le processus de conditionnement. Concernant les rénovations, elles ne sont pas toujours réalisées dans un but d'amélioration de la performance. En effet, la ligne 78, également productrice du kit de coloration Olia, renvoie des chiffres très positifs mais cette dernière va tout de même subir une rénovation prochainement pour les raisons de marketing citées ci-dessus.

C'est à ce moment que le sujet de ma gestion de projet prend tout son sens. En effet, il est question maintenant de supporter le lancement de cette ligne, autrement appelé *ramp up*, et de suivre l'évolution de sa performance au cours du temps. Les attentes à son égard sont élevées et ambitieuses car le début de chantier de rénovation de la ligne 78 va débuter fin mars ce qui signifie un arrêt de production de cette dernière. Il est alors essentiel que la ligne 45 réussisse à atteindre les objectifs cibles de *ramp up* afin de compenser l'arrêt temporaire de production sur la ligne 78 et de subvenir aux besoins du marché.

1.2.2 But et objectif du projet

La gestion de projet gravite autour d'une ligne de production d'un kit de coloration : la ligne 45. En raison d'un changement de définition de produit, cette ligne a dû subir une rénovation durant tout le mois de janvier 2022. Ainsi, elle est rentrée depuis février dans sa phase de lancement, autrement appelée, phase de *Je*. En termes de chiffre d'affaires, cette gamme de coloration représente un chiffre très important. Elle constitue un des *best-sellers* de l'usine. Par conséquent, les objectifs fixés à la fin de la phase de *ramp up* sont ambitieux en termes de cadence et de performance de production. Il faut, sur cette ligne, atteindre les seuils de quantités de production pour satisfaire la demande client. Le défi est d'autant plus grand qu'il faut combler la perte de capacité liée à la rénovation de la ligne 78, qui produit la même gamme de coloration.

En plus des attentes ambitieuses fixées, cette ligne de production 45 est complexe, étant donné les nombreuses machines qu'elle emploie. En effet, cette ligne est constituée d'une dizaine de machines, chacune réalisant une étape du processus de conditionnement. Avec ce nombre important de machines complexes, le risque de pannes, d'arrêts dans la chaîne augmente et représente un frein à l'atteinte d'un TRS de fin de *ramp up* fixé à 55%. C'est donc à ce moment-là que cette gestion de projet prend tout son sens.

L'objectif premier est d'accompagner au mieux la phase de lancement de cette ligne à la suite de sa rénovation et de permettre ainsi d'atteindre le plus rapidement possible et dans les meilleures conditions le TRS cible fixé par l'entreprise.

Le suivi de cette ligne passera inévitablement par la gestion des problèmes mécaniques qui apparaîtront et qui seront un frein dans l'atteinte et la stabilité de cet objectif global de TRS. Pour ce faire, nous allons suivre la méthodologie développée dans le schéma développé ci-dessous qui est spécifique et qui nous guidera dans toute la gestion de projet afin d'atteindre l'objectif final de TRS de 55% et ainsi assurer un maintien de la performance de la ligne 45.

En ce qui concerne cette phase de lancement, elle a débuté le 14 février 2022 et s'étend sur une durée de 7 semaines. Le taux de rendement synthétique (TRS) cible au bout de cette période est fixé à 55 % contre un TRS cumulé sur l'année 2021 de 48,1 %. Afin de veiller au bon déroulement de ce *ramp up* et ainsi atteindre cet objectif global, il est essentiel de se fixer par semaine des sous objectifs, autrement appelés *KPIs* de suivi ou *OPIs*. Dans le cas d'une ligne de production, ces sous-objectifs hebdomadaires correspondront à une quantité à produire par pause et un TRS cible à atteindre par semaine. Le suivi quotidien au moyen d'un support visuel placé sur la ligne de production prend alors toute son importance. Il permettra de piloter ces *KPIs* de suivi sur le terrain et de réagir rapidement face à une déviation par rapport à l'objectif fixé.

Pour mener à bien la résolution de ces problèmes, il sera question de suivre la méthodologie développée par le groupe et d'utiliser les outils *Lean* adéquats afin d'améliorer de manière durable la performance de cette ligne de production.

Tableau 1 : Objectifs, résultats attendus et délais de la gestion de projet

Objectifs	Résultats attendus
Comprendre le fonctionnement de l'entreprise ainsi que les systèmes d'informations existants	<ul style="list-style-type: none"> • Rédaction du début du cahier des charges • Organisation et segmentation de la gestion de projet en différentes étapes <p><u>Délai</u> : 1^{er} février au 14 février</p>
Atteinte d'un TRS de 55%	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation progressive des quantités produites par pause et augmentation du TRS tout au long de la phase de <i>ramp up</i> • Bonne connaissance du fonctionnement de la ligne 45 • Détection des premiers problèmes apparents (pannes et micro-arrêts) et mise en place de solutions ponctuelles • Anticipation de plan d'actions long terme

	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation d'un support de méthodologie de résolution de problèmes • Priorisation des problèmes apparus <p><u>Délai</u> : 14 février (S1 <i>ramp up</i>) au 03 avril (S7 sortie de <i>ramp up</i>)</p>
Maintien du TRS de 55% et amélioration de ce TRS si possible	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de l'apparition de problèmes (pannes et micro-arrêts) sur la ligne 45 • Continuité de suivi de la méthodologie de résolution de problèmes grâce à la dynamique instaurée sur la ligne <p><u>Délai</u> : 4 avril jusqu'à la fin de la gestion de projet (environ 2 mois de suivi)</p>

1.2.3 Acteurs du projet

Tableau 2 : Acteurs de la gestion de projet

Rôle	Personnes attitré(e)s	Description et compétences
Gestionnaire du projet	Julie Bouziguet	<p><u>Compétences</u> : Ingénieure de production, connaissance technique du fonctionnement d'une ligne de production, compétence managériale</p> <p><u>Responsabilités</u> : Chef du chantier de rénovation de la ligne 45</p>
Accompagnement terrain	Opérateurs et techniciens attitrés à la ligne 45	<p><u>Compétences</u> : Connaissances techniques et pratiques de la ligne de production</p> <p><u>Responsabilités</u> : Maintien de l'activité de la ligne</p>

Maître de stage (Performance Improvement Manager)	Laura Kemkem	<u>Compétences</u> : Très bonnes connaissances de l'usine et des processus de fonctionnement <u>Responsabilités</u> : Soutien lors de la réalisation de la gestion de projet, apport méthodologique et évaluation continue
Chef de projet	Marie-Alix Arnould	<u>Compétences</u> : Connaissance en gestion de projet et en management des opérations <u>Responsabilités</u> : Atteinte du TRS de 55 % en fin de <i>ramp up</i> et de la stabilité de ce dernier jusqu'à la fin du projet
Promoteur	François Grisay	<u>Compétences</u> : Connaissance parfaite de la <i>supply chain</i> avec de très bonnes connaissances théoriques du Lean Management <u>Responsabilités</u> : Encadrement et appui méthodologique, évaluation du travail, supervision
Accompagnateur	Pascal Verhasselt	<u>Compétences</u> : Connaissance en Gestion de Projet et suivi de mémoire <u>Responsabilités</u> : Appui méthodologique de la GP et encadrement du travail de l'étudiant

1.2.4 Contraintes

Durant la gestion de projet et comme dans tout projet, certains obstacles peuvent entraver la bonne réalisation de celui-ci. L'objectif est alors de les éliminer en trouvant des solutions ou bien de réduire leur impact.

Premièrement, durant l'entièreté du projet, je suis principalement rattachée à deux personnes. Il y a d'une part, Laura Kemkem, responsable du service performance et également ma maître de stage et d'autre part, Julie Bouziguet, ingénieure de production de l'UP1 et le sponsor de ma gestion de projet. Cependant, en phase de lancement, les ingénieurs de production sont très sollicités pour accompagner cela au mieux mais aussi pour apporter des solutions face à la

grande diversité de problèmes auxquels il faut faire face dans une telle rénovation et ce sans compter le travail demandé sur les autres lignes de production. C'est pourquoi la disponibilité de mon sponsor est réduite et ne permet parfois pas d'avoir un suivi régulier de l'avancement du lancement ou alors même d'avoir un feedback sur ses attentes à mon sujet. Les échanges sont donc courts, et réduisent la visibilité que je peux avoir sur le projet de manière générale.

Dans le même registre, les opérateurs peuvent également être pris par le temps mais d'une façon différente. En effet, la mission d'un opérateur est d'assurer le bon fonctionnement d'une ligne de production et ce d'un point de vue très pratique. Ils sont également chargés du traitement de problèmes qui nécessitent une intervention immédiate. Ils se penchent donc moins sur le traitement approfondi de problèmes plus conséquents, récurrents. Ainsi, la vision plus macroscopique de résolution des problèmes ne rentre pas particulièrement dans leur périmètre d'action. Il est donc question d'une différence de point de vue et de champ d'action entre les opérateurs et les attentes autour du projet. Cependant, leur rôle est tout aussi important que celui de l'ingénieur de production car ce sont les personnes qui sont les plus proches de la production et qui permettent de remonter les informations factuelles sur lignes (pannes, micro-arrêts et tout autre problème).

Ensuite, un autre facteur limitant dans la réalisation de la gestion de projet concerne le budget. Ce dernier a été calculé pour la rénovation de la ligne mais les coûts supplémentaires qui pourraient être engendrés par la mise en place de solutions à la suite du traitement des divers problèmes n'ont pas été inclus. Par conséquent, il faudra optimiser au mieux cet aspect qui n'est pas négligeable lorsqu'il s'agira de se pencher sur les ressources nécessaires au bon traitement de ces derniers.

Enfin, un facteur qui n'est pas extensible, est celui du temps. Mon stage s'inscrit dans une durée déterminée au préalable. Or, dans tout projet, certaines étapes nécessitent plus de temps que d'autres qui peuvent être très ponctuelles et dont la mise en place est immédiate. Dans mon projet, il faut d'abord faire un état des lieux, suivre le lancement, prendre des informations sur les problèmes rencontrés, analyser ces problèmes, conceptualiser des solutions pour seulement alors les mettre en place. Cependant, le processus ne s'arrête pas là car il faudra ensuite évaluer la performance de la mise en place de ces solutions, les adapter si nécessaire et ainsi continuer de les améliorer pour satisfaire les objectifs autour de cette ligne. En 5 mois, la tâche s'avère compliquée et il est probable que la maturation de certaines solutions et l'amélioration de celles-ci seront reprises par un autre stagiaire à l'issue de ma période de stage.

1.2.5 Opportunités

Le projet présente des opportunités très intéressantes.

Dans un premier temps, ce stage offre une occasion unique d'être immergée dans un monde qui m'était peu familier, celui de l'entreprise et plus particulièrement celui de l'industrie. Au sein du service performance, j'ai la chance de pouvoir suivre un projet d'envergure sur un site de production comme celui de Libramont, avec la rénovation d'une ligne de production suite à la rénovation d'un kit de coloration, les deux étant intimement liés comme évoqué précédemment. C'est pourquoi au cours de ces 5 mois de stage, je vais pouvoir appliquer d'un point de vue pratique ce que j'ai au préalable appris d'un point de vue théorique à l'ICHEC.

Il est vrai que la résolution de problèmes est un sujet difficile à traiter car, dans une grande majorité des cas, le traitement n'est fait qu'en surface et ne s'attarde pas aux bases du problème. Cela entraîne généralement une réapparition de ces derniers dans des délais très courts et avec une gravité encore plus importante. A travers le *ramp up* de la ligne 45 mais également à plus long terme au cours de son fonctionnement de plus en plus performant, nous allons avoir l'occasion de nous pencher sur l'ensemble des problèmes majeurs que rencontre cette ligne de production pour pouvoir mettre en place des solutions efficaces.

Nous allons nous attarder sur la récurrence des problèmes, leurs causes et leurs effets sur ligne et au-delà mais encore de mettre en place des méthodes qui permettront aux opérateurs ou aux ingénieurs de production de traiter le problème de la meilleure façon qu'il soit ; c'est-à-dire traiter le problème dans les meilleurs délais, en nécessitant le moins de ressources possibles et en empêchant ces problèmes de réapparaître. Le but étant de donner une résolution superficielle et ponctuelle des problèmes qui dans le court terme peuvent paraître utiles et efficaces mais qui ne permettent pas de profiter à l'augmentation de la performance d'une ligne. Certains concepts de *Lean management*, de management visuel, de traitement des MUDA, d'amélioration continue via la Roue de Deming, seront autant d'outils utiles et nécessaires à la mise en place et à la standardisation d'un environnement efficace et performant de résolutions de problèmes.

L'analyse de diverses données permettra de traiter le problème à la racine et ainsi d'atteindre les objectifs requis pour cette ligne 45.

Chapitre 2 : Contexte théorique

2.1 Lean Management

Il existe d'innombrables définitions du Lean Management qui se veulent être, plus complètes ou, plus concises suivant le public interpellé. Il faut tout d'abord partir du terme central *Lean*, très évocateur, qui donne immédiatement sens au message transmis dans la philosophie de cette méthode. Christian Hohmann, auteur de plusieurs ouvrages et articles relatifs au domaine de la *Supply Chain*, définit ce terme comme suit : « *Lean signifie littéralement « maigre ». Un processus lean est un processus débarrassé de toutes les opérations inutiles, qui le rendent « obèse », moins performant, moins réactif mais qui consomment du temps, de l'énergie, des ressources de manière excessive. Le principe du lean management est de gérer les processus et ressources au plus juste, plutôt que de « tirer » davantage sur ces ressources.* » (Hohmann, 2010, para.1)

➤ Les origines du Lean Management

Le terme anglo-saxon *Lean management*, formalisé dans les années 1990 aux Etats-Unis par des chercheurs de la *Massachusetts Institute of Technology*, trouve son origine au Japon dans les années 50 dans le système de production de Toyota (TPS). Ce système de production est construit sur base de 2 concepts fondamentaux (Carubelli, 2021).

Le premier concept, connu sous le nom "*Jidoka*", signifie que lorsqu'un problème survient, l'équipement s'arrête immédiatement, empêchant ainsi la production de produits défectueux. Ce principe permet, à un seul travailleur, de surveiller visuellement et de contrôler efficacement de nombreuses machines. Il est essentiel que lorsque des problèmes surviennent, les travailleurs les résolvent immédiatement pour ne pas entraîner un arrêt de toute la chaîne de production. Cela permet de faire remonter les problèmes à la surface et de favoriser l'identification et la résolution des problèmes à la source (Carubelli, 2021).

Le second concept, "*Just-in-Time*", a été formulé par Taiichi Ohno, un ingénieur industriel japonais et homme d'affaires. Il consiste à ce que chaque processus ne produise que ce qui est nécessaire au processus suivant dans un flux continu. En d'autres termes, l'idée derrière ce concept est de ne fabriquer que "ce qui est nécessaire, quand c'est nécessaire et dans la quantité nécessaire". Toyota, en utilisant le « *Just-in-Time* », est en mesure de fabriquer des produits de haute qualité de manière efficace grâce à l'élimination des déchets (Carubelli, 2021).

En se basant sur les philosophies de base de ces 2 concepts, le TPS peut produire efficacement et rapidement des produits de bonne qualité qui répondent pleinement aux exigences des clients.

➤ Philosophie du Lean Management

Il repose sur la philosophie consistant à définir la valeur du point de vue du client et à améliorer continuellement la manière dont la valeur est fournie, en éliminant toute utilisation de ressources qui constitue un gaspillage ou qui ne contribue pas à l'objectif de création de valeur. *Le Lean* est centré sur la préservation de la valeur avec moins de travail, l'objectif ultime étant de fournir une valeur parfaite au client par le biais d'un processus de création de valeur parfait, sans gaspillage. Pour ce faire, on donne à chaque travailleur les moyens d'optimiser son potentiel et d'apporter ainsi la plus grande contribution possible (Olivier, 2009).

L'objectif de l'autonomisation repose sur l'idée du respect des personnes. Le respect des personnes va au-delà du client final et peut inclure les travailleurs, les fournisseurs et la société. En ce qui concerne le client final, le *Lean* s'efforce de maximiser la valeur fournie à ce dernier tout en minimisant le gaspillage dans le processus. Au niveau de la structure interne, le *Lean* vise à maximiser le potentiel humain en donnant aux travailleurs les moyens d'améliorer continuellement leur travail. Cet objectif est assuré par les responsables *Lean* au moyen d'une formation à la résolution de problèmes. Ils aident les travailleurs à se développer sur le plan professionnel et personnel, leur permettant ainsi d'être fiers de leur travail (Olivier, 2009).

Le concept de "Kaizen" ou d'amélioration continue est au cœur de la philosophie *Lean*. L'objectif de l'amélioration continue est d'éliminer tout gaspillage dans le processus de création de valeur. Les dirigeants *Lean* doivent se rendre régulièrement à l'endroit où la valeur est créée, communément appelé le « Gemba »³. Lors de la « Marche Gemba », les supérieurs vont souvent passer leur temps à collaborer, à encadrer et à développer leur personnel afin de s'assurer qu'ils soient tous engagés dans l'amélioration continue du processus de création de valeur. Ils encouragent les travailleurs à identifier activement les problèmes, à rechercher les possibilités d'amélioration et à continuer indéfiniment jusqu'à ce que l'état de perfection soit atteint. Cet état de perfection hypothétique serait attribué à un processus capable de créer une valeur parfaite création avec zéro déchet (Olivier, 2009).

➤ Types de déchets

Taichii Ohno, un des pères fondateurs du système de production de Toyota, avait identifié durant sa carrière trois obstacles majeurs qui pouvaient influencer négativement les processus de travail d'une entreprise : les activités sans valeur ajoutée (Muda), la surcharge de travail (Muri) et les irrégularités (Mura) (Kanbanize, 2022).

Un des concepts fondamentaux dans la pensée *Lean* concerne l'élimination des activités inutiles à la création de valeur pour le client et qui ne sont pas nécessaires pour assurer la qualité du produit. L'élimination de ces gaspillages pour pouvoir se concentrer uniquement sur ce qui a de la valeur est l'une des conditions les plus importantes pour la prospérité d'une entreprise (Olivier, 2009).

³ Le terme japonais Gemba signifie en français « le vrai lieu ».

Grâce à de nombreuses observations et une analyse approfondie au sujet des « Mudas », il a identifié les 7 domaines, mentionnés ci-dessous, dans lesquels les déchets pouvaient se retrouver.

1. La surproduction

La surproduction signifie que l'entreprise produit plus que la demande du marché, ce qui entraîne inévitablement des coûts supplémentaires pour l'entreprise. Ce « muda » contribue à l'apparition des six autres gaspillages.

Autrement dit, les produits ou les tâches excédentaires nécessitent un transport supplémentaire, des mouvements excessifs, un temps d'attente plus long, etc. De plus, l'apparition d'un défaut pendant la surproduction entraînerait un travail du personnel sur davantage d'unités (Kanbanize, 2022).

2. Les transports

Ce type de gaspillage se produit lorsqu'il y a un déplacement inutile des ressources, et que ce mouvement n'ajoute pas de valeur au produit final. Le déplacement excessif peut entraîner des coûts additionnels pour cause d'un supplément de temps, d'espace et d'équipements. De plus, cela peut nuire à la qualité (Kanbanize, 2022).

3. Le surtraitement

Une mauvaise conception des outils ou des produits entraîne généralement un traitement inutile ou incorrect et n'apporte par conséquent aucune valeur ajoutée ou une valeur que les clients ne sont pas prêts à payer. Cependant, ce surtraitement augmentera les coûts de production pour l'entreprise (Kanbanize, 2022).

4. Les stocks

Détenir un stock au-delà du minimum nécessaire est souvent le résultat d'une entreprise qui veut pouvoir répondre à une demande inattendue, se protéger contre les retards de production, la mauvaise qualité, etc. Cependant, ce surstock ne répond généralement pas aux besoins des clients et n'apporte aucune valeur ajoutée. Ils ne font qu'augmenter les coûts de stockage et ceux liés à l'amortissement (Kanbanize, 2022).

5. Les déplacements

Ce type de gaspillage comprend les mouvements des employés, ou des machines, qui sont compliqués ou inutiles. Ils peuvent causer des blessures, prolonger le temps de production, etc (Kanbanize, 2022).

6. Les défauts

Les défauts qui apparaissent dans la production engendrent inévitablement un temps de travail supplémentaire pour les modifications à apporter et peuvent même générer des déchets (Kanbanize, 2022).

7. Le temps d'attente

Ce type de gaspillage apparaît à chaque fois que des marchandises ou des tâches sont à l'arrêt. Une attente dans la livraison de marchandises, une attente dans la réparation d'équipements ou encore une attente d'approbation de la direction pour un document sont des exemples de déchets à devoir éliminer (Kanbanize, 2022).

Une entreprise qui ne cherche pas à éliminer l'ensemble de ces gaspillages peut mettre en péril sa rentabilité, augmenter les coûts pour ses clients, diminuer la qualité de ses produits ou services. De plus, le personnel risque d'être moins satisfaits. Il est donc essentiel pour toutes entreprises de, premièrement, identifier les activités sans valeur ajoutée dans la chaîne de valeur et ensuite, essayer d'améliorer les processus dans lequel elles apparaissent pour à terme, les éliminer (Lasnier, 2007).

➤ Les différents outils du Lean Management

Il existe une multitude d'outils et de logiciels sur lesquels s'appuyer lors de la mise en place d'une culture *lean*. Les fonctionnalités de ces outils seront différentes et seront à choisir, au cas par cas, suivant le challenge à relever. La bonne utilisation de ces derniers permettra d'éliminer les divers gaspillages, d'accroître l'efficacité de l'entreprise et tirer le meilleur parti des ressources. Pour en tirer le meilleur usage, il est essentiel de faire collaborer le personnel et qu'il se les approprie dans une démarche d'amélioration continue (Lasnier, 2007).

Tandis que certains outils sont des techniques de gestion du personnel, des outils d'aide lors de la résolution des problèmes, d'autres proposent des façons de penser ou de structurer le travail. Voici ci-dessous quelques exemples des outils couramment utilisés (Olivier, 2009) :

- La méthode des 5S pour améliorer l'efficacité du travail et réduire par conséquent, les gaspillages de temps ;
- La méthode Six Sigma pour réduire la variabilité, améliorer la qualité et aider à identifier les causes profondes des erreurs, ce qui permet aux entreprises de créer de meilleurs produits et services pour les consommateurs ;
- Le management visuel pour communiquer visuellement au sujet des attentes, des performances, des standards ou des alertes et apporter de l'aide à la résolution des problèmes ;
- La méthode Kaizen pour engager le personnel dans le développement d'amélioration continue ;
- La méthode SMED pour réduire fortement les temps de changement ;

- La méthode Kanban pour optimiser la gestion des stocks afin de pouvoir produire sur demande ;
- La méthode Value Stream Mapping (VSM) pour analyser l'ensemble des activités du processus et identifier celles qui constituent un frein à la production.

Longtemps limitée à l'industrie manufacturière du fait de son origine, cette méthode de gestion et d'organisation du travail est à présent appliquée à tous types d'entreprises, d'industries et de services. Il a été démontré que les organisations qui pratiquent systématiquement le *Lean* sont plus innovantes et compétitives, ce qui leur permet d'être plus rentables et durables (Lasnier, 2007).

2.2 Taux de Rendement Synthétique

Dans le monde professionnel, différents indicateurs sont utilisés pour mesurer la performance, la compétitivité ou encore la rentabilité d'une activité. Il existe ainsi de nombreux rendements qui résument à eux seuls une grande partie de la bonne ou mauvaise performance d'une ressource. Les plus connus et les plus utilisés sont les 3 rendements suivants : le taux de rendement synthétique (TRS), qui sera abordé par la suite, le taux de rendement global (TRG) et enfin le taux de rendement économique (TRE). (Leveugle, 2021)

2.1.1 Définition

Il existe de nombreuses définitions qui expliquent le taux de rendement synthétique mais de manière générale, ce dernier est un indicateur clé de performance, propre à une entreprise, qui mesure l'occupation d'une ressource de production. Cette ressource peut être une machine en particulier, ou bien un atelier de production mais également dans le cadre du projet, une ligne de production de kit de coloration (Lasnier, 2007).

Ce ratio, exprimé par conséquent en pourcentage, va évoluer au cours du temps et refléter la performance d'utilisation de la ressource dont il est question.

Par exemple, dans le cas d'une ligne de production de kit de coloration, le pourcentage représenterait la proportion de temps où la ligne produit des bons kits.

Une ligne de production présentant un TRS de 100 % serait synonyme d'une ligne qui est au maximum de son potentiel opérationnel. En d'autres termes, cela signifierait, que sur un intervalle de temps donné, la cadence nominale donnée par le fournisseur est bien respectée, qu'aucune panne n'a lieu et qu'aucun micro-arrêt n'a été détecté.

En revanche, un TRS de 0% signifierait que la ligne n'est aucunement opérationnelle sur l'intervalle de temps défini et regardé. Cela voudrait dire qu'aucun kit de coloration « OK » n'a été produit ou bien tout simplement qu'aucun kit n'a été produit. (Leveugle, 2021)

La différence entre le TRS calculé et le TRS maximal de 100 %, le complément à 100 %, sera appelé « non-TRS ». Ce dernier représente la capacité installée non utilisée pour produire. Le *Lean Management* interviendra à ce niveau-là pour tenter de réduire ce gaspillage, ce « non-TRS ». (Blue Lean Consulting, 2016)

2.1.2 Calcul

Il existe 2 manières de calculer le TRS. Chacune d'elle apporte une vision différente sur le processus de fabrication.

D'une part, il y a la vision macroscopique qui fournira en un seul chiffre une image précise de l'efficacité du processus de fabrication.

D'autre part, la vision microscopique fournira quant à elle un aperçu des causes sous-jacentes de la perte de productivité à travers 3 facteurs qui composent le TRS – disponibilité, performance et qualité.

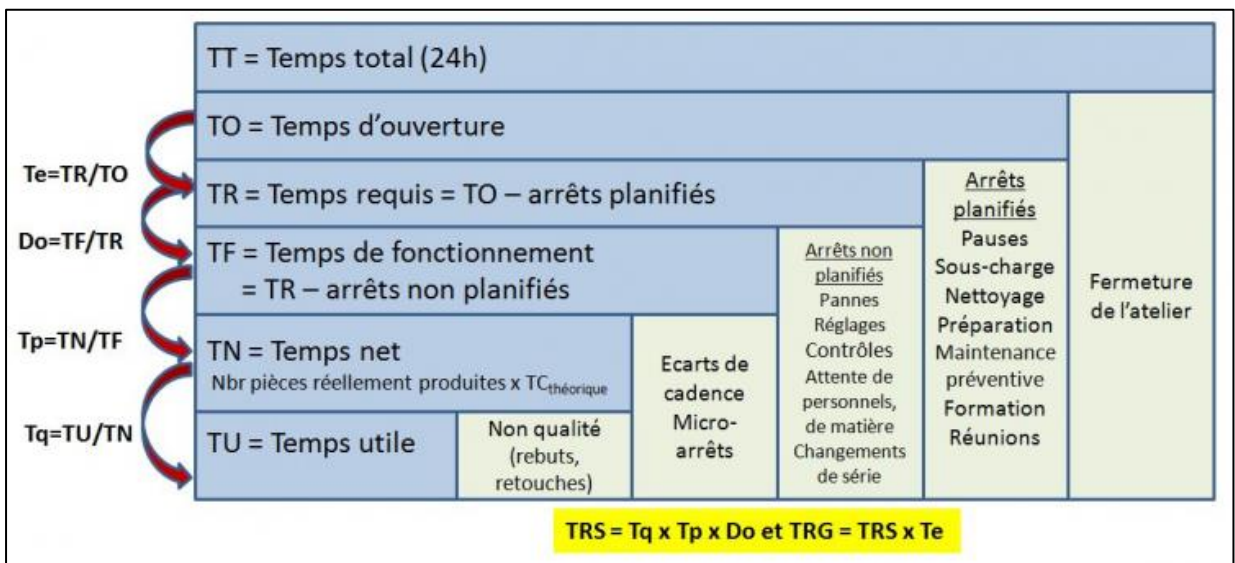


Figure 3 : Décomposition du TRS

Source : Blue Lean Consulting. (2016). *Le taux de rendement synthétique (TRS)*. Récupéré de <https://www.bluelean.fr/blog/production/le-taux-de-rendement-synthetique-trs.html>

Calcul immédiat du TRS :

Le TRS se calcule au moyen d'un ratio obtenu en divisant le temps utile par le temps requis. Autrement dit, la valeur obtenue exprime le pourcentage de temps passé à faire des bonnes pièces à la cadence nominale par rapport au temps mis à disposition de la ressource pour effectuer la quantité demandée. (Leveugle, 2021)

$$TRS = (\text{temps utile}) / (\text{temps requis}) = (\text{nombre de pièces conformes produites}) / (\text{nombre de pièces théoriquement réalisables pendant le temps requis})$$

Cependant, bien qu'il s'agisse d'un calcul tout à fait valable du TRS, il ne fournit pas d'informations sur les trois facteurs liés aux pertes à savoir disponibilité, performance et qualité. Pour cela - nous utilisons le calcul préféré.

Calcul du TRS avec étapes intermédiaires :

Disponibilité Opérationnelle

La disponibilité prend en compte tous les événements qui interrompent la production planifiée pendant une durée suffisante pour qu'il soit utile de déterminer la raison de l'arrêt (généralement plusieurs minutes). En d'autres termes, ce sont tous les arrêts qui viennent empiéter sur le temps requis comme les pannes...

La disponibilité opérationnelle est calculée comme étant le rapport entre le temps de fonctionnement et le temps requis :

$$\text{Disponibilité opérationnelle} = \frac{\text{temps de fonctionnement}}{\text{temps requis}}$$

De manière générale, 2 grands types d'arrêts non planifiés sont enregistrés à savoir d'une part les arrêts induits et d'autre part, les arrêts propres.

Les arrêts induits correspondent à tout arrêt provoqué par une cause externe au système. Cela peut être dû à un manque d'approvisionnement en amont, une saturation en aval du processus de fabrication ou encore à du personnel absent sur ligne... (Leveugle, 2021)

Les arrêts propres sont quant à eux des arrêts attribuables au système. Il est encore possible de distinguer dans cette catégorie 3 types d'arrêts propres (Lasnier, 2007) :

- Panne : arrêt d'un équipement pour cause d'un dysfonctionnement de ce dernier
- Arrêt d'exploitation : arrêt provoqué par un opérateur afin de régler un problème sur la ligne
- Arrêt fonctionnel : arrêt provoqué par un opérateur pour la réalisation de tâches spécifiques régulières ou non, telles que les changements de série, les changements d'outils ou bien encore pour des contrôles, ...

Taux de Performance

Le taux de performance prend en compte tous les éléments qui font que le processus de fabrication fonctionne à une cadence inférieure à la cadence nominale. Il faut alors soustraire du temps de fonctionnement ces ralentissements (écarts de cadence, micro-arrêts) pour obtenir le temps net (Leveugle, 2021).

Le taux de performance est le rapport entre le temps net et le temps de fonctionnement. Il est calculé comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Taux de performance} &= \frac{\text{temps net}}{\text{temps de fonctionnement}} \\ &= \frac{\text{temps cycle théorique} \times \text{nb total de pièces produites}}{\text{temps de fonctionnement}} \end{aligned}$$

Le temps de cycle théorique est le temps de cycle le plus rapide que le processus de fabrication puisse atteindre, dans des circonstances optimales. Par conséquent, lorsqu'il est multiplié par le nombre total de pièces produites, le résultat obtenu correspond au temps net à savoir le temps le plus rapide possible pour fabriquer les pièces.

De plus, le taux de performance ne doit jamais être supérieur à 100 %. Le cas échéant, cela signifierait une durée de cycle idéale trop élevée généralement pour cause de mauvais réglages (Leveugle, 2021).

Taux de Qualité

La qualité prend en compte les pièces fabriquées qui ne répondent pas aux normes de qualité, y compris les pièces qui doivent être retravaillées. Le TRS définit les bonnes pièces comme des pièces qui passent avec succès le processus de fabrication la première fois, sans avoir besoin d'être retravaillées (Leveugle, 2021).

La qualité est calculée comme suit :

$$\text{Taux de qualité} = \frac{\text{nombre de bonnes pièces produites}}{\text{nombre total de pièces produites}}$$

Cela revient également à prendre le rapport entre le temps utile (uniquement les bonnes pièces fabriquées aussi vite que possible sans temps d'arrêt) et le temps net (toutes les pièces fabriquées aussi vite que possible sans temps d'arrêt).

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

En conclusion, le TRS tient compte de toutes ces pertes vues ci-dessus, ce qui donne une mesure du temps de fabrication réellement productif. Il se calcule comme suit :

$$\text{TRS} = \text{Disponibilité opérationnelle} \times \text{Taux de performance} \times \text{Taux de qualité}$$

Si les équations associées à la disponibilité opérationnelle, au taux de performance et au taux de qualité sont substituées dans l'équation ci-dessus et simplifiées, le résultat est le suivant :

$$\text{Taux de Rendement Synthétique} = \text{TRS} = \frac{\text{temps utile}}{\text{temps requis}}$$

Il s'agit du calcul immédiat du TRS décrit précédemment.

En ce qui concerne ce projet, nous allons nous intéresser à la réduction des pannes et micro-arrêts. En effet, les deux causes principales de pertes de TRS sur une ligne de production sont liées à plus de 80 % à des pannes ou à des micro-arrêts. (Hohmann, 2018) Comme ces 2 éléments

se distinguent par leur durée, le groupe l'Oréal qualifiera de micro-arrêt tout arrêt d'une durée de moins de 5 minutes.

Le TRS est donc un outil très utile et très démocratisé pour évaluer la performance d'une ressource. Il est très regardé notamment dans la sphère managériale, car il est directement lié au budget de l'entreprise et à la rentabilité des lignes. En effet, à investissement et à effectif égaux pour une même ligne, si le TRS double en passant de 30 % à 60 %, alors cela signifie qu'on produit deux fois plus de bonnes pièces sur la même durée, avec les mêmes opérateurs et avec le même investissement financier initial. (Sesa Systems, 2022)

2.2 Récupération et priorisation de problème

Les pertes de TRS sont dues à de nombreux problèmes qui interviennent sur ligne de production. Il faut premièrement observer ces problèmes en récupérant des données sur ligne à travers des études statistiques. Dans un second temps, il faut classer ces problèmes par ordre d'importance afin de prioriser les plans d'action qui seront décidés. En effet, le but est de s'attarder sur des problèmes qui impactent grandement la performance et de prendre également en considération les problèmes récurrents. L'impact de ces problèmes récurrents peut être moins important mais leur fréquence d'apparition élevée constitue un frein à une meilleure performance sur ligne de production. (Techniques de l'ingénieur, 2021)

Selon le type de panne qui intervient sur la ligne de production, l'impact diffèrera d'une machine à une autre. En effet, selon l'importance de la machine, la chaîne sera plus ou moins arrêtée et avec une criticité qui elle aussi, sera variable selon la panne qui apparaîtra. La machine sera nommée « machine goulot » lorsque la panne entraîne un arrêt total de la ligne de production. La seule issue est la résolution du problème sur la machine goulot pour pouvoir relancer la production en cours. (Tesseract Solutions, 2020)

2.2.1 Technique de relevé par bâtonnage

La première étape dans une optique de recueil de problèmes est d'avoir une vision macroscopique de la situation en question. Il convient donc d'avoir un ordre d'idée très global des problèmes qui interviennent sur ligne. Pour cela, la méthode de bâtonnage est très intéressante. En effet, à travers des *brainstormings* sur ligne de production en échangeant avec les opérateurs, il est possible de recueillir des informations précieuses.

A travers ce procédé, on relève, simplement et rapidement, la majorité des problèmes qui interviennent sur ligne avec le nom du problème et le nombre de fois où il est apparu par pause de production, par jour ou encore par semaine selon le cadre temporel choisi. (OpenClassrooms, 2020)

Dans cette méthode de bâtonnage, il n'y a pas de place pour l'interprétation, il s'agit juste de relevés binaires : panne ou pas panne. S'il y a présence d'une panne, alors, il faut remplir une fiche de bâtonnage pour rendre le relevé très visuel et facile à la compréhension.

La fiche ci-dessous illustre le format d'une fiche de bâtonnage qui constitue la première étape de récupération et de priorisation de problèmes.

Logo		BATONNAGE		Liva-Ctrl-Q Version 02
EQUIPEMENT : Machine XXX		POSTE : Enrobage		
PROBLEME : Non conformités CI				
CAUSE DEFAUTS	EQUIPE	Semaine : 42/43		Total
Puce oxydée	Matin			2
Puce brûlée	Matin			1
Puce cassée	Matin			1
Puce vrillée	Matin	###		7
Manque pièces	Matin	### ### ### ### ### ###-		30
Manque trou	Matin			2
Erreur opérateur	Matin	### ### ###		15
Testeur HS	Matin	### ### ### ### ### ### ###-		35
Composant NC	Matin			3
Enrobage incomplet	Matin			4

Figure 4 : Exemple de bâtonnage dans un atelier d'électronique

Source : OpenClassrooms. (2020). *Pilotez la production dans l'industrie du futur*. Récupéré de <https://openclassrooms.com/fr/courses/6016141-pilotez-la-production-dans-lindustrie-du-futur/6469916-ameliorez-le-poste-de-travail-en-production>

Les micro-arrêts correspondent à des arrêts d'une durée de moins de 5 minutes au sein du groupe L'Oréal, sont souvent plus fréquents mais globalement moins impactant qu'une panne. Cependant, malgré une fréquence d'apparition qui peut être élevée, il est souvent possible de les régler rapidement.

2.2.2 Chrono-analyse

Afin d'être réactif vis-à-vis de ces arrêts parfois très courts et impromptus lors de phase de production, un outil numérique de relevé et de catégorisation immédiate des problèmes est utilisé. Le but est de relever les problèmes, de pointer la cible du problème (les machines ou les étapes de la production sur la ligne) et de mesurer leur durée. (Leveugle, 2021)

Ce principe de relevé des micro-arrêts se nomme chrono-analyse. Elle consiste à récupérer les problèmes qui apparaissent pour immédiatement en déduire des premières analyses. L'objectif final, lors de la réalisation d'une chrono-analyse, est de justifier la ou les raisons d'un micro-arrêt qui s'est produit sur la ligne de production. En identifiant les raisons, cela aboutit plus concrètement à cibler une ou plusieurs machines défaillantes. Cette méthode se poursuit par l'apport de solutions au problème associé à un type de micro-arrêt.

La chrono-analyse se fait avec un outil spécifique. Celui-ci est programmé pour simplifier la prise d'information car les problèmes peuvent apparaître très fréquemment mais sont parfois de durée très courte ; il faut donc une réactivité très importante dans la réalisation de cette tâche. Pour une représentation cohérente des problèmes, il est judicieux d'aligner la durée de la chrono-analyse sur la durée d'une pause de production. Cette durée varie selon les entreprises mais dans la plupart des cas, cette dernière est de 8 heures. Plus la durée de la chrono-analyse est longue, plus l'étude est pertinente. Cependant, pour des raisons logiques de présence de la personne qui réalise la chrono-analyse, il n'est pas concevable de faire beaucoup plus que huit heures d'analyse.

2.2.3 Diagramme de Pareto

Ces deux méthodes évoquées ci-dessus se rejoignent sur un point. Elles mènent l'une comme l'autre à la création d'un diagramme de Pareto. Ce type de diagramme permet de prioriser les problèmes par ordre d'importance pour pouvoir mettre en place les actions nécessaires à leur résolution.

Ce principe de Pareto est également connu sous le nom de loi des 80-20. Il explique le fait que dans la plupart des cas d'analyse et de résolution de problèmes, il est utile de se focaliser sur 20 % des causes des problèmes sur ligne, car elles sont responsables de 80 % des effets. Par conséquent, cela va également avoir un effet positif sur la performance de la ligne de production. (Adam, 2019)

Cet outil est également simple d'utilisation. Il permet de catégoriser rapidement les problèmes afin de gagner en temps et en efficacité dans leur résolution. Si ces derniers n'étaient pas catégorisés, cela serait une perte de temps inimaginable car il est impossible de centraliser des efforts de résolution sur la totalité des problèmes qui apparaissent sur une ligne de production.

La création d'un diagramme de Pareto se déroule en 4 étapes principales (Chef de projet, 2021) :

- Définir le critère que l'on va analyser.
Dans le cadre de la gestion de projet, il s'agit des micro-arrêts relevés via la chrono-analyse ou bien de pannes à la suite de la méthode de bâtonnage.
- Collecter les données sur la ligne de production.
- Réaliser le diagramme de Pareto avec les données collectées au préalable.
- Catégoriser et prioriser les 20 % des problèmes jugés « prioritaires » car ils représentent 80 % des conséquences sur la ligne de production.
Par exemple, ce sont des problèmes qui constituent une barrière importante à la reprise d'activité de la ligne, ou alors des problèmes qui engendrent un grand nombre de pièces rebutées.

2.2.4. Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)

Un dernier concept rentre dans cette volonté de prise d'informations sur les problèmes liés à un processus, à savoir le concept d'AMDEC ou FMEA. Ce dernier acronyme signifie « Failure Mode and Effect Analysis » en anglais.

Il s'agit d'un outil de gestion des risques qui permet de prioriser les problèmes selon des critères de gravité, d'occurrence et de probabilité de détection des risques. L'objectif dans la méthode FMEA, est de considérer les sous-systèmes d'un système principal. (ISLEAN, 2017) Par exemple, dans le cas d'une ligne de production, il s'agirait d'examiner et de détecter les défaillances potentielles de chacune des machines incluses sur l'ensemble de la ligne. De plus, il faut arriver à remonter jusqu'aux causes de ces défaillances pour comprendre les effets de celles-ci.

Trois facteurs sont à prendre en compte dans la construction d'un FMEA :

- La gravité de la défaillance
- L'occurrence de la défaillance
- La probabilité de cette défaillance

Ensuite, une note, généralement comprise entre 1 et 5, est attribuée à chacun de ces facteurs. Le degré d'importance du problème, du risque lié à un sous-système, est obtenu en multipliant ces 3 facteurs. Plus la note de cette multiplication est élevée, plus le risque est à considérer car plus il est important ou impactant. A l'inverse, plus la note est basse, moins le problème est important, et il est donc considéré comme résiduel. Il est tout à fait possible de le traiter mais dans un second temps, une fois que tous les problèmes prioritaires auront été analysés, traités et résolus (Olivier, 2009).

En résumé, pour pouvoir prétendre à apporter des solutions ou à mettre en place des méthodes de résolutions de problèmes, le travail en amont, d'analyse de la situation existante et de relevé des pannes ou micro-arrêts sur ligne, est décisif. Il permet d'appréhender la suite de la démarche avec des bases solides. Ce travail minutieux sera le vecteur de solutions adaptées et efficaces pour améliorer la situation actuelle.

2.3 Résolution de problèmes

2.3.1 Méthodologie

La résolution de problèmes est constamment présente dans le milieu de l'entreprise. Cependant, dans une grande majorité des cas, les problèmes sont traités qu'en surface et cela entraîne inévitablement une récurrence de ces derniers.

C'est pourquoi il est essentiel de suivre une méthodologie dans la résolution de problèmes.

Voici à présent la méthodologie de résolution de problèmes, développée par la direction générale des Opérations du groupe l'Oréal, sur laquelle toutes les usines doivent s'aligner. (L'Oréal Direction Générale des Opérations, 2022)

Cette méthodologie est caractérisée par 7 étapes clés sur lesquelles il faut passer pour s'assurer de traiter correctement un problème. En d'autres termes, cela signifie de lui trouver sa ou ses cause(s) racine(s) afin de proposer des solutions appropriées et ainsi éviter qu'il ne reproduise dans le futur.

Premièrement, il s'agit de *sécuriser* son environnement, ses clients et ses employés. Cette étape se décompose en 2 sous-étapes à savoir d'une part, les contre-mesures immédiates et d'autre part, la présence de risques similaires. En ce qui concerne les contre-mesures immédiates, elles doivent immédiatement être mises en place après la détection du problème afin d'empêcher tout autre événement de se produire. Ces actions peuvent être temporaires jusqu'à la mise en place d'actions permanentes. En parallèle, pour sécuriser l'Oréal, il faut également penser aux risques similaires qui pourraient éventuellement se produire sur des produits, des processus semblables ou bien encore sur une situation similaire. Il faut ensuite prévenir le site et prendre des mesures de confinement si nécessaire à ces endroits.

La seconde étape consiste à éclaircir le problème. Cette étape est indispensable pour contenir le problème, assurer une compréhension commune claire et éviter la répétition de l'événement. Pour ce faire, il faut réaliser un rassemblement de preuves directement sur le terrain là où s'est produit le problème. Il s'agit ainsi d'informations directes et non d'informations anecdotiques ou indirectes qui auraient pu être filtrée ou modifiée sont ainsi obtenues directement et ne risquent pas d'être faussées ou modifiées à notre insu.

Une bonne pratique consiste à expliquer le problème avec un croquis dessin, images ou encore par des séquences du processus en les comparant à ce que ça devrait être en théorie.

Ces informations nécessaires permettront d'entamer la phase d'éclaircissement et de répondre aux 7 questions de la méthode QQQCCP. Il est important de passer à travers ces questions pour s'assurer de n'être passé à côté de rien.

Albert Einstein décrit bien l'importance de passer du temps à réfléchir au problème au travers de cette citation : « *Un problème sans solution, est un problème mal posé* ». (Le Figaro, s.d.)

Ensuite, il faut décrire le problème sous 2 points de vue :

- Pourquoi le problème s'est-t-il produit ? Donc il faut aller chercher la cause racine
- Pourquoi n'a-t-il pas été détecté avant qu'il ne se soit produit ?

Cela permet de ne pas mélanger détection et occurrence. Cependant, si à cette étape de résolution, la réponse aux questions s'avère être compliqué, il est recommandé de passer à l'étape suivante et de revenir à celle-ci par la suite.

Après s'être bien approprié le problème, l'étape correspondant à l'analyse du problème en tant que tel peut débiter. Le but de l'analyse est de nous conduire à identifier les causes racines du problème ou les causes de la non-détection au bon moment. Il existe une multitude d'outils pour

nous aider à trouver ces causes. Dans le cadre de mon projet, nous serons cependant amenés à en utiliser quelques-uns en particulier à savoir : la méthode des 5 Pourquoi, la méthode Ishikawa et l'arbre des causes. Ces 3 outils seront développés ultérieurement dans le travail.

A l'usine de Libramont, nous avons décidé d'utiliser ces outils en fonction de la complexité des problèmes rencontrés. Nous avons catégorisé les problèmes en 2 types : simples et complexes. Il est qualifié de complexe car il est transversal, répétitif ou bien il touche Lorsqu'on parle d'un problème complexe, il est question de quelque chose de transversal, répétitif ou bien parce qu'il demande de traiter différents aspects (humains, organisationnels, ...).

Concernant les problèmes simples, comme des analyses de pannes par exemple, il est recommandé d'utiliser les méthodes du 5 Pourquoi et de l'arbre des causes. Les problèmes complexes seront quant à eux analysés au travers d'un Ishikawa, d'un 5 pourquoi, une analyse de risque, la mise en place d'un groupe de travail.

Une fois les causes racines trouvées, la solution peut être mise en place au travers d'un plan d'action. Il est important de signaler que le plan d'action intervient à chaque étape de la résolution du problème. Ce plan d'action doit être géré à l'aide des méthodologies PDCA (Plan, Do, Check, Act -soit planifier, faire, vérifier, agir). Cette étape doit être impérativement clôturée par la mesure d'efficacité de l'action.

L'avant dernière étape relative au retour d'informations est essentielle si les mêmes erreurs ne veulent pas être répétées dans le futur. Pour cela, il faut promouvoir et documenter l'expérience, tirer des leçons et partager les bonnes pratiques sur la plateforme en ligne du groupe l'Oréal dédiée à cela à savoir « BEST ». Il faut également résumer les principaux éléments de la résolution du problème (faits, causes, actions...) et les communiquer aux parties prenantes, sous forme de fiche d'évaluation.

Pour finir, la résolution d'un problème se termine par la phase de clôture. Il est recommandé, pour assurer une clôture complète, de créer une liste de contrôle contenant quelques éléments clés tels que la vérification de la mise en place de toutes les actions, la vérification de l'éradication du problème ou bien encore s'assurer que les équipes soient bien toutes informées.

2.3.2 Outils d'aide à la résolution de problème

Comme vu précédemment, une méthodologie de résolution de problèmes claire et standardisée est un élément clé pour aboutir à une solution cohérente et efficace sur la source du problème. Il existe aujourd'hui un grand nombre d'outils d'aide à la résolution de problèmes. Il est alors judicieux de choisir les outils les plus adaptés à la situation à laquelle il faut faire face et à la physionomie du problème posé. Parmi les méthodes existantes, 4 des plus connues et des plus répandues seront explicitées à savoir, la méthode QQOQCCP, le diagramme d'Ishikawa (ou diagramme en arêtes de poissons), l'arbre des causes et la méthode des 5 Pourquoi (également appelée méthode des 5P).

Dans la méthodologie de résolution de problèmes expliquée ci-dessus, plusieurs étapes se distinguent pour arriver à la proposition d'une solution. La méthode QQQCCP s'inscrit dans la phase d'éclaircissement du problème alors que les 3 autres méthodes rentrent dans la phase d'analyse du problème afin d'en trouver les causes racines.

Méthode QQQCCP

La méthode QQQCCP, également appelée méthode de questionnement, est un outil d'aide à la résolution de problèmes utilisé pour comprendre un problème ou une opportunité d'amélioration à partir de différentes perspectives. En parcourant les 7 lettres qui la composent, le problème peut être visualisé de manière claire et objective favorisant ainsi une prise de décision efficace. (Bentalab, 2022)

Comme expliqué précédemment dans la méthodologie de résolution de problèmes développée par le groupe l'Oréal (cf. supra p.27), ce n'est qu'en comprenant efficacement le problème et le contexte dans lequel il s'insère qu'il est possible d'agir sur celui-ci et par conséquent d'obtenir un résultat efficace.

Le tableau ci-dessous reprend les différentes questions auxquelles il faut répondre afin de décrire la situation problématique le plus justement possible.

Tableau 3 : Récapitulatif sur la méthode de questionnement QQQCCP

QQQCCP	<i>Description</i>	<i>Questions à se poser</i>	<i>Cibles</i>
<i>Quoi</i>	Description de la problématique, de la tâche, de l'activité	De quoi s'agit-il ? Que s'est-il passé ? Qu'observe-t-on ?	Objet, actions, procédés, phase, opération, machine...
<i>Qui</i>	Description des personnes concernées, des parties prenantes, des intervenants	Qui est concerné ? Qui a détecté le problème ?	Personnel, clients, fournisseur, ...
<i>Où</i>	Description des lieux	Où cela s'est-il produit ? Où cela se passe-t-il ? Sur quel poste ? Quelle machine ?	Lieux, atelier, poste, machines, ...
<i>Quand</i>	Description du moment, de la durée, de la fréquence	Quel moment ? Combien de fois par cycle ? Depuis quand ?	Mois, jour, heure, durée, fréquence, planning, délais, ...
<i>Comment</i>	Description des méthodes, des	De quelle manière ? Dans quelles circonstances ?	Moyens, fournitures, procédures, mode opératoire, ...

	modes opératoires, des manières		
<i>Combien</i>	Description des moyens, du matériel, des équipements	Quel coût ? Quels moyens ? Quelles ressources ?	Budget, pertes, nombre de ressources, ...
<i>Pourquoi</i>	Description des raisons, des causes, des objectifs	Dans quel but ? Quelle finalité ?	Action correctives, préventives, former, atteindre les objectifs...

Source : Bentalab, S. (2022). *La méthode QQOQCCP, un outil d'analyse simple et performant*. Récupéré de <https://qualiblog.fr/outils-et-methodes/methode-qqoqccp-outil-analyse-simple-et-performant/de>

Diagramme d'Ishikawa

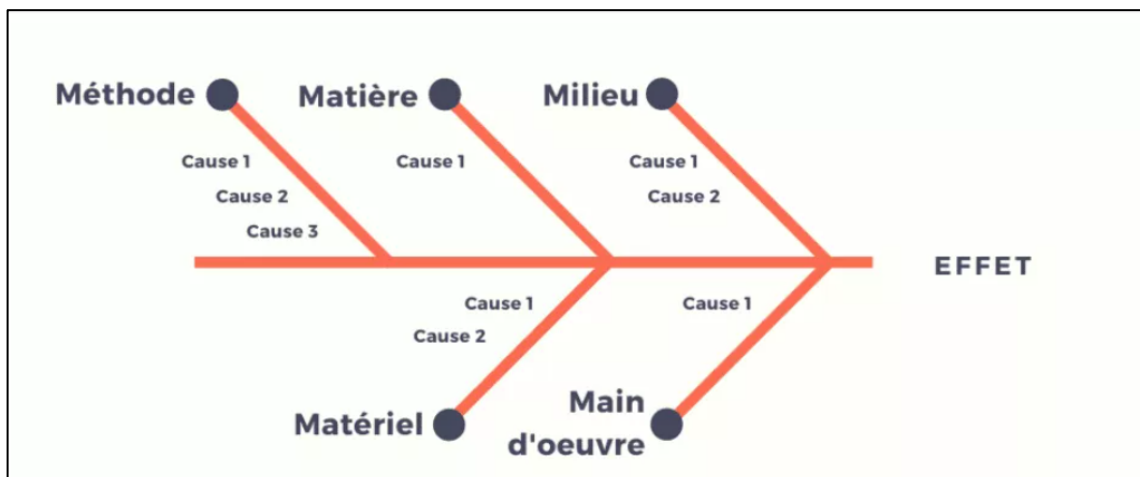


Figure 5 : Représentation du diagramme d'Ishikawa

Source : Lefebvre, A. (2020). *Le diagramme d'Ishikawa*. Récupéré de <https://www.leblogdudirigeant.com/diagramme-ishikawa/>

Le diagramme d'Ishikawa, également connu sous le nom de diagramme en arêtes de poisson, est un des nombreux outils utilisés par les entreprises pour résoudre des problèmes. Ce diagramme symbolisé par le squelette d'un poisson présentera à sa tête l'effet, autrement dit le problème rencontré par l'entreprise. Les 5 arrêtes du poisson seront quant à elles destinées à recueillir les différentes causes qui ont une influence, plus ou moins directe, sur le problème observé. Ces causes seront regroupées en 5 catégories, les « 5M » à savoir : Matériel, Méthode, Main d'œuvre, Matière et Milieu. (Lefebvre, 2020)

Voici ci-dessous une explication de ce que doit contenir chacune des branches associées à un type de cause en particulier. (Pouillard, 2021)

Tableau 4 : Tableau explicatif des 5M

Matière	Toutes causes liées aux éléments utilisés dans le processus de fabrication (pièces, matières premières, ...)
Milieu	Toutes causes liées à l'environnement et au contexte de réalisation
Méthode	Tout ce qui fait référence à la manière de travailler
Matériel	Cette branche comprendra tout ce qui se rapporte aux équipements, outils, machines et logiciels
Main d'oeuvre	Toutes causes liées aux ressources humaines (manque de compétences et formation, mal informées sur la bonne exécution des tâches, ...)

Source : Lefebvre, A. (2020). *Le diagramme d'Ishikawa*. Récupéré de <https://www.leblogdudirigeant.com/diagramme-ishikawa/>

Le nombre de branches ainsi que l'appellation de chacune d'entre elle peut bien évidemment être revu au regard du contexte de l'entreprise, ses objectifs et la problématique rencontrée. En effet, il est parfois possible de retrouver cet outil sous la forme de 6M, 7M voire 9M avec l'ajout de familles de cause comme par exemple Moyens financiers qui fait référence au budget alloué ou encore Management pour les méthodes d'encadrement. (Pouillard, 2021)

Etant particulièrement visuel, il permettra de brainstormer rapidement et efficacement autour des causes potentielles d'apparition d'une problématique. Grâce à cette vision globale, les managers pourront facilement mettre le doigt sur la provenance du problème et ainsi, creuser dans cette direction afin de trouver la vraie cause racine de celui-ci.

Arbre des causes

L'arbre des causes, autrement appelé diagramme d'arborescence des causes racines, a pour but, comme pour la méthode des 5 pourquoi, de conduire à identifier les causes du problème ou les causes de la non-détection au bon moment. (Cours BTS Sam, s.d.)

Utilisé comme représentation graphique de l'analyse des causes racines, il est d'une véritable aide dans l'analyse d'une situation problématique. Cet outil graphique représente un enchaînement de causes dérivant d'un seul et même problème. Ainsi, à partir de plusieurs échelons de causes, on aboutit à une ou plusieurs causes racines qui sont purement à l'origine du problème.

Cet outil peut être utilisé pour divers types de problèmes tels que des produits non-conformes sur les lignes de production, des pannes, des micro-arrêts, ... En définitive, les données en entrée

peuvent être variées mais l'issue est toujours la même à savoir trouver les causes racines. (Derobert, s.d.)

Ainsi, en utilisant cet outil, il y a une volonté de faire progresser la situation existante afin de la rendre meilleure, plus performante, moins problématique. Cela rejoint donc dans une moindre mesure une démarche d'amélioration continue des processus et procédés utilisés aujourd'hui, mais remis en cause demain.

Dans sa construction, cela débute par l'identification du problème. Ensuite, en partant de droite à gauche, ou de haut en bas, il faut déterminer la cause de l'étape précédente et ainsi de suite jusqu'à trouver la cause racine. Cela indique alors la fin de la procédure d'analyse au travers de l'arbre des causes.

Voici un exemple dans la construction de l'arbre des causes où on voit le problème bien identifié et toutes les causes en cascade qui en découlent :

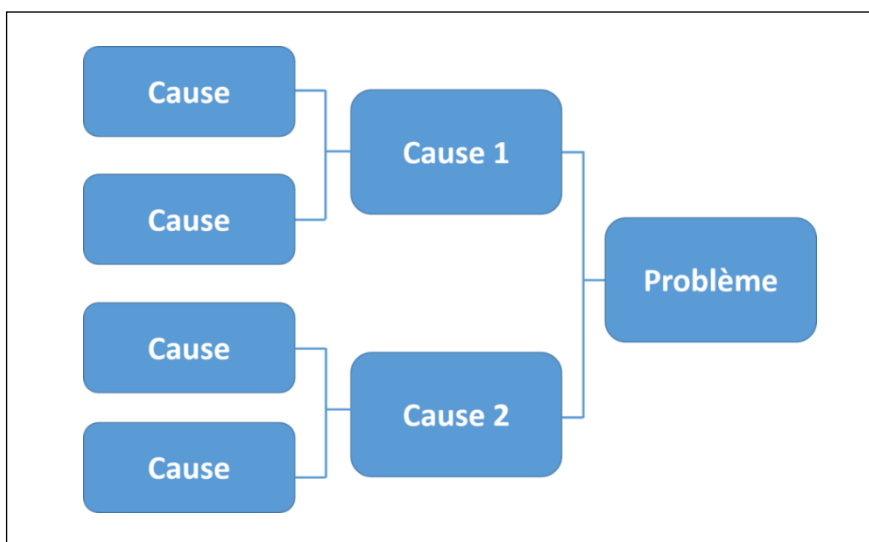


Figure 6 : Représentation de la structure de l'arbre des causes

Source : Préiso. (s.d.). *L'arbre des causes*. Récupéré de <https://www.preisoFrance.fr/details-l+arbre+des+causes-254.html>

Méthode des 5P

De même que pour la méthode de l'arbre des causes, la méthode des 5 Pourquoi est un outil qui permet l'analyse d'un problème donné. Le but est également de trouver les causes racines mais cette fois, avec une approche différente.

A partir d'un problème identifié, la méthode consiste à se poser 5 fois de suite la question « pourquoi ce problème ? ». A chaque étape, c'est-à-dire à chaque fois que la question pourquoi est posée, un nouveau problème lié au problème en amont apparaît. Cependant, pour ne pas dévier de la méthode en aboutissant à un problème insignifiant après s'être posé les 5 Pourquoi, il faut veiller à suivre 3 indications suivantes :

- Rester le plus factuel possible
- Éviter toute déduction ou supposition de problème
- Se limiter aux causes sur lesquelles il est possible d'avoir le contrôle

Une fois avoir identifié le problème initial puis s'être posé 5 fois la question pourquoi tout en justifiant à chaque fois le nouveau problème trouvé, le problème originel est trouvé. Après cela, il convient donc de proposer une solution qui règle le problème originel ce qui va inévitablement, par cheminement inverse, mener à la résolution du problème qui avait été détecté initialement. (Everlaab, 2022)

En prenant du recul, il est donc possible de faire combiner la méthode des 5 Pourquoi au sein du concept d'arbre des causes pour avoir une étude et une résolution du problème plus complète et plus approfondie.

Chapitre 3 : Mise en œuvre du projet

Suite à la rénovation technique de la ligne de production 45, l'objectif premier de ma gestion de projet consistait à atteindre le taux de rendement synthétique fixé à 55 %. Ensuite, il fallait faire en sorte de le stabiliser dans le temps voire de l'améliorer afin que la ligne puisse répondre de manière durable aux attentes du marché.

La phase de lancement, autrement appelée phase de « ramp up », devait se dérouler sur une durée de 7 semaines à partir de la date officielle de lancement fixée au 14 février 2022 (S1). Il était prévu qu'au bout de la semaine 7 de chantier, à savoir la semaine du 28 mars au 3 avril, le taux de rendement synthétique de la ligne 45 soit de 55 %. En d'autres termes, en sortie de chantier, la ligne devait être capable de produire 22 000 unités par pause pour pouvoir atteindre ce rendement souhaité de 55 %.

Le premier point abordé dans ce chapitre traite de la phase de « ramp up ». Dans cette partie, je présenterai, au moyen de graphiques, l'évolution quotidienne du TRS obtenu sur la ligne 45 de la 1^{ère} semaine de ramp up jusqu'à la dernière semaine de chantier. La complexité de cette ligne a entraîné beaucoup d'instabilités dans les résultats obtenus. Cela explique pourquoi le rendement de semaine en semaine n'a pas suivi une évolution croissante régulière.

Une fois cette phase de chantier terminée, la ligne a commencé à être stable au point de vue de ses performances mais le rendement de la ligne était tout de même quelques pourcents en deçà de l'objectif final qui avait été fixé. C'est pourquoi, il était à présent intéressant de collecter et analyser les données relevées sur la ligne de production pour pouvoir détecter ce qui était une barrière à l'atteinte du TRS de 55 %. Ensuite, il a fallu prioriser les problèmes rencontrés pour concentrer notre énergie sur ceux qui, une fois résolus, auront permis d'atteindre l'objectif fixé. Pour résoudre ces problèmes de manière efficace, l'utilisation de différents outils Lean était indispensable.

3.1 PHASE RAMP UP

A partir du moment où il y a rénovation ou lancement d'une ligne de production, le suivi d'une méthodologie propre à une phase de *ramp up* est très importante pour atteindre rapidement les objectifs de rendement fixés.

Premièrement, il est essentiel de se fixer des objectifs clairs pour que toutes les personnes impliquées sur le chantier soient alignées sur une vision unique et que l'on puisse évaluer la vitesse à laquelle les objectifs sont atteints. Il y a, d'une part, un KPI de résultats qui correspond au TRS cible de fin de *ramp up*. A côté de cela, il y a des KPIs de suivi de *ramp up* qui sont fixés par semaine. Exprimer ces sous-objectifs hebdomadaires sous forme de quantités à devoir produire par semaine est plus explicite pour les personnes de terrain.

Deuxièmement, un suivi quotidien au moyen d'un support visuel est indispensable pour atteindre les objectifs fixés. Cela consiste en un point quotidien sur la ligne de production avec l'ensemble des personnes impliquées dans le chantier. Le pilotage des KPIs de suivi réalisé

durant cet échange est favorisé par le management visuel. En effet, il facilite la lecture des informations, il permet d'avoir toujours un œil sur le plan d'action mis en place. De plus, cet outil de communication permet à quiconque regardant le tableau de détecter rapidement une déviation quant à l'objectif qui est fixé et y réagir dans les plus brefs délais.

En ce qui concerne la ligne 45, la phase de *ramp up* a débuté le lundi 14 février et s'est terminée le dimanche 3 avril. Une planification hebdomadaire des quantités à produire par pause, soit un certain TRS à atteindre par semaine, avait été préalablement établi en vue d'obtenir au bout des 7 semaines de chantier l'objectif final de 55% de rendement.

Les deux graphiques ci-dessous représentent l'évolution quotidienne du TRS obtenu sur la ligne 45 durant toute la période de *ramp up*.

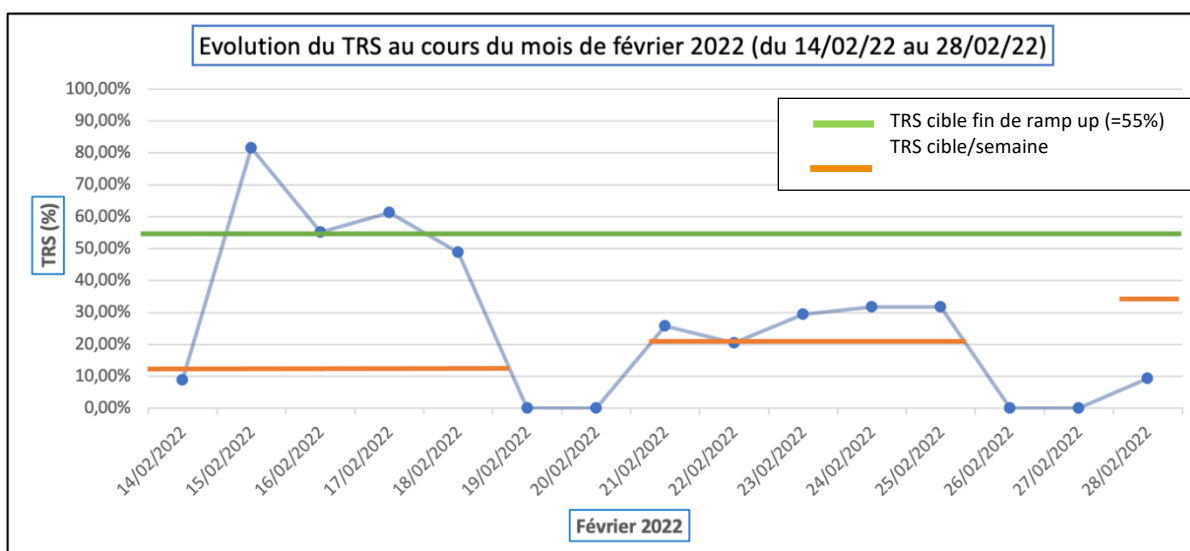


Figure 7 : Graphique représentant l'évolution quotidienne du TRS au cours du mois de février 2022

Source : Création personnelle sur excel sur base des données relevées sur le logiciel SPI. (2022)

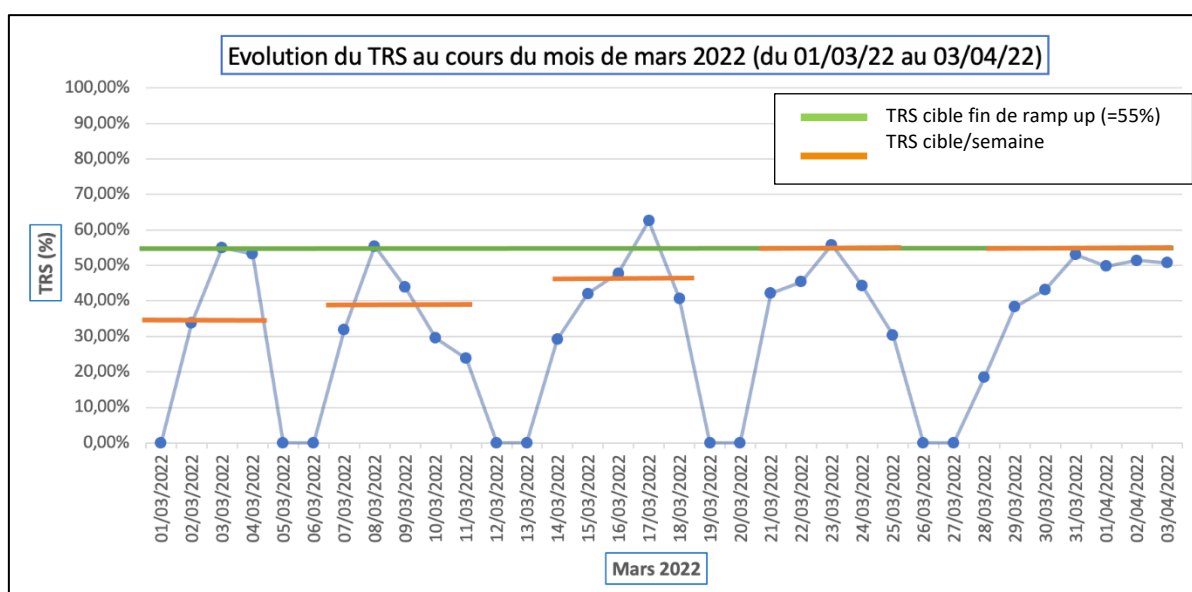


Figure 8 : Graphique représentant l'évolution quotidienne du TRS au cours du mois de mars 2022

Source : Création personnelle sur excel sur base des données relevées sur le logiciel SPI. (2022)

Il était prévu que la ligne ne tourne que 5 jours par semaine durant les six premières semaines de chantier ce qui explique les rendements de ligne d'une valeur de 0 % lors de 5 week-end.

Globalement, sur les 2 semaines comprises en février, la ligne de production est parvenue à atteindre les rendements qui lui avaient été fixés de manière hebdomadaire.

Ensuite, au mois de mars, une tendance commune d'évolution du TRS ressort de semaine en semaine. En effet, le rendement souhaité était généralement atteint voire dépassé en milieu de semaine. Par contre, le début et la fin de semaine étaient généralement marqués par un rendement de ligne en deçà de ce qui était planifié. Ces données relevées sur le mois de mars montrent une certaine instabilité dans les prestations journalières de la ligne de production. Il est vrai que la ligne 45 est connue comme étant une ligne difficile de par sa technologie complexe et le nombre de machines en son sein. De nombreux réglages tels que les asservissements ont dû être effectués par les nombreux fournisseurs de machines durant cette phase de *ramp up* ce qui mettait souvent la ligne de production à l'arrêt pendant quelques heures. Cela était inévitablement à chaque fois un frein à l'atteinte du but quotidien fixé.

Bien que l'objectif de rendement prévu lors de la dernière semaine de *ramp up* n'ait pas été atteint, sa stabilité au cours de cette période était un point positif. Cela signifiait que nous étions face à une ligne qui commençait à tourner de manière stable et que les gros points de réglages avaient été effectués correctement.

L'objectif à présent était de garder cette stabilité de rendement pour pouvoir analyser de manière pertinente les données recensées sur la ligne de production. Le but de cette démarche était premièrement de relever ce qui était une barrière à l'atteinte du TRS souhaité de 55 % pour ensuite agir intelligemment à ces niveaux et obtenir, par conséquent, une ligne plus performante dans le temps.

3.2 PHASE POST RAMP-UP

Pour mener à bien cette mission, il était indispensable de réunir les équipes terrain (opérateurs, techniciens et ingénieur de production) chaque semaine en salle de réunion. Cet échange permettait de piloter les KPIs au moyen d'un support visuel attractif. Dans le cadre de cette réunion, les KPIs portaient sur le TRS obtenu sur la ligne les jours précédents, les quantités produites sur la semaine, le taux de pannes par machine, ... Le tableau de bord digital utilisé pour mener cette réunion a été d'une grande utilité car il permettait d'avoir une vision globale sur les KPIs et sur le plan d'actions mis en place en parallèle. Ce rendez-vous hebdomadaire a permis de motiver et d'impliquer l'ensemble de l'équipe dans la réalisation des différentes tâches en vue d'atteindre l'objectif donné de 55 %.

La résolution des problèmes s'est effectuée dans une démarche d'amélioration continue basée sur la roue de Deming ou PDCA. L'objectif de la réunion était de parcourir les KPIs qui nous étaient pertinents pour constater s'il y avait de l'amélioration par rapport aux plans d'actions mis en place la semaine précédente. En cas de déviation par rapport à l'objectif fixé, nous réajustions en conséquence ces dernières dans l'espoir de s'améliorer la semaine d'après. En vue de mettre en place des actions efficaces, nous utilisons des outils Lean tels que le

brainstorming, le diagramme d'Ishikawa, les 5 Pourquoi, ... Ces derniers nous ont permis d'analyser correctement les problèmes de façon à trouver leurs causes racines.

3.2.1 Collecte et analyse des données

L'analyse réalisée tout au long du mois d'avril s'est faite sous forme d'une analyse en « entonnoir ».

Elle commence tout d'abord par une vue macroscopique de la performance réalisée sur la ligne de production. Cela a permis de cibler la perte de TRS sur laquelle il fallait principalement concentrer son énergie dans le but de la diminuer au maximum et par conséquent d'atteindre le rendement souhaité. Dans le cadre de ce projet, nous avons décidé d'attirer l'attention des équipes sur la diminution du taux de panne. Etant donné le nombre élevé de machines présentes sur la ligne, il a fallu prioriser celles qui causaient la plus grande perte de TRS en raison de leur temps d'arrêt trop long. Une fois ces quelques machines sélectionnées, il fallait à présent, dans l'ensemble des problèmes les impactant, sélectionner ceux qui provoquaient la plus grande perte de TRS.

Performance globale de la ligne de production sur le mois d'avril 2022

Tableau 5 : Répartition du temps d'occupation au cumul sur le mois d'avril, du lundi 4 avril 2022 au dimanche 1^{er} mai 2022

	TRS	Micro-arrêts	Pannes	Changements	Attentes	Pertes de cadence	Total
AVRIL	51,5 %	18,1 %	16,5 %	11 %	1,45 %	1,45 %	100 %

Source : Création personnelle sur base des données relevées sur Power BI. (2022)

Ce premier tableau donne un aperçu de la performance globale de la ligne enregistrée sur le mois d'avril. La première colonne, relative à la moyenne de TRS de la ligne 45, montre clairement que l'objectif fixé à 55 % n'a toujours pas été atteint.

Le « non-TRS », qui correspond à la différence entre le TRS réel et le TRS théorique de 100 % est une barrière à l'atteinte de notre objectif. Cette perte de TRS est reprise au travers des autres colonnes à savoir le taux de micro-arrêts, de pannes, de changements, d'attentes, de pertes de cadence, ... Ce tableau permet de constater que les pertes majoritaires de TRS se retrouvent au niveau des pannes et des micro-arrêts. En effet, sur les 48,5 % de « non-TRS » enregistré, les pannes et micro-arrêts comptent pour environ 70 % de l'ensemble des pertes.

Bien que le taux moyen de micro-arrêts soit plus élevé que le taux de pannes, il est important de s'attaquer premièrement aux nombreuses pannes, encore trop présentes sur ligne, et qui, par conséquent, l'empêchent de tourner. Une fois que la ligne tournera de manière constante, il faudra alors cibler et traiter les micro-arrêts via la méthode de chrono-analyse. Cela permettra de constater, sur une durée déterminée, la fréquence d'apparition des micro-arrêts et voir où concentrer les ressources pour réduire ce taux moyen de 18,1 %.

Analyse par semaine de la répartition du temps de panne par machine et influence sur le TRS

Ces graphiques extraits du logiciel « power BI » me permettent de classer les machines présentes sur la ligne 45 en fonction de leurs temps d'arrêts, exprimés en minutes, et en fonction de la perte de TRS entraînée par ces derniers. Cet outil m'a permis de mettre en lumière de manière plus exacte et plus rapide d'une part, les machines les plus problématiques et d'autre part, les différents problèmes dont chacune d'entre elles souffraient.

Les données relevées dans ces power BI proviennent du logiciel S.P.I.⁴. Ce logiciel, présent sur chacune des lignes de production, peut enregistrer un ensemble de données relatives à la ligne comme les pannes. Dès qu'une machine est à l'arrêt pour une durée supérieure à 5 minutes (cette durée est la limite entre les micro-arrêts en deçà et des pannes au-delà), le logiciel demande automatiquement aux opérateurs de justifier cet arrêt. Les diverses causes d'arrêt ont été préalablement programmées dans le système sous forme de nomenclatures comme présentées dans les tableaux ci-dessous. L'encodage est donc manuel et est du ressort des opérateurs. Il est donc fort probable que certaines causes d'arrêt se retrouvent parfois sous 2 nomenclatures différentes par faute de compréhension de la cause réelle de ces dernières. Pour obtenir plus de précisions au sujet des pannes, nous nous rendons régulièrement sur le logiciel S.P.I. afin d'accéder aux éventuels commentaires laissés par les opérateurs et les techniciens.

Semaine 8 (du 04/04 au 10/04)

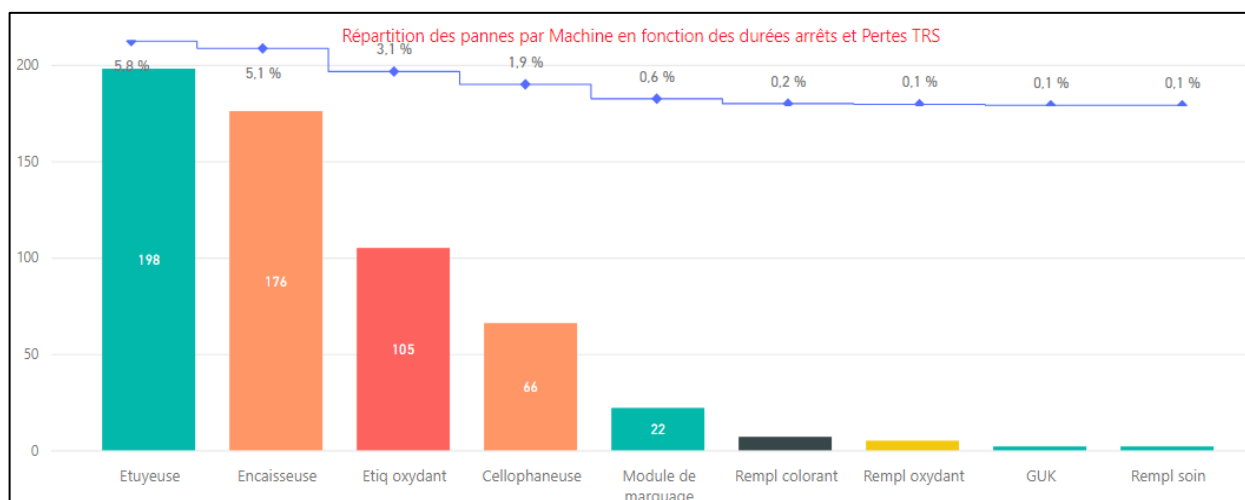


Figure 9 : Répartition des machines en fonction de la durée des arrêts en minute et de la perte de TRS associée – Semaine 8

Source : Extrait d'un Power BI interne à l'usine. (2022)

⁴ System Performance Indicators

Tableau 6 : Classement des machines en fonction de leur temps d'arrêt et la perte de TRS associée à ces temps d'arrêt – Semaine 8

TOP 3 des machines les plus pénalisantes		Perte de TRS associée à la machine (%)	Problèmes qui entraînent des pannes sur la machine	Pertes de TRS associées au problème (%)
1	Etuyeuse	5,8	Distributeur sachet gants	3
			Chaine étui	2,4
			Bourrage intro	0,2
			Chaine cassettes	0,18
			Etui mal fermé	0,02
2	Encaisseuse	5,1	Poste de prise caisse	2,2
			Tapis sortie	1,6
			Poste de collage	0,7
			Nordson	0,5
			Cause AC	0,1
3	Etiqueteuse oxydant	3,1	Entrainement rouleau	1,6
			Tête étiquetage	1,2
			Alimentation électrique	0,3

Source : Création personnelle sur base des données relevées sur Power BI. (2022)

Sur la semaine du 4 avril au 10 avril, le taux de panne recensé sur la ligne s'élevait à 17,3 %. Il en ressort que sur ces 17,3 %, environ 14 %, étaient dus aux arrêts de machines suivantes : étuyeuse (5,8 %), encasseuse (5,1 %) et étiqueteuse oxydant (3,1 %).

Ce pourcentage de perte peut ensuite être détaillé en fonction des problèmes propres à chaque machine.

Semaine 9 (du 11/04 au 17/04)

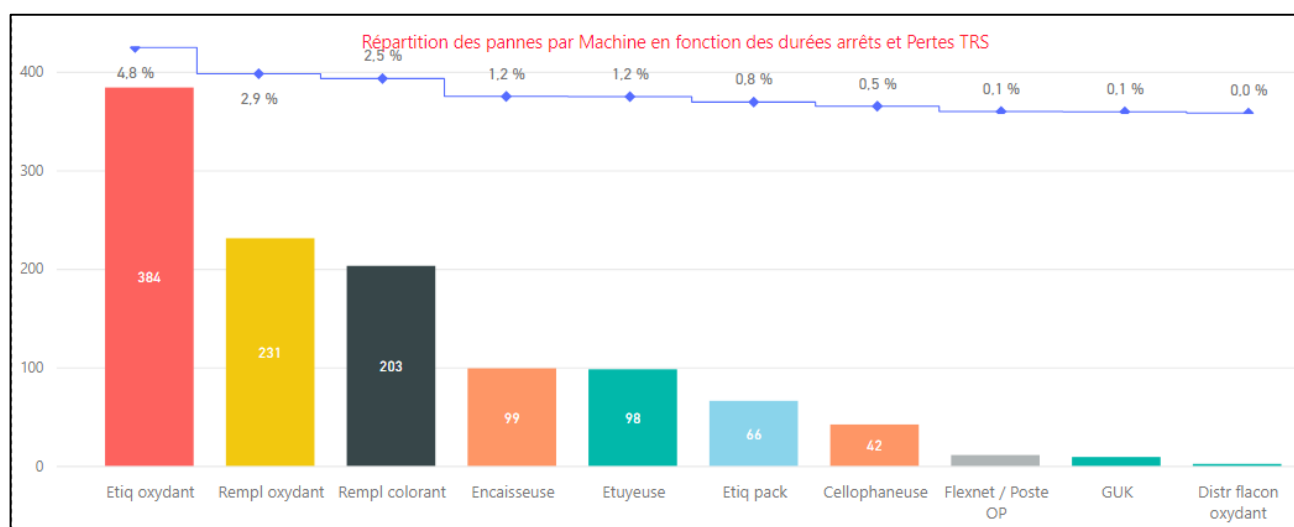


Figure 10 : Répartition des machines en fonction de la durée des arrêts en minute et de la perte de TRS associée – Semaine 9

Source : Extrait d'un Power BI interne à l'usine. (2022)

Tableau 7 : Classement des machines en fonction de leur temps d'arrêt et la perte de TRS associée à ces temps d'arrêt – Semaine 9

TOP 3 des machines les plus pénalisantes		Perte de TRS associée à la machine (%)	Problèmes qui entraînent des pannes sur la machine	Pertes de TRS associées au problème (%)
1	Etiqueteuse oxydant	4,8	Entraînement rouleau	3,7
			Tête étiquetage	0,7
			Alimentation électrique	0,4
2	Remplisseuse oxydant	2,9	Alimentation électrique	2,8
			Distribution capsules	0,05
			Perturbation jus ou aération	0,05
3	Remplisseuse colorant	2,5	Poste de remplissage	2
			Alimentation produit	0,3
			Poste de coupe	0,2
			Carter	0,1

Source : Création personnelle sur base des données relevées sur Power BI. (2022)

Sur la semaine du 11 avril au 17 avril, le taux de panne recensé sur la ligne s'élevait à 14,3 %. Sur ces 14,3 %, environ 10 %, c'est-à-dire $\frac{3}{4}$ du taux de pannes, étaient dus aux arrêts des machines suivantes : étiqueteuse oxydant (4,8 %), remplisseuse oxydant (2,9 %) et remplisseuse colorant (2,5 %).

Ce pourcentage de perte peut ensuite être détaillé en fonction des problèmes propres à chaque machine.

Semaine 10 (du 18/04 au 24/04)

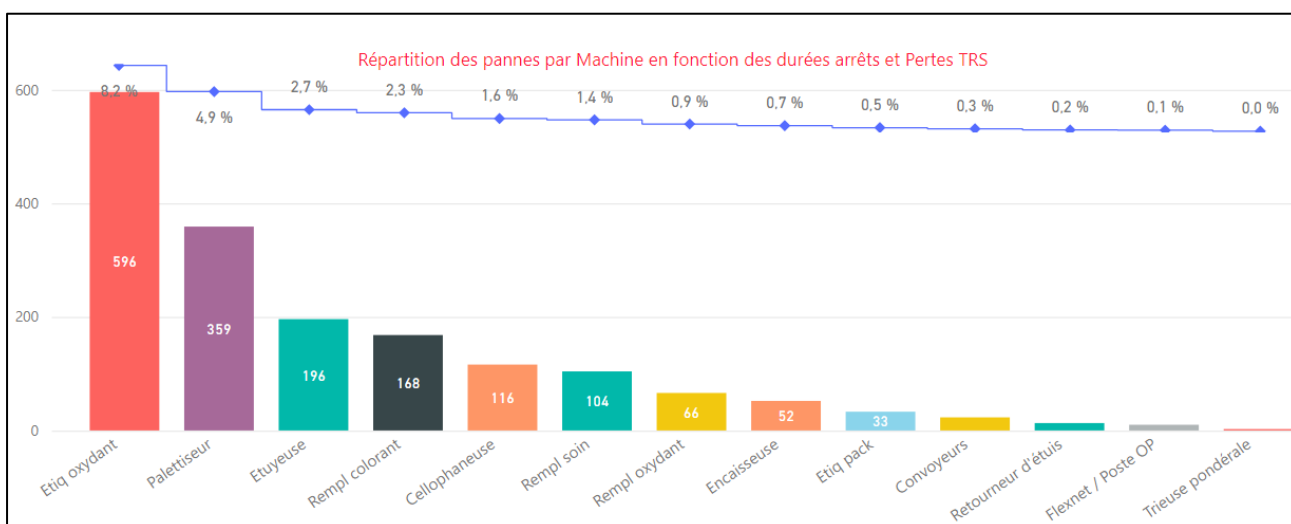


Figure 11 : Répartition des machines en fonction de la durée des arrêts en minute et de la perte de TRS associée – Semaine 10

Source : Extrait d'un Power BI interne à l'usine. (2022)

Tableau 8 : Classement des machines en fonction de leur temps d'arrêt et la perte associée à ces temps d'arrêt – Semaine 10

TOP 3 des machines les plus pénalisantes		Perte de TRS associée à la machine (%)	Problèmes qui entraînent des pannes sur la machine	Pertes de TRS associées au problème (%)
1	Etiqueteuse oxydant	8,2	Entraînement rouleau	7,3
			Tête étiquetage	0,87
			Alimentation électrique	0,03
2	Palettiseur	4,9	Alimentation électrique	2,9
			Poste de palettisation	1,2
			Poste de prise caisse	0,7
3	Etuyeuse	2,7	Poste sortie palette	0,1
			Etui mal fermé	1,5
			Distributeur sachet gants	0,5
			Tapis sortie	0,4
			Alimentation électrique	0,2
			Chaîne étui	0,1

Source : Création personnelle sur base des données relevées sur Power BI. (2022)

Sur la semaine du 18 avril au 24 avril, le taux de panne recensé sur la ligne s'élevait à 24 % pour un TRS de 39%. Sur ces 24 %, environ 15 %, c'est-à-dire plus de la moitié du taux de pannes, était dû aux arrêts des machines suivantes : étiqueteuse oxydant (8,2 %), palettiseur (4,9 %) et etuyeuse (2,5 %).

Cette performance moindre s'explique par la maintenance, prévue toute les 2 semaines pour une durée de 8 heures, qui a eu lieu le mardi 12 avril. Cet arrêt de la ligne entière, pour une longue durée, a entraîné de nombreuses pannes lors de son redémarrage. En effet, la ligne avait été mise hors tension pendant cette période ce qui a entraîné de nombreux problèmes électriques. C'est pourquoi, sur les 3 machines problématiques relevées, le problème « alimentation électrique » est systématiquement mentionné.

Ce pourcentage de perte peut ensuite être détaillé en fonction des problèmes propres à chaque machine.

Semaine 11 (25/04 au 01/05)

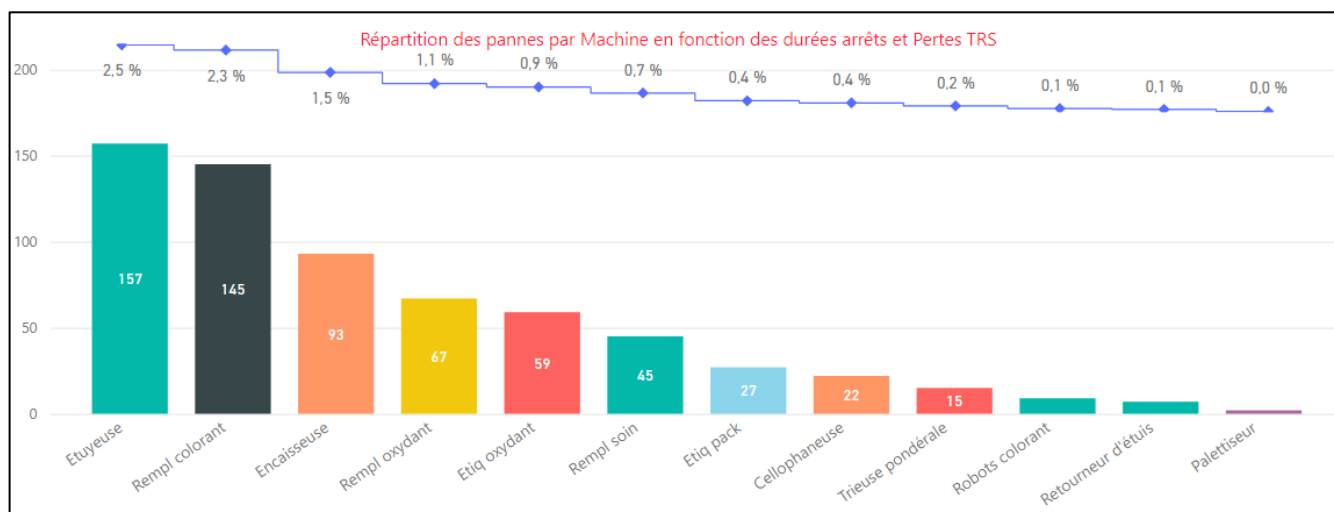


Figure 12 : Répartition des machines en fonction de la durée des arrêts en minute et de la perte de TRS associée – Semaine 11

Source : Extrait d'un Power BI interne à l'usine. (2022)

Tableau 9 : Classement des machines en fonction de leur temps d'arrêt et la perte de TRS associée à ces temps d'arrêt – Semaine 11

TOP 3 des machines les plus pénalisantes		Perte de TRS associée à la machine (%)	Problèmes qui entraînent pannes sur la machine	Pertes de TRS associées au problème (%)
1	Etuyeuse	2,5	Etui mal fermé	1,6
			Chaîne étui	0,4
			Distributeur sachet gant	0,3
			Marquage n° de lot	0,2
2	Remplisseuse colorant	2,3	Poste de remplissage	0,9
			Poste de chargement	0,8
			Crash	0,6
3	Encaisseuse	1,5	Poste de collage	0,4
			Poste de prise caisse	0,4
			Poste encaissage	0,3
			Nordson	0,2
			Crash	0,2

Source : Création personnelle sur base des données relevées sur Power BI. (2022)

Sur la dernière semaine analysée, soit la semaine du 25 avril au 1^{er} mai, le taux de panne recensé sur la ligne s'élevait à 10,3 %. Sur ces 10,3 %, environ 6 %, donc encore une fois, plus de la moitié du taux de pannes, étaient dus aux arrêts des machines suivantes : etuyeuse (2,5 %), remplisseuse colorant (2,3 %) et encaisseuse (1,5 %).

Ce pourcentage de perte peut ensuite être détaillé en fonction des problèmes propres à chaque machine.

Analyse mensuelle de la répartition du temps de panne par machine et influence sur le TRS

Le taux de panne moyen sur ces 4 semaines s'élevait à 16,5 % pour un TRS moyen d'environ 50 %. Cette vision sur une plus longue période a permis d'avoir un aperçu des machines les plus problématiques de la ligne d'un point de vue temps d'arrêt total engendré par les pannes et par conséquent, la perte de TRS associée à ces minutes d'arrêts. Cependant, il était tout de même intéressant de mettre ceci en parallèle avec les résultats obtenus sur chacune des semaines afin de pouvoir relever, d'une part, la fréquence d'apparition des machines dans les résultats et, d'autre part, des problèmes les concernant. En effet, une machine aurait pu être très problématique le temps d'une semaine provoquant ainsi un temps d'arrêt la plaçant dans le top 3 du mois des machines les plus pénalisantes pour le TRS alors qu'elle n'est plus reprise dans le classement les autres semaines tout simplement parce que les grosses pannes la concernant, ont pu être immédiatement traitées.

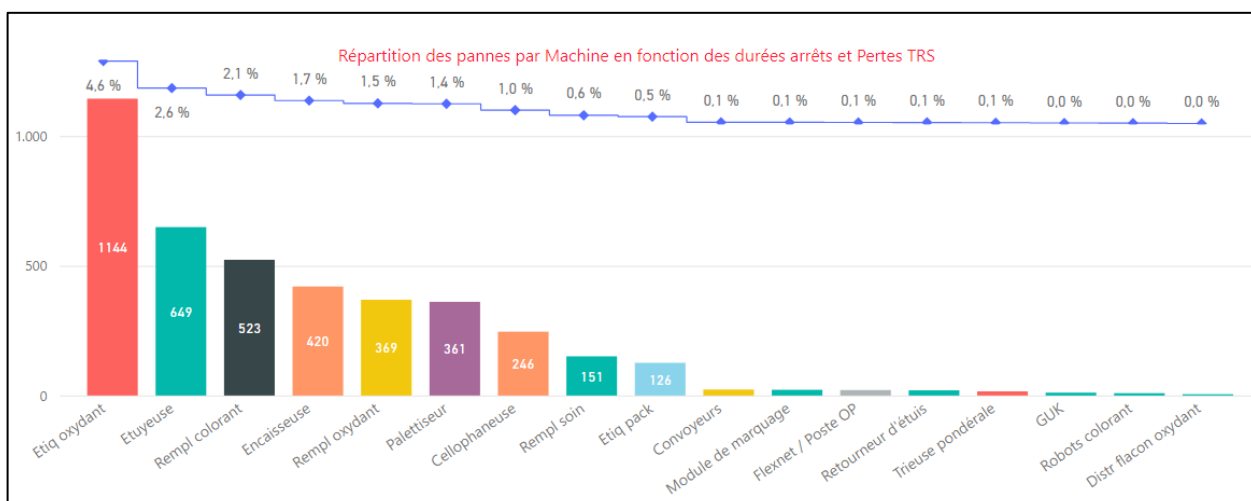


Figure 13 : Répartition des machines en fonction de la durée des arrêts en minute et de la perte de TRS associée – Avril 2022

Source : Extrait d'un Power BI interne à l'usine. (2022)

Tableau 10 : Classement des machines en fonction de leur temps d'arrêt et de la perte de TRS associée à ces temps d'arrêt – Avril 2022

TOP 3 des machines les plus pénalisantes		Perte de TRS associée (%)	Problèmes qui entraînent des pannes sur la machine	Pertes de TRS associées (%)
1	Etiqueteuse oxydant	4,6	Entrainement rouleau	3,8
			Tête étiquetage	0,65
			Alimentation électrique	0,25
2	Etuyeuse	2,6	Distributeur sachet gant	0,9
			Etui mal fermé	0,9
			Chaine étui	0,5
			Tapis sortie	0,1
			Alimentation électrique	0,1
			Chaine cassettes + Marquage N° de lot + Bourrage intro	0,1
3	Remplisseuse colorant	2,1	Poste de remplissage	1,2
			Poste d'orientation	0,2
			Poste de chargement	0,2
			Crash	0,1
			Alimentation produit	0,1
			Caméra lot	0,1
			Poste de coupe	0,1
			Carter + Chargeur tube	0,1

Source : Création personnelle sur base des données relevées sur Power BI. (2022)

Premièrement, cette vue d'ensemble permet de faire ressortir les 3 machines les plus pénalisantes qui engendrent des pertes de TRS d'environ 9 % sur les 16,5 % enregistrés sur cette période de 4 semaines. En d'autres termes, ces 3 machines sont responsables de plus de la moitié du pourcentage des pannes.

Prioriser ces 3 machines en vue d'un travail plus approfondi sur chacune d'entre elles, me semblait évident étant donné que l'étiqueteuse oxydant se retrouvait à 3 reprises dans le top 3 des machines problématiques, et que l'etuyeuse et la remplisseuse colorant étaient toutes deux présentes à 2 reprises dans les résultats hebdomadaires.

La réalisation d'une présentation de ces résultats aux opérateurs, aux techniciens et à l'ingénieur de production responsable de la ligne a été effectuée. Cela nous a permis de savoir s'il était toujours pertinent de se concentrer sur les éléments qui avaient été relevés de façon à pouvoir entamer mon analyse de la situation le plus efficacement possible.

3.2.2 Mise en place de la méthodologie de résolution de problème

1. Étiqueteuse oxydant

- Récapitulatif de sa position dans le classement des résultats

Après la période de chantier, lors de la prise de données tout au long du mois d'avril, j'ai pu détecter que les nombreuses pannes qui sont apparues sur la ligne de production étaient responsables d'une perte de TRS moyenne de 16,5 %. L'étiqueteuse oxydant était responsable d'un peu plus d'1/4 de ces dernières à savoir 4,6 % exactement. Cette machine apparaissait ainsi la première dans le classement général des machines les plus pénalisantes dans l'atteinte de notre objectif de TRS.

Lorsque des pannes apparaissaient sur l'étiqueteuse oxydant, les opérateurs encodaient dans le système les problèmes suivants :

- Entraînement rouleau (3,8)
- Tête étiquetage (0,65)
- Alimentation électrique (0,25)

L'entraînement rouleau était dans la majorité des cas la première cause d'arrêt de l'étiqueteuse oxydant à raison d'une perte moyenne de TRS de 3,8 % sur les 4,6 % de perte relative à cette machine. La minorité restante est liée à un souci au niveau de la tête d'étiquetage et à un problème d'alimentation électrique.

Il est important de signaler, comme expliqué dans un point ci-dessus (cf. supra p. 37), que ces pannes relevées sur cette machine ont été encodées manuellement par les opérateurs dans le logiciel S.P.I. En effet, lorsque le logiciel enregistre une panne sur une des machines, les opérateurs doivent justifier cette panne. Pour ce faire, ils doivent premièrement, sur l'écran présent sur la ligne de production, sélectionner la machine sur laquelle il y a eu une panne. Ensuite, ils doivent choisir, parmi les 6 pannes relatives à l'étiqueteuse oxydant qui ont été préalablement enregistrées dans le système, celle à laquelle ils font face. S'ils le souhaitent, ils peuvent également ajouter un commentaire à la panne.

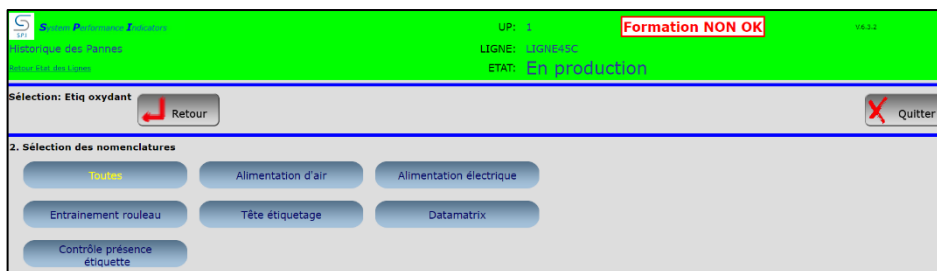


Figure 14 : Capture d'écran de l'interface du logiciel S.P.I.

Source : Création personnelle. (2022)

Il a donc été intéressant d'aller voir l'ensemble des commentaires laissés par les opérateurs sur le mois d'avril pour pouvoir cibler réellement ce qui se cachait derrière ces résultats. J'ai pu constater, grâce à cela, que derrière « Entraînement rouleau » se cachait principalement des éléments qui auraient dû être encodés sous la nomenclature « Tête d'étiquetage ». En effet, l'ensemble des commentaires, qui se retrouvent derrière ces 2 nomenclatures, mentionnent dans la majorité des cas une rupture du rouleau supportant les étiquettes comme cause d'arrêt de l'étiqueteuse oxydant. Cette casse du rouleau est à rapporter à « Tête d'étiquetage ». Cela va expliquer par la suite pourquoi la majorité des efforts se sont concentrés autour de cette problématique.

- Description du problème

L'image ci-dessous représente l'étiqueteuse oxydant de la ligne 45. Elle se compose des éléments suivants : deux dérouleurs, une tête d'étiquetage et un enrouleur.

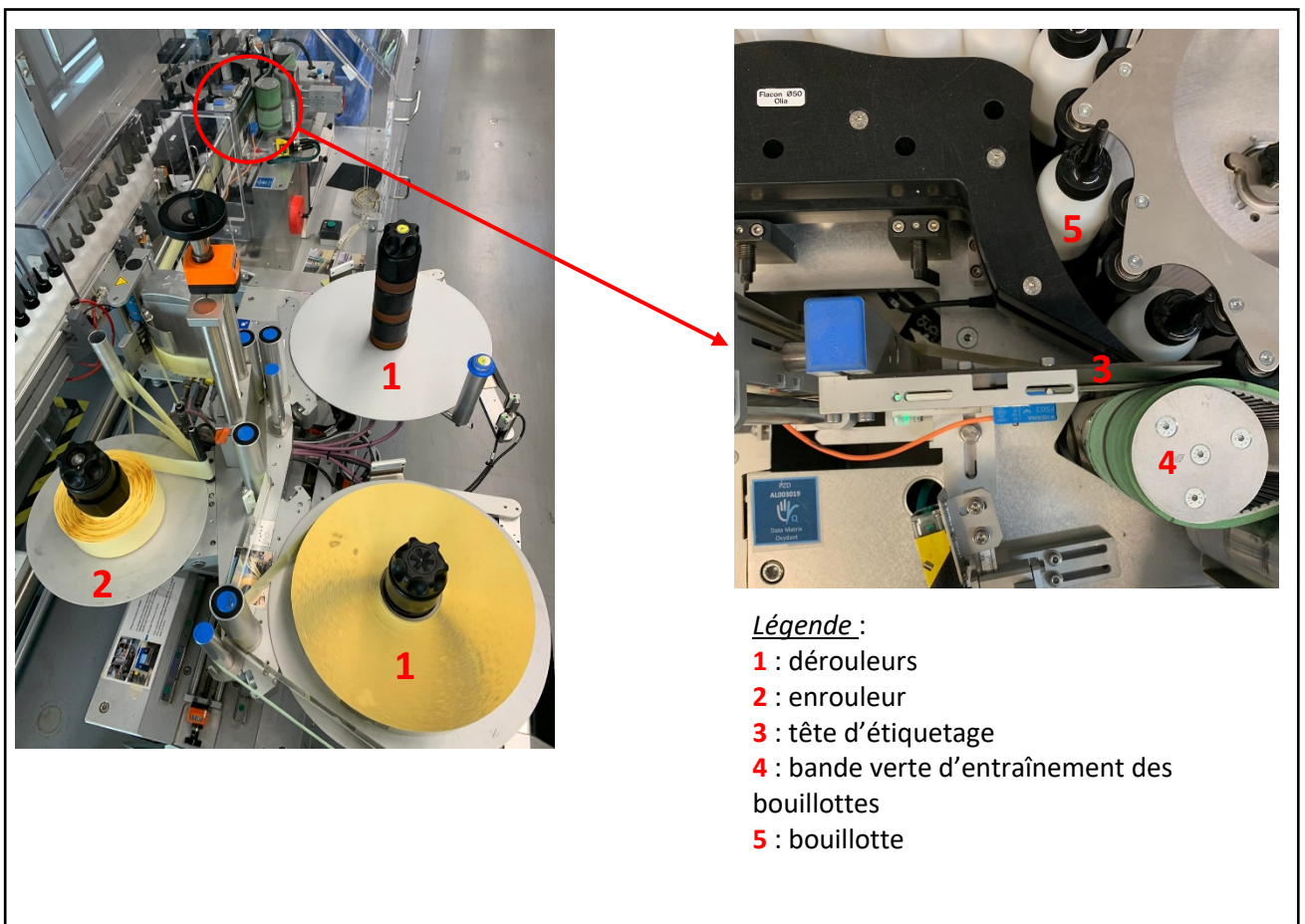


Figure 15 : Vue d'ensemble de l'étiqueteuse oxydant et agrandissement au niveau de la tête d'étiquetage

Source : Création personnelle. (2022)

Le support d'étiquettes de couleur jaune, est placé sur le dérouleur qui, au travers d'un moteur, va dérouler au fur et à mesure le support et emmener les étiquettes vers la tête d'étiquetage. Il est tout à fait possible d'utiliser, en parallèle, un deuxième dérouleur. Deux rouleaux d'étiquettes sont alors sans cesse présents sur la machine et sont connectés entre eux au moyen

d'un raccord entre les 2 rouleaux. Cette connexion permet, lorsqu'un des rouleaux est terminé, de passer immédiatement à l'utilisation de l'autre rouleau et ainsi de suite. Par conséquent, l'utilisation d'un deuxième dérouleur rend la machine plus performante.

Un zoom de la tête d'étiquetage a été réalisé et est représenté sur la deuxième image. C'est à ce niveau-là de la machine que les étiquettes arrivent pour être posées sur toute la circonférence des bouillottes qui arrivent les unes à la suite des autres de l'autre côté.

Le mécanisme de dépose des étiquettes consiste en une bande verte, comme on le voit sur la photo, qui tourne sur elle-même afin de faire tourner les bouillottes. Au même moment, l'étiquette se décolle et se fait entraîner contre la bouillotte.

Une fois l'étiquette posée, le support jaune qui contenait ces étiquettes continue son chemin vers l'enrouleur.

L'étiqueteuse oxydant a fait face à de nombreuses pannes tout le long du mois d'avril.

En termes de fréquence d'apparition, les casses de rouleau sont les pannes qui ont mis à l'arrêt le plus souvent la machine. Les opérateurs m'ont informé que les casses de rouleau survenaient au niveau de la tête d'étiquetage ou après cette dernière lorsque la machine tournait. Une analyse plus approfondie sur les causes racines d'apparition de ce problème s'est donc révélée être intéressante afin de les éliminer.

L'étiqueteuse a également fait face à un événement inattendu la paralysant pendant environ 2 heures durant le week-end du 9 avril. Comme le montre l'image ci-dessous, il s'agissait d'une panne sur l'enrouleur qui n'était plus capable d'enrouler le papier jaune une fois l'étiquette posée. Ce défaut sur le dérouleur avait été encodé correctement sous la nomenclature suivante : « Entraînement rouleau ».

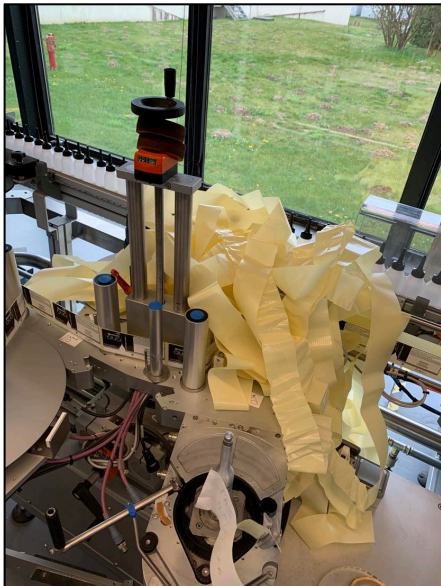


Figure 16 : Photo du problème causé par l'enrouleur

Source : Création personnelle. (2022)

Suite à cela, la semaine suivante, il a été intéressant de réaliser une chrono-analyse sur cette étiqueteuse oxydant afin d'une part, de voir réellement ce qu'il se passait sur cette machine et d'autre part, cerner les micro-arrêts que pouvait engendrer la perte d'un dérouleur.

- *Analyse du problème grâce aux outils Lean et mise en place d'actions*

A) Chrono-analyse

Afin de comprendre ce qui impactait le plus les opérateurs dans leurs tâches, la réalisation de deux chrono-analyses s'est révélée être intéressante.

Premièrement, en restant quelques heures sur la ligne avec une attention particulière sur l'étiqueteuse oxydant, j'ai pu voir réellement ce qui se passait et ce que la casse du support d'étiquettes entraînait comme temps d'arrêt. De plus, la fréquence d'apparition élevée de ce problème lors de mes chrono-analyses et la charge de travail supplémentaire engendrée suite aux nombreuses casses, m'ont fait réaliser qu'il fallait le plus rapidement trouver des solutions à cela.

Ensuite, j'ai pu remarquer que le manque d'un dérouleur au sein de l'étiqueteuse entraînait un grand nombre de micro-arrêts et était par conséquent, responsable de la grande majorité des micro-arrêts enregistrés sur la ligne de production.

B) Diagramme d'Ishikawa

Lors d'une de nos réunions hebdomadaires de suivi de la ligne 45, il a été intéressant de réaliser un diagramme d'Ishikawa avec les opérateurs et les techniciens présents. Ce diagramme permet de faire un brainstorming et de mettre en évidence les relations de causes à effets liées à une problématique. Cela nous a permis d'avoir d'une part, une vision d'ensemble des différents éléments ayant une influence sur notre problématique et d'autre part, de trouver plus facilement les solutions à apporter. La méthode des « 5 Pourquoi », qui est un autre outil d'aide à la résolution de problème, avait également été utilisé durant la construction de ce diagramme. Il nous avait permis, sur chacun des axes, d'approfondir la recherche des causes racines.

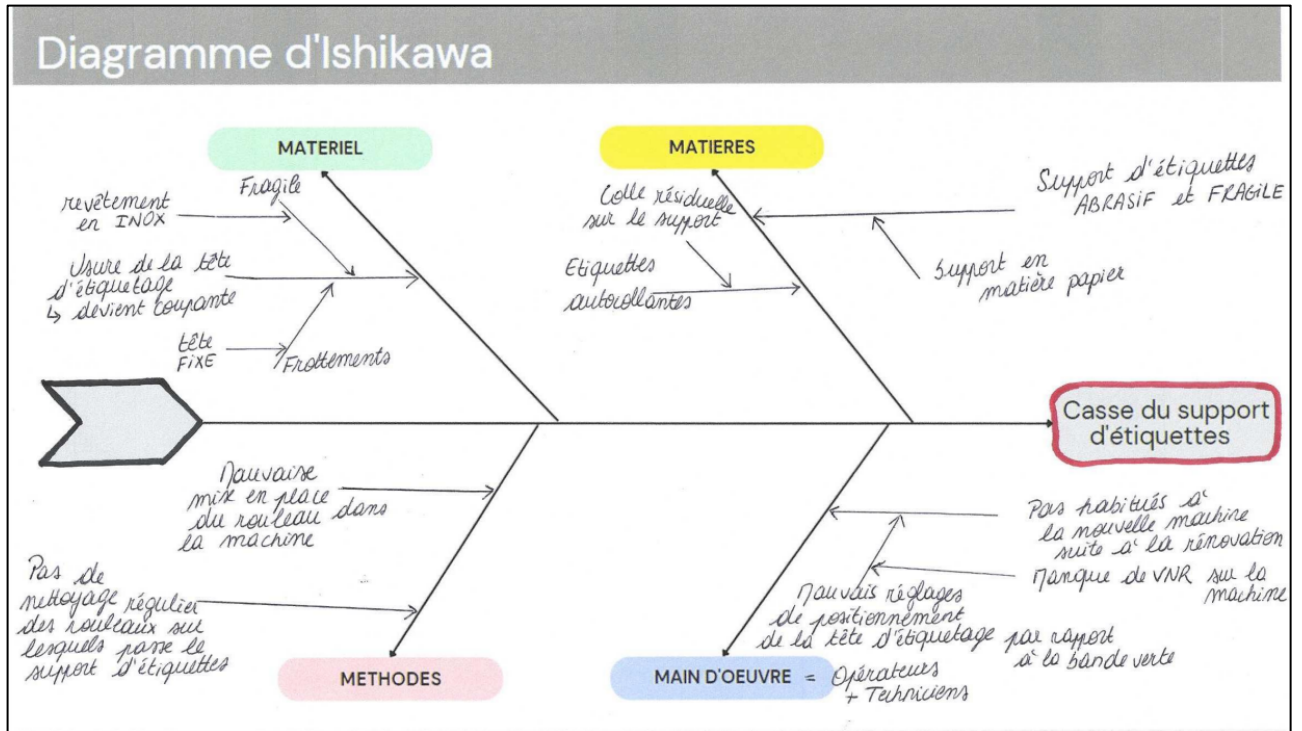


Figure 17 : Diagramme d'Ishikawa relatif à la casse du support d'étiquettes

Source : Création personnelle. (2022)

A l'extrémité droite du diagramme se trouve la problématique que nous cherchions à résoudre à savoir la casse intempestive du rouleau d'étiquettes. Ensuite, nous avons passé en revue chacune des grandes familles de causes afin de prendre en considération l'ensemble des causes possibles pouvant être à l'origine du problème.

Voici ci-dessous un peu plus d'explications quant aux différentes causes mentionnées sur le diagramme.

➤ **MATIERES :**

Les supports des étiquettes autocollantes au sein de l'usine sont tous en matière papier. Cette matière, contrairement au plastique, est très fragile ce qui accentue le risque de casse du support. De plus, le papier est réputé pour être abrasif ce qui entraîne, par frottements, l'usure de la tête d'étiquetage. Ce frottement, avec le temps, a tendance à l'aiguiser et à la rendre coupante.

Les étiquettes autocollantes, une fois posées sur les bouillottes, laissent sur le support papier un tout petit peu de colle. Cette colle résiduelle s'accumule avec le temps sur les rouleaux qui sont placés après la tête d'étiquetage et qui permettent le bon cheminement du support papier vers l'enrouleur. Sans être nettoyés régulièrement, la colle peut créer de la résistance sur le support et par conséquent, engendrer la casse du rouleau.

➤ **MATERIEL :**

La tête d'étiquetage est la seule partie mécanique de l'étiqueteuse qui peut avoir de l'influence sur la casse du support d'étiquettes.

Le passage du support étiquettes sur la plaque peut mener à l'usure de cette dernière. Nous avons ensuite utilisé la méthode des « 5 Pourquoi » pour trouver la cause sur laquelle nous pouvons agir. L'utilisation de « 2 Pourquoi » successifs nous a suffi dans ce cas-ci pour obtenir les causes de dysfonctionnement sur lesquelles pouvoir agir.

1. Pourquoi la plaque s'use-t-elle au passage du support d'étiquettes ?

- Frottement du support papier sur la tête d'étiquetage

1'. Pourquoi y a-t-il un frottement ?

Car la plaque sur laquelle frotte le support en papier est fixe.

- Plaque fragile.

1''. Pourquoi la plaque est-elle fragile ?

Car son revêtement est fait en inox

➤ **METHODES :**

Pour que le déroulement et l'enroulement du support d'étiquettes se passe bien et n'entraîne pas la casse de ce dernier, il est fondamental que la position du passage du rouleau lors de sa mise en place soit respectée.

Comme expliqué précédemment, une autre cause probable de casse du rouleau d'étiquettes concerne la colle résiduelle qui peut rester sur les petits rouleaux sur lesquels passe le support d'étiquettes une fois les étiquettes posées sur les bouillotes. Si un nettoyage régulier n'est pas réalisé, cela peut inévitablement mener à la casse du rouleau. Il est donc indispensable que le nettoyage de ces rouleaux par les opérateurs en fin de travail soit repris dans la procédure de maintenance de la ligne de production.

➤ **MAIN d'ŒUVRE :**

Pour rappel, la rénovation de la ligne 45 a eu lieu en raison d'un changement dans la définition du produit. Par conséquent, les machines constituant la ligne de production ont dû être revues. Par exemple, une étiqueteuse oxydant a dû être ajoutée sur la ligne. En effet, avant la rénovation, l'oxydant était directement rempli dans des tubes sur lesquels il y avait déjà un marquage. À côté de ce tube, les clients recevaient également une bouillote vide sans étiquette ce qui leur permettait de faire le mélange. La nouvelle conception du kit de coloration consistait en la suppression du tube oxydant pour laisser place uniquement à la bouillote qui cette fois contenait déjà l'oxydant. Il fallait donc à présent ajouter une étiquette sur la bouillote pour pouvoir afficher les ingrédients de l'oxydant.

Les techniciens et les opérateurs qui sont amenés à travailler sur cette machine ne sont donc pas encore habitués à la manipuler. Chaque changement de rouleau d'étiquettes demande de

la rigueur de la part des opérateurs quant à la position qu'il doit adopter. Un sens de passage non respecté va inévitablement mener à la casse du rouleau. De plus, ce manque d'expérience peut également expliquer que les techniciens, lors des réglages sur la machine, ne repositionnent pas toujours correctement la tête d'étiquetage par rapport à la bande verte. En effet, si la tête d'étiquetage est repositionnée contre la bande verte, il y a une résistance qui se crée sur le ruban qui n'est plus libre de tourner sur la structure.

⇒ Mise en place d'actions :

Problème de l'enrouleur

- ✓ Dans l'urgence, durant le week-end où le problème est apparu, le dépannage a consisté à enlever le dérouleur de droite pour être mis à la place de l'enrouleur défaillant. Un dérouleur peut faire office d'enrouleur à partir du moment où il est reconfiguré selon les nouvelles fonctions qu'il doit occuper. A partir de ce moment-là, l'étiqueteuse oxydant ne tournait plus que sur un dérouleur et entraînait, par conséquent, de nombreux micro-arrêts puisqu'à chaque fin de rouleau, il fallait enlever le morceau restant et placer un nouveau rouleau.
- ✓ Il était donc indispensable de placer au plus vite un second dérouleur. Pour ce faire, un technicien s'est rendu dans l'entrepôt de Molinfaing dédié au stockage de machines, de certaines pièces techniques, ... pour en récupérer un ancien. En parallèle, une commande pour un nouveau dérouleur avait été envoyée afin de toujours en avoir un de réserve.

Problème de la casse du support d'étiquettes

➤ **MATIERES** :

Si on avait voulu agir à ce niveau-là, il aurait fallu passer sur un support d'étiquettes en matière plastique qui est plus résistant. Cependant, après renseignements, il était inenvisageable de passer à ce type de support et ce, pour des raisons environnementales.

Les avantages d'un support étiquette en matière plastique sont les suivants :

- Matière non-abrasive : elle n'abîme pas la tête et la rend moins coupante
- Matière plus résistante, moins sensible à la casse
- Matière plus glissante sur la tête d'étiquetage

A un moment durant mon stage, il y a eu un problème en approvisionnement de supports en matière papier. Certaines lignes n'avaient plus de stock suffisant que pour combler cette pénurie de support étiquettes. La solution à court-terme pour ces lignes avait été de leur fournir des supports en matière plastique. Nous avons pu remarquer que sur ces lignes, le problème de casse avait été immédiatement réglé suite au changement de support. La ligne 45 quant à elle, n'était pas prioritaire pour bénéficier de ce type de support car elle avait encore suffisamment de stock. De toute manière, même si nous avions été propriétaires, cela aurait été sur le court

terme car cette solution n'était pas alignée aux nouveaux objectifs du groupe l'Oréal en matière de développement durable.

Cela explique pourquoi nous avons été contraints de nous adapter à ce type de support et d'envisager d'autres solutions.

➤ **MATERIELS**

Solution Court-Terme :

Il fallait réagir au plus vite sur cette casse de rouleau et donc, nous avons pris exemple sur ce que les autres lignes de production avaient mis en place pour tenter de régler ce problème. Il s'agit de poser sur l'extrémité de la tête d'étiquetage un morceau de téflon qui empêche au support en papier d'aiguiser la plaque et donc de la rendre coupante.

Cependant, il s'agissait d'une solution court-terme et nous devons réfléchir à de futures solutions plus efficaces que cette pose de téflon pour les raisons suivantes :

- Usure rapide du téflon
- Charge de travail supplémentaire pour les opérateurs et les techniciens
- Solution dépendante uniquement de la bonne volonté de la main d'œuvre.

En attente de solutions futures, nous avons fait une demande aux opérateurs d'un changement quotidien en début de journée du morceau de téflon. Cette solution réduit fortement le risque de casse mais n'est pas entièrement fiable pour les différentes raisons mentionnées ci-dessus.

Solutions Long-Terme :

Après discussion avec les équipes, il y a 2 solutions qui ont été imaginées.

Premièrement, nous avons pris contact avec le fournisseur de l'étiqueteuse oxydant pour lui expliquer le problème que nous rencontrons. Suite à cela, il nous a proposé une tête d'étiquetage avec un revêtement en matière à base de téflon.

Deuxièmement en parallèle, le prototype d'une tête d'étiquetage avec un axe mobile à l'extrémité a été imaginé. Cela permettrait de solutionner l'aspect fixe de l'ancienne tête d'étiquetage qui accentuait les frottements lors du passage du ruban de papier contre la plaque. Dans ce cas-ci, l'axe rotatif tournerait au même rythme que le papier. Il n'y aurait donc plus de frottement du support papier. Cette pièce a été exécutée en interne grâce à l'impression 3D dont nous bénéficions au sein de l'usine.

Ces 2 solutions nous semblent être équivalentes en termes d'efficacité. Cependant, pour y voir plus clair sur celle qui allait être priorisée dans notre plan d'action, il était premièrement intéressant de développer les avantages et les inconvénients de chacune des solutions au sein du tableau qui se trouve ci-dessous.

Tableau 11 : Avantages et inconvénients des 2 solutions imaginées – Etiqueteuse oxydant

	Avantages	Inconvénients
Nouveau revêtement	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place simple ≈ 30 min de montage 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût élevé • Délai de la commande
Impression 3D en interne	<ul style="list-style-type: none"> • Coût faible 	<ul style="list-style-type: none"> • N'existe pas sur d'autres lignes de production → Pas de recul sur le fonctionnement, son efficacité, son vieillissement, ... • Modification de la machine pour sa mise en place ≈ 2-3 heures de montage

Source: Création personnelle. (2022)

Ensuite, nous avons utilisé la méthode d'évaluation de l'effet engendré par la mise en place des actions en fonction des efforts requis pour les mettre en place.

Tableau 12 : Evaluation de l'effort requis pour mettre les solutions en place et l'effet qui en découle

	EFFET	EFFORT
Nouveau revêtement	FORT	FAIBLE
Impression 3D en interne	FORT	FORT

Source: Création personnelle. (2022)

Après analyse, nous avons décidé de prioriser la mise en place de la tête d'étiquetage avec le nouveau revêtement. En effet, bien que cette solution ne soit pas immédiate vu le délai de livraison, sa mise en place est très simple. Il suffit juste d'enlever la plaque existante et de la remplacer par la nouvelle plaque. L'effort demandé pour réaliser cela est donc faible.

Par contre, en ce qui concerne l'impression en 3D du prototype, bien qu'elle soit tout aussi efficace, sa mise en place prend quelques heures. L'effort pour la placer est donc fort car cela demande de faire un grand nombre d'adaptations au sein de la machine. Une fois placée, il faudra faire un suivi de son fonctionnement pour s'assurer qu'elle soit efficace et qu'elle ne pénalise pas l'entièreté de la ligne de production dans les jours qui suivent sa mise en place.

La tête d'étiquetage avec le nouveau revêtement a été positionnée peu de temps avant la fin de mon stage et ne semblait pas être tout aussi satisfaisante que nous l'avions imaginé.

L'impression 3D de la plaque avec l'axe mobile sera donc mis en place dans le courant du mois d'août.

➤ **METHODES**

- ✓ Le bon placement des rouleaux au niveau des deux dérouleurs et de l'enrouleur est impératif pour éviter toute casse du ruban. Pour cela, des petits visuels représentant le bon passage du ruban d'un point de vue macroscopique dans ces différentes zones ont été placés sur la machine. Lors d'une de nos réunions hebdomadaires de suivi de la ligne 45, nous nous sommes également assurés que ces visuels étaient compris par l'ensemble des gens impliqués sur la ligne.

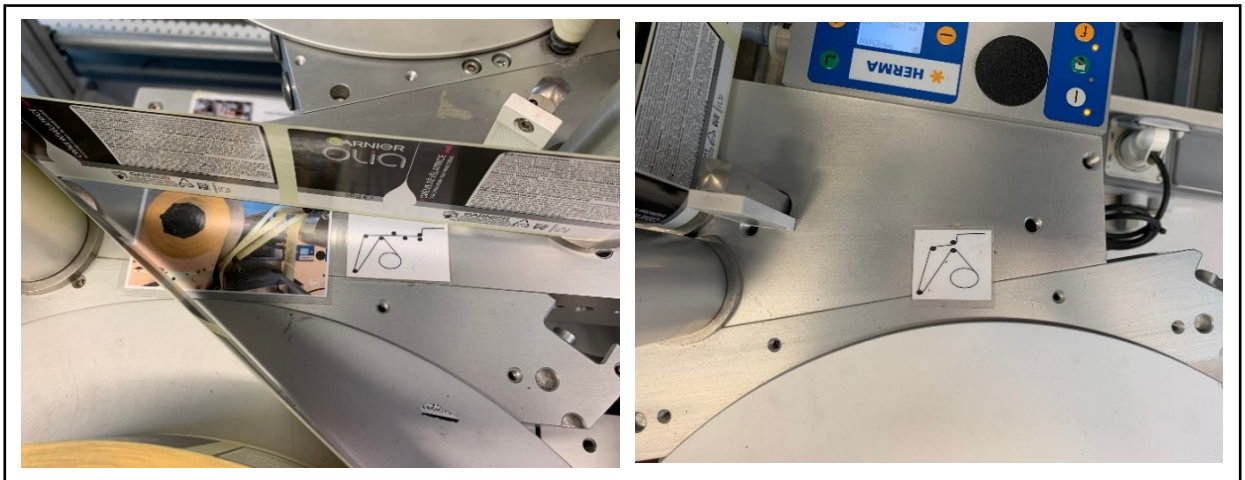


Figure 18 : Photos des visuels placés sur la machine représentant le bon placement du rouleau d'étiquettes au niveau des deux dérouleurs

Source : Création personnelle. (2022)

Cependant, après cela, la casse du rouleau pour cause de mauvais placement de ce dernier persistait dans les résultats. J'ai pu constater sur place que certains opérateurs se trompaient dans le placement du rouleau derrière la tête d'étiquetage. Pour cela, j'ai ajouté deux photos expliquant le sens correct de passage du rouleau.



Figure 19 : Photo des visuels placés sur la machine représentant le bon placement du support d'étiquettes derrière la tête d'étiquetage

Source : Création personnelle. (2022)

- ✓ Concernant la colle résiduelle qui peut rester sur les différents petits rouleaux sur lesquels le support d'étiquettes passe, il a fallu inciter les opérateurs à les nettoyer régulièrement. Pour ce faire, une fiche d'explication a été établie et intégrée dans le dossier de maintenance des opérateurs une fois leur travail d'une durée de 8 heures terminé.

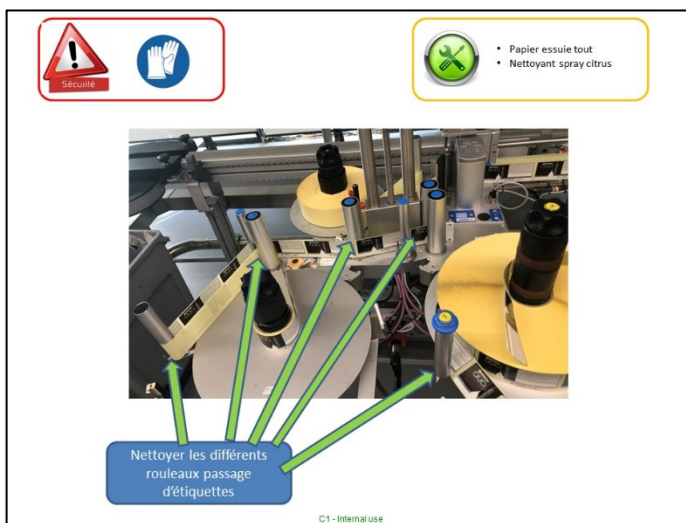


Figure 20 : Fiche d'explication du nettoyage des rouleaux figurant dans le support de maintenance des opérateurs

Source : Document interne à l'entreprise. (2022)

➤ MAIN d'ŒUVRE

Comme expliqué précédemment, certaines casses du rouleau étaient en partie dues à la mauvaise remise en place de la position de la tête d'étiquetage une fois l'intervention des techniciens sur la machine terminée. Il est pourtant indispensable que la tête d'étiquetage ne touche pas la bande verte d'entraînement des bouillottes pour que le support d'étiquette soit

libre et ne dépende que de la vitesse d'entraînement de l'étiqueteuse. Un manque de valeurs nominales de réglages sur la machine a entraîné ce problème.

Ces réglages de positionnement sont des réglages fixes c'est-à-dire que ce sont des réglages dont la valeur ne varie pas avec un changement de nuance ou de pays. C'est pour cela qu'une fois les bons points de réglages identifiés par les techniciens, il a fallu les figer sur la machine.

En ce qui concerne les points fixes non gradués tels que les écrous, les alignements, ..., le code couleur défini au sein de l'usine demande de les marquer au vernis rouge.

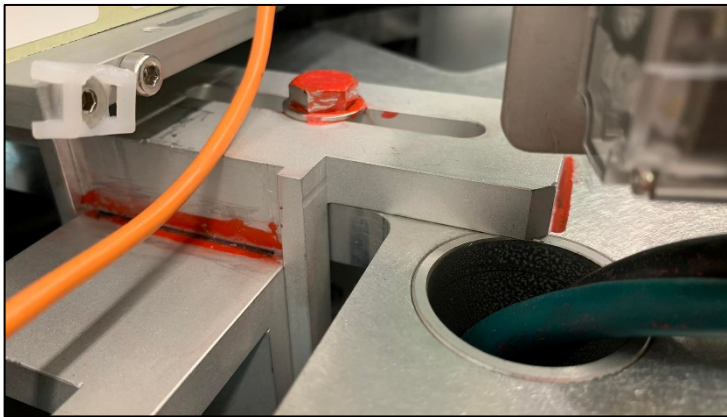


Figure 21 : Photo des points fixes non gradués de couleur rouge

Source : Création personnelle. (2022)

Il y a également 3 compteurs à 4 chiffres qui permettent de régler le positionnement. Une fois le bon positionnement identifié et enregistré, la règle en application à l'usine demande à ce que ces compteurs soient remis à 0. Ainsi, quiconque se rend sur la machine sait qu'un compteur sur lequel il est inscrit « 0000 » signifie que ce sont les bons réglages. Comme la photographie ci-dessous le montre, j'ai fait tout de même installer 3 petites étiquettes sur lesquelles nous rappelons la règle en cours en termes de VNR sur les compteurs.



Figure 22 : Photos des points de réglages fixés des trois compteurs

Source : Création personnelle. (2022)

Ces différentes indications sur la machine permettent à quiconque de vérifier visuellement les réglages en cours. Grâce à cela, toute déviation au réglage fixé est facilement visualisable.

2. Etuyeuse

- Récapitulatif de sa position dans le classement des résultats

Les différentes pannes qui ont été enregistrées tout au long du mois d'avril sur l'étuyeuse ont entraîné une perte de TRS s'élevant à 2,6%. En étant responsable d'environ 15% du total du taux de pannes, cette machine apparaît en deuxième position dans le classement général des machines les plus pénalisantes dans l'atteinte de notre objectif de TRS.

Un ensemble de problèmes qui apparaissent dans le tableau 10 (cf. supra p.44), sont à l'origine de ce taux de pannes. Il était ensuite impératif de prioriser ces problèmes suivant la perte de TRS engendrée par chacun d'eux afin de concentrer nos efforts sur les plus pénalisants pour atteindre le plus vite possible le rendement de ligne souhaité.

La résolution de problème s'est réalisée sur les deux problèmes portant les nomenclatures suivantes : « Distributeur sachet gant » et « Etui mal fermé ». Ils sont responsables de plus de la moitié des pannes enregistrées sur l'étuyeuse.

- Description des problèmes

L'étuyeuse est la machine centrale de la ligne de production. Elle se charge de rassembler au sein du kit de coloration l'ensemble des éléments qui le composent.

A) Défaut cellule « SPOT »

Abordons dans un premier temps le problème ayant pour nomenclature : « Distributeur sachet gant ». Ce problème concerne la première partie de l'étuyeuse nommée APEX. Elle se charge d'acheminer vers l'intérieur de la machine les paires de gants attachées les unes aux autres, de les couper pour enfin pouvoir les distribuer une à une au sein d'emplacements prévus pour accueillir les autres composants. L'enjeu à cet endroit est que la coupe des gants se fasse au bon endroit.

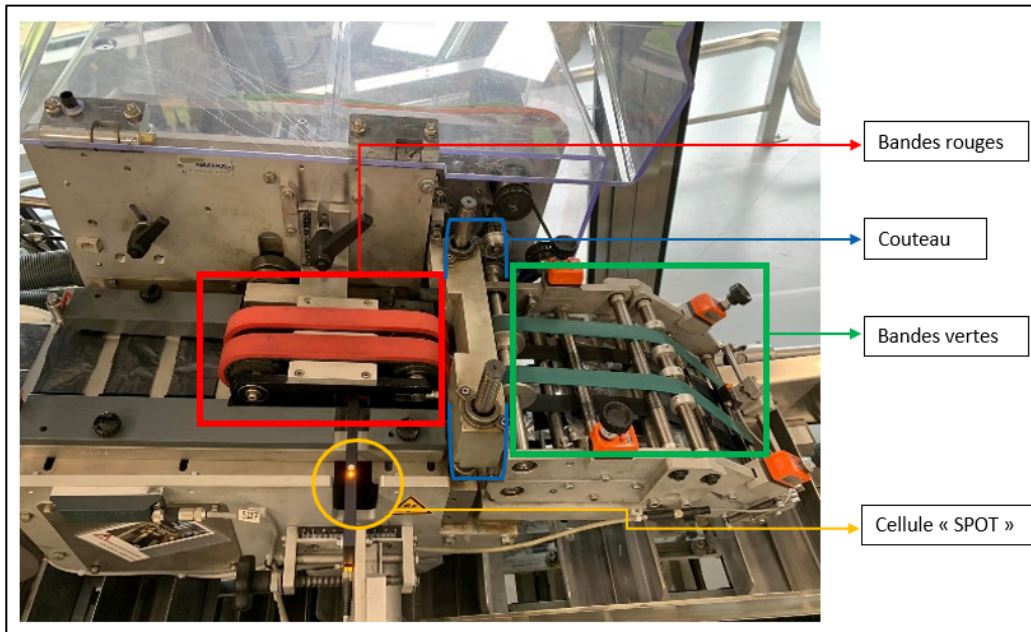


Figure 23 : Vue d'ensemble légendée de l'APEX

Source : Création personnelle. (2022)

Le système technique qui se cache derrière cela est composé d'un couteau positionné entre 2 bandes rouges et 2 bandes vertes. Ces bandes ont chacune des fonctionnalités spécifiques. En effet, les bandes rouges en amont se chargent premièrement de tirer sur les paires de gants pour les dérouler et ensuite, les acheminer vers le couteau. Une fois coupées, les bandes vertes les absorbent une à une et au même moment, les distribuent dans les emplacements prévus à cet effet. Afin de garantir une bonne découpe, il y a une cellule au niveau des bandes rouges, appelée cellule « SPOT », qui envoie un signal de découpe au couteau dès qu'elle détecte l'espace transparent entre 2 paires de gants. Cette zone transparente correspond au plastique soudé entre 2 paires de gants. Cela explique pourquoi chaque emballage est garni d'une zone colorée en noir délimitant toute la largeur sur laquelle peut se trouver le gant. Cette démarcation noire faite par le fournisseur de gants est indispensable car ne se fier qu'au gant pourrait fausser la découpe. En effet, ce dernier n'occupe pas toute la largeur de son contenant et il pourrait également parfois être replié sur lui-même.



Figure 24 : Photo du chapelet de gants

Source : Création personnelle. (2022)

La machine est programmée de telle sorte qu'après un avancement des bandes rouges de 60 mm, le signal envoyé par la cellule SPOT soit passant et autorise ainsi le couteau à descendre pour couper ce qu'il y a sous lui. En d'autres termes, cette partie de l'étuyeuse fonctionne bien lorsque, après 60 mm, le signal envoyé par la cellule SPOT passe au travers de la zone transparente car dans ce cas-là, cela signifie que les gants sont bien placés sous le couteau pour que la découpe se fasse au bon endroit. Dans le cas où le signal serait coupé par la zone noire, cela indique qu'il y a un décalage dans le positionnement des gants. La machine s'arrêtera alors automatiquement et affichera le message suivant sur l'écran : « Défaut cellule SPOT ». Il s'agit d'une sécurité contre la mauvaise découpe des paires de gants.

Le problème portant la nomenclature « Distributeur sachet gant » est donc relatif au « Défaut cellule SPOT ». Il a donc été question par la suite d'analyser l'origine de l'apparition de ce problème.

B. Etui mal fermé



Figure 25 : Photo de la fin de l'étuyeuse et d'un kit éjecté pour non-conformité

Source : Création personnelle. (2022)

Abordons maintenant le second problème mentionné dans les résultats des pannes relatives à l'étuyeuse. Il concerne la fermeture de l'étui qui ne se fait pas correctement à cause de la paire de gants qui en dépasse. Sa mauvaise position parmi les autres composants du kit de coloration a entraîné une mauvaise introduction de celle-ci lors de l'insertion de l'ensemble au sein de l'étui. Cette non-conformité du kit de coloration est détectée à la fin de l'étuyeuse ce qui l'éjecte immédiatement dans un bac prévu à cet effet. En d'autres termes, en fin d'étuyeuse, il y a la présence de 2 cellules qui sont chargées de détecter de part et d'autre du kit de coloration que rien ne dépasse et par conséquent, que le kit est bien verrouillé. Lorsque, en un certain laps de

temps, un trop grand nombre de kits sont éjectés à ce contrôle de qualité, la machine s'arrête et enregistre la panne sous la nomenclature « Etui mal fermé ».

- *Analyse des problèmes grâce aux outils Lean et mise en place d'actions*

A. Défaut cellule « SPOT »

Premièrement, j'ai profité d'être entourée de gens compétents, lors d'une de nos réunions hebdomadaires relative au suivi de la ligne 45, pour aborder la résolution de ce problème. L'utilisation de la méthode des « 5 Pourquoi » qui est un des outils de résolution de problème, me semblait être l'outil le plus adapté pour nous amener à la cause racine de ce dysfonctionnement.

Voici le développement de notre réflexion à ce sujet :

1) **Pourquoi** le message « Défaut cellule SPOT » apparaît ?

Différentes hypothèses sur l'apparition de ce problème ont été émises à savoir :

- La cellule est mal réglée
- La cellule est défectueuse
- La cellule ne voit pas l'intervalle transparent entre les paires de gants

Il était nécessaire après cela de placer une caméra au sein de la machine pour pouvoir comprendre précisément ce qui se passait au niveau de cette cellule. Le visionnage au ralenti nous a permis d'éliminer les 2 premières hypothèses. Nous avons remarqué qu'au moment de devoir couper, le gant se trouvait devant la cellule et que suite à cela, la machine affichait automatiquement le message « Défaut cellule SPOT » sur son écran. Pour rappel, après un avancement des bandes rouges de 60 mm, le couteau est autorisé de couper ce qu'il a sous lui si et seulement si le signal envoyé par la cellule est passant, c'est-à-dire si le signal passe dans l'intervalle entre 2 paires de gants.

2) **Pourquoi** le gant, après un avancement de 60 mm des bandes rouges, est-il devant la cellule ?

Il y a une ondulation dans le chapelet de gants c'est-à-dire dans les gants accrochés les uns aux autres. Le chapelet n'est pas tendu comme il devrait l'être.

Nous avons également émis l'hypothèse d'un problème au niveau de l'article de conditionnement à savoir au niveau de la démarcation noire sur les paires de gants. Après quelques vérifications des paires de gants suite à un arrêt de la machine pour « Défaut cellule SPOT », nous avons rejeté cette hypothèse car la démarcation sur les paires de gants était à chaque fois au bon endroit.

3) **Pourquoi** y a-t-il une ondulation dans le chapelet ?

La vitesse des bandes vertes est inférieure à la vitesse des bandes rouges. Par conséquent, les bandes vertes ne tirent pas suffisamment sur le chapelet au fur et à mesure que les bandes rouges le déroulent ce qui cause une ondulation dans celui-ci. Pour que le mécanisme de découpe se déroule bien sans arrêt de la machine pour cause

de « Défaut cellule SPOT », la vitesse des bandes vertes doit être légèrement supérieure à la vitesse des bandes rouges.

4) **Pourquoi** y a-t-il eu une modification dans le réglage des vitesses ?

L'accès au paramétrage des vitesses n'est pas limité. De plus, il n'y a pas de valeurs standards définies à un endroit concernant les vitesses des bandes rouges et vertes à devoir appliquer. Les vitesses ont donc été modifiées par des opérateurs ou des techniciens de la ligne en vue de régler un autre problème sur la machine sans penser aux conséquences que ça pouvait avoir sur le problème rencontré ici. Cela n'aurait pas posé pas de souci à partir du moment où lors de la modification de la vitesse des bandes vertes, la vitesse des bandes rouges avait été modifiée suivant ce nouveau réglage pour que le chapelet de gants reste tendu.

B. Etui mal fermé

Effectuer une « marche Gemba » accompagnée des 2 techniciens de la ligne et des opérateurs présents s'est avérée être utile pour réellement comprendre ce qu'il se passait sur cette machine. J'ai pu constater que chaque kit avec une paire de gants qui dépassait était automatiquement éjecté au contrôle qualité en fin d'étuyeuse.

1) **Pourquoi** la paire de gants sort-elle de l'étui ?

Elle est mal introduite dans le kit de coloration lorsque le poussoir effectue l'action de pousser l'ensemble des éléments dans l'étui.

2) **Pourquoi** le poussoir n'arrive-t-il pas à introduire correctement la paire de gants ?

La paire de gants passe légèrement à côté du poussoir car elle n'est pas positionnée au bon endroit parmi les autres éléments constituant le kit de coloration.

3) **Pourquoi** ne se situe-t-elle pas au bon endroit dans l'emplacement ?

La dépose de la paire de gants en sortie de bandes vertes ne se fait pas correctement. Cette mauvaise position entraîne son glissement sur le côté du poussoir et par conséquent, son dépassement du kit de coloration une fois fermé.

4) **Pourquoi** se dépose-t-il de la mauvaise manière au sein de l'emplacement ?

Il y avait un mauvais réglage des paramètres relatifs au moment de la dépose des gants et à la vitesse des bandes vertes qui s'occupent entre autres, comme expliqué précédemment, d'éjecter les gants au sein des emplacements. Suivant la vitesse de ces bandes vertes, les gants seront éjectés plus ou moins vite dans l'emplacement ce qui aura un impact sur la position de la paire de gants.

Les changements de vitesse effectués sur les bandes vertes en vue de régler ce problème et ce, sans changement de vitesse au niveau des bandes rouges, ont sans doute entraîné le problème d'ondulation de chapelet rencontré ci-dessus.

⇒ ***Mise en place d'actions :***

- ✓ Nous avons tout d'abord demandé au fournisseur de la machine qu'il vienne le plus rapidement possible sur la ligne 45 pour confirmer l'analyse faite sur ces 2 problèmes. Ensuite, il s'est chargé de régler les paramètres relatifs aux vitesses des bandes rouges et des bandes vertes et les moments de dépose. Ayant déjà mis l'ensemble des paramétrages de cette machine au point quelques semaines au préalable, il s'agissait dans ce cas-ci d'une action corrective.
- ✓ Suite à cela, il était impératif de fixer ces valeurs nominales de réglage au sein d'un fichier excel accessible sur la ligne de production pour permettre à l'avenir :
 - La visualisation des réglages standards de la machine
 - La conservation de l'ensemble des modifications faites sur ces valeurs de réglages initiales.
- ✓ Enfin, il a fallu diffuser ces connaissances auprès des opérateurs et techniciens pour qu'ils sachent ce qui s'était passé, ce qui avait été réglé et qu'à l'avenir, ils se réfèrent à ce fichier en cas de nouvelles anomalies sur cette machine.

VNR APEX			
Paramètres MOTEUR	Bandes Rouges	Bandes Vertes	Couteau
Distance	61 mm	12,5 mm	2000 mm
Vitesse	285 tours/s	297 tours/s	4400 tours/s
Accélération	18 000 m/s ²	18 000 m/s ²	320 000 m/s ²
Décélération	100 000 m/s ²	200 m/s ²	360 000 m/s ²

Figure 26 : Capture d'écran du fichier excel reprenant les VNR relatives à l'APEX

Source : Création personnelle sur base des réglages apportés à la machine. (2022)

3. Remplisseuse colorant

- ***Récapitulatif de sa position dans le classement des résultats***

Durant le mois d'avril, la remplisseuse colorant a été mise à l'arrêt pour une durée totale de 523 minutes soit un total de 8 heures et 43 minutes. Ces nombreux temps de non-fonctionnement ont engendré un taux de panne de 2,1 % sur une perte totale de TRS relative aux pannes s'élevant à 16,5%. Par conséquent, en étant responsable d'1/8 de cette perte de TRS, cette

machine occupe la 3^{ème} place dans le classement général des machines les plus contraignantes dans l'atteinte du TRS objectif de 55%.

Les temps de pannes sont dus aux nombreux petits problèmes repris dans le tableau 10 (cf. supra p.43). Organiser un groupe de travail autour des problèmes rencontrés sur cette machine me semblait indispensable car ceux-ci ne sont pas nouveaux et pénalisent le travail des opérateurs depuis des années.

Le colorant utilisé dans la gamme OLIA, de par sa consistance, est un jus difficile à contrôler une fois sur la ligne de production. Son comportement n'étant pas encore entièrement compris, il arrive que le remplissage des tubes, par les 2 becs présents sur cette machine, ne se déroule pas bien et envoie du jus sur la machine. Lorsque cet événement se produit, cela entraîne bien évidemment un arrêt de la machine qui nécessite son nettoyage.

Ce problème, non encore maîtrisé, se retrouve derrière les nomenclatures suivantes :

- Poste de remplissage
- Crash
- Alimentation produit

- Description du problème

L'usine l'Oréal de Libramont-Chevigny fabrique 2 familles de colorants. D'une part, des colorants de type crème et d'autre part, des colorants de type liquide. Une fois produit dans l'unité de fabrication, le colorant est transféré dans des cuves mobiles pour ensuite être envoyé sur les différentes lignes de production. Suivant le type de jus qui arrive sur la ligne de production, la technologie utilisée pour détecter la fin de cuve sera différente.

En ce qui concerne la coloration liquide, la détection se fait au travers d'un niveau de jus dans une lanterne. La remplisseuse dispose, au-dessus d'elle, d'une lanterne par laquelle le jus passe avant d'être envoyé dans des becs qui vont se charger de remplir des flacons. Au sein d'une lanterne, il y a 2 sondes qui partent du haut de cette dernière.

La première sonde a pour but de réguler le niveau du jus dans la lanterne durant le processus de tirage. Autrement dit, il s'agit d'un système d'ouverture et de fermeture de vanne qui est contrôlé par la sonde en fonction du fait qu'il y ait présence ou non de jus sur elle.

La seconde sonde, plus longue que la première, intervient lorsque la cuve de colorant est presque vide. En fin de tirage, le jus descend de plus en plus dans la lanterne et à un moment donné, cette sonde se retrouve sans jus sur elle et considère alors que la cuve est vide. Elle envoie suite à cela un signal de détection fin de cuve sur l'écran de la machine. Cette technologie correspond parfaitement au type de jus et ne pose, par conséquent, aucun problème pour les équipes terrain.

La détection de fin de cuve pour la famille des colorants de type crème se fera, quant à elle, au niveau d'une sonde placée au sein d'un tuyau reliant la cuve à la remplisseuse colorant. Elle se met en alerte dès l'instant où une bulle d'air, signifiant une fin de cuve, apparaît naturellement à son niveau. Ce système de détection est indispensable car le jus restant dans la cuve qui suit

cette bulle d'air est trop aérée et n'est, par conséquent, plus suffisamment de qualité pour être rempli correctement par les becs au sein des tubes.

Les problèmes rencontrés sur la gamme de coloration OLIA, produite sur les lignes 45 et 78, sont dus au type de jus auquel on fait face. Ce colorant intègre la famille des colorants de type crème mais est renseigné dans cette famille comme étant le plus liquide. De par cette appartenance, il est traité sur ligne de production comme une crème. A partir de là, les équipes terrain rencontrent de nombreux problèmes quant à la détection de fin de cuve qui ne se réalise pas au bon moment.

D'une part, la détection se produit parfois trop tôt quand il reste encore trop de jus dans la cuve. En effet, son état plus liquide peut entraîner des nombreuses bulles dans son jus. Lors du passage de l'une d'entre elles au travers de la sonde, cela déclenche automatiquement l'arrêt de la remplisseuse colorant pour cause de fin de cuve. Il est indispensable de réfléchir en équipe à des solutions à ce sujet car le colorant est un jus qui coûte cher pour l'usine et donc, les pertes matières à ce niveau-là sont fortement suivies par la direction. Je me suis donc chargée de rassembler les équipes autour de ce sujet car travailler en performance dans une usine l'Oréal, c'est aussi travailler sur les pertes matières. Son suivi consiste en une vraie animation, un vrai pilotage des Key Performance Indicators au niveau de l'usine. L'équipe performance est d'ailleurs constituée d'un ingénieur référent pertes matière. Sa mission principale est le pilotage de cette partie tant au niveau des unités de production qu'au niveau de la fabrication.

D'autre part, il arrive parfois que le jus trop aéré ne se fasse pas détecter par la sonde et entraîne, par conséquent, des éjections de jus au niveau des 2 becs de remplissage. Cela implique un arrêt de la machine pour que le nettoyage de cette dernière puisse être fait par les opérateurs. Ce problème existant depuis quelques années, les opérateurs sont de plus en plus craintifs quant aux éventuels crashes qui pourraient survenir. La perte de TRS de 2,1% relative aux pannes de la remplisseuse colorant est en grande partie due à cette détection de fin de cuve qui n'est pas efficace.

Il y a donc un gros compromis autour de cette machine. D'une part, il faut inciter les opérateurs à aller le plus loin possible dans la cuve colorant afin de limiter les pertes matières mais, d'autre part, cette incitation s'accompagne du risque que la détection ne se fasse pas bien et entraîne alors du travail supplémentaire pour eux.

- *Analyse du problème grâce aux outils Lean et mise en place d'actions*

Dès la connaissance du problème complexe auquel nous faisons face, l'organisation d'un groupe de travail s'est révélée être indispensable afin de bénéficier des connaissances spécifiques sur le sujet de chacun des acteurs suivant leur domaine de prédilection.

Lors de la première réunion, nous avons décidé d'entreprendre un Arbre Des Causes qui nous semblait être le meilleur moyen de balayer l'ensemble des causes possibles d'apparition du problème auquel nous faisons face.

Arbre Des Causes

Afin de construire l'arbre des causes, nous sommes, tout d'abord, partis du fait ultime c'est-à-dire du problème nous préoccupant à savoir la détection de fin de cuve qui ne se fait pas comme souhaité. Elle entraîne soit, comme expliqué ci-dessus, une quantité de jus résiduelle dans la cuve mobile trop élevée, soit une éjection de jus dans la machine. Le développement de l'arbre des causes réalisé avec le groupe de travail est représenté sur l'image ci-dessous.

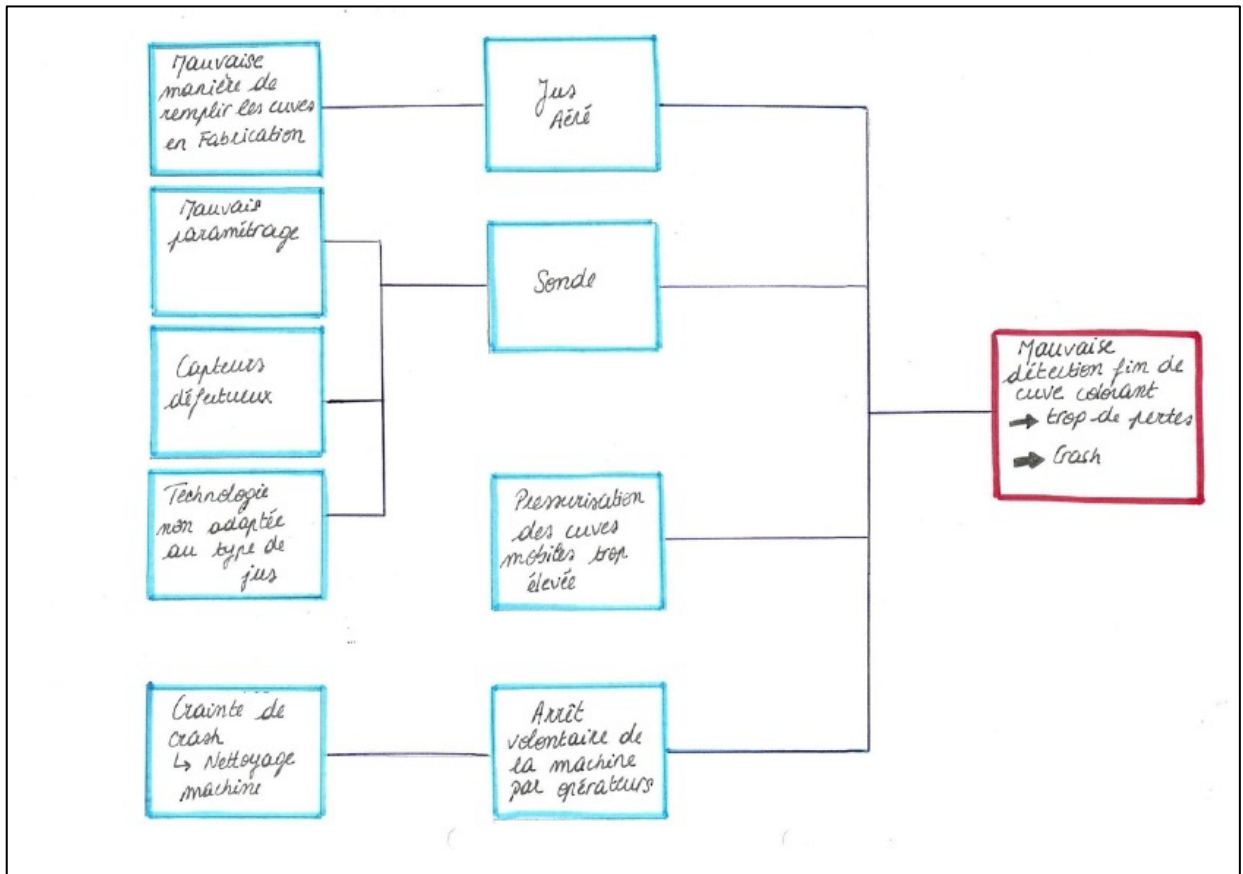


Figure 27 : Arbre des causes relatif à la mauvaise détection fin de cuve

Source : Création personnelle. (2022)

Après discussion, nous avons identifié 4 éléments à partir desquels il fallait réfléchir afin de solutionner les causes racines.

1. Sonde

Premièrement, nous avons émis différentes hypothèses quant à la sonde installée pour détecter la fin de cuve colorant.

La première hypothèse concerne le paramétrage de la sonde qui n'est peut-être pas adapté à ce type de colorant. En effet, le changement de définition de produit, qui a entraîné la rénovation de la ligne 45, s'est également accompagné d'un changement au niveau des composants utilisés dans la conception du colorant. La gamme de coloration OLIA comporte à présent 46 nuances toutes faites à base de composants plus biologiques. Avant cette rénovation, une ancienne

stagiaire avait étudié les anciennes formules utilisées dans cette gamme de coloration pour pouvoir éventuellement trouver des similitudes entre ces dernières et ainsi pouvoir paramétrer la sonde suivant ces différentes catégories de jus. Les catégories avaient été construites sur base des viscosités. Au plus la charge en colorant dans le jus était importante, au plus la viscosité était élevée. La sonde installée en ce temps-là demandait une programmation manuelle au moyen d'un ordinateur du seuil de détection. Cette programmation unique à chacune des catégories était compliquée à mettre en place étant donné qu'elle prenait du temps, qu'il fallait avoir accès à cet ordinateur et que les équipes terrain n'étaient pas toutes capables de le faire. Il était donc conseillé de commander une nouvelle sonde plus simple d'utilisation. Cette nouvelle sonde, programmable depuis une application de téléphone, est arrivée peu de temps avant le début de la rénovation et n'avait donc pas eu l'occasion d'être testée avant mon stage.

Nous avons également soulevé la piste de la non-compatibilité de cette technologie avec le produit très liquide avec lequel nous devons travailler. De plus, les capteurs au sein de la sonde pouvaient également être défectueux.

⇒ **Mise en place d'actions :**

- ✓ Il était judicieux de se renseigner auprès de l'unité de fabrication sur le squelette des nouvelles formules utilisées dans cette gamme de coloration. Il est impossible de les catégoriser suivant une viscosité car l'ensemble des jus fabriqués sur base de ces nouvelles formules adoptent cette fois la même viscosité. Cette valeur moyenne de viscosité autour de laquelle tourne les formules rentre dans la famille des viscosités les plus faibles qui avait été trouvée par l'ancienne stagiaire. Une viscosité plus faible entraîne une consistance plus liquide des jus ce qui les rend encore plus compliqués à maîtriser. Avant la rénovation, ils avaient constaté que les nuances de coloration plus claires donc avec une viscosité plus faible posaient généralement plus de problèmes sur ligne de production. Par conséquent, il n'a pas été possible de faire un paramétrage spécifique à des catégories de formules.

Suite à cela, il a été intéressant de mettre en place un suivi des cuves colorant qui passaient sur la ligne de production pour comprendre le comportement de ces nouvelles formules. Pour ce faire, j'ai mis à disposition des opérateurs une feuille sur laquelle je leur demandais de remplir les champs libres tels que la nuance qui venait d'être faite, le poids restant dans la cuve une fois la détection faite et si pas de détection la raison pour laquelle ils avaient arrêté la cuve. Après analyse des données récoltées sur quelques semaines pour en avoir suffisamment, j'ai pu constater que nous ne savions pas tirer de conclusions sur les formules. Le seul constat était qu'on perdait moins sur les petites cuves mobiles comparé aux plus grosses.

- ✓ En ce qui concerne la compatibilité de la sonde avec notre produit, le technicien responsable de la ligne 45 est allé prendre des renseignements auprès du fournisseur de la sonde. Il a affirmé que le problème ne pouvait pas venir de la technologie utilisée puisque l'ensemble de leurs tests machine étaient réalisés avec de l'eau. Cette hypothèse de non-compatibilité a donc été mise de côté.

- ✓ La potentielle défaillance de la sonde a été vérifiée lors d'une maintenance de ligne se réalisant toutes les 2 semaines et cette hypothèse a également été écartée.

2. Pressurisation des cuves trop élevée

Une fois le jus fabriqué dans des skids de fabrication, il est transféré dans des cuves mobiles. Avant d'être envoyée sur ligne de production, la cuve est mise sous pression au moyen d'azote. Cette pressurisation est indispensable pour éviter l'oxydation du jus. Lors du remplissage des tubes colorants, cette pression permet également de pousser le jus de la cuve mobile à la remplisseuse colorant.

Cette pressurisation se fait au niveau de l'unité de fabrication pour éviter qu'ils perdent du temps sur la ligne de production lors du démarrage pour faire monter la cuve en pression. Suivant la remplisseuse colorant, les réglages de pression sont différents et demandent donc une pressurisation des cuves plus ou moins élevée. Cette pressurisation sur mesure, réalisée au niveau de l'unité de fabrication, serait une tâche beaucoup trop fastidieuse. C'est pourquoi, ils ont établi un standard de pressurisation commun à tous les colorants de type crème et un autre pour les colorants de type liquide. La pression est donc fixée à 1,5 bar pour les crèmes et à 0,5 bar pour les liquides. Le colorant du kit de coloration OLIA étant compris dans la famille des crèmes, la pression injectée sur toutes les cuves mobiles s'élevait donc à 1,5 bar. Comme expliqué ci-dessus, étant face à une consistance plus liquide pour ce jus, il y avait un risque que l'azote, lors de l'approche de la fin de cuve, vienne percer le jus et crée une bulle d'air entraînant alors des éjections de jus au niveau des becs de remplissage de la machine.

⇒ **Mise en place d'actions :**

- ✓ Pour éviter ce genre de problème, nous avons convenu avec l'unité de fabrication une diminution de la pression injectée au niveau des cuves contenant le jus de coloration OLIA. A partir de ce moment-là, les cuves mobiles de colorant sont arrivées sur la ligne de production avec une pression de 0,5 bar.

3. Aération du jus

L'aération du jus a également été un point intéressant sur lequel se pencher car elle peut être la raison pour laquelle l'usine enregistre des pertes matières plus élevées que ce qui est acceptable pour ce colorant.

Un jus aéré signifie un jus dans lequel il y a la présence de petites bulles d'air. La sonde de détection fin de cuve étant sensible à une bulle d'air, il y a de gros risques à ce qu'elle se mette en alerte dès le passage de l'une d'entre elles. Cela pourrait se passer à tout moment lors du tirage du jus sur la ligne de production et entraîner des pertes matières.

Il y a également, lors du remplissage d'une cuve mobile, une couche de mousse qui apparaît à la surface du jus. Cette mousse correspond au jus qui reste en fin de cuve une fois détectée par

la sonde qui arrêtera à son tour la machine car cette partie du jus n'est pas suffisamment qualitative pour se retrouver au sein des tubes colorant. Il s'agit ici d'une perte matière inévitable mais qui peut être limitée.

Ces bulles d'air ne peuvent apparaître que lors du remplissage du jus dans la cuve mobile en unité de fabrication. Ainsi, la manière dont la cuve est remplie a de l'influence sur l'aération du jus.

⇒ **Mise en place d'actions :**

- ✓ Il a tout d'abord été intéressant de se rendre en unité de fabrication pour suivre quelques transferts d'une cuve de fabrication à une cuve mobile. Le remplissage se réalise au moyen d'un tuyau reliant la cuve de fabrication à la cuve mobile. Habituellement, ce dernier se fait via l'orifice se situant au-dessus de la cuve mobile. En faisant le remplissage par le haut, il est impératif que l'embout rentrant dans la cuve mobile soit positionné contre la paroi pour limiter les remous et par conséquent, l'aération du jus.

Il a donc été question de vérifier leur manière d'effectuer ce remplissage et leur rappeler la bonne manière de faire le cas échéant.

- ✓ Ensuite, bien que ça ne soit pas dans les bonnes pratiques de fabrication, nous avons demandé d'effectuer un remplissage par le bas pour une de nos cuves. En théorie, cette manière de remplissage est censée créer moins de remous dans le jus puisque ce dernier monte progressivement dans la cuve. Une demande définitive de remplissage par le bas pour le colorant OLIA aurait été faite uniquement si ce type de remplissage avait amélioré les résultats sur ligne de production. Or, nous n'avons pas vu de réelles différences par rapport au remplissage effectué par le haut.

4. Cause dont l'origine est liée au facteur humain : les opérateurs

Finalement, après avoir passé plusieurs semaines sur la ligne de production entourée des techniciens et opérateurs, j'ai eu l'occasion d'échanger avec eux à propos de leur travail, de leur ressenti général, ... J'ai pu facilement cerner que ce problème lié à la remplisseuse oxydant était loin d'être récent et que les nombreux crash au niveau des becs de remplissage déjà vécus dans le passé leur faisaient perdre confiance en ce qui était mis en place sur la ligne de production pour régler le problème. Pour éviter d'être surpris par une détection qui ne se fait pas et par conséquent, un crash au niveau des becs de remplissage, j'ai compris que les opérateurs arrêtaient souvent volontairement la machine à partir d'un certain seuil restant dans la cuve mobile. N'attendant donc pas que la détection se fasse, il était compliqué sur le côté d'étudier le comportement de ces nouvelles nuances. De plus, la quantité résiduelle dans ces cuves étaient généralement plus élevée que ce qui est autorisé pour le colorant de cette gamme.

⇒ **Mise en place d'actions :**

- ✓ Pour fédérer les équipes terrain autour de la résolution de ce problème, j'ai rassemblé les opérateurs pour leur expliquer l'intérêt d'aller le plus loin possible dans la cuve colorant. Il était question de les sensibiliser sur l'importance de coopérer dans les actions mises en place afin d'éradiquer définitivement ce problème en leur précisant qu'actuellement, de réelles solutions sont recherchées. Ils pouvaient donc reprendre confiance et éviter l'énorme charge de travail supplémentaire liée à ces mauvaises détections.

Mise en place d'actions futures :

Les dernières discussions avant la fin de mon stage portaient sur la mise en place d'une lanterne comme moyen de détection de fin de cuve. Comme expliqué précédemment, ce système est déjà d'application pour la famille des colorants de type liquide. Cette discussion d'intégration d'une lanterne avait déjà été abordée avant la rénovation. Cependant, la charge de travail importante liée à l'ajout de cette nouvelle technologie n'était pas la bienvenue dans le cadre d'un lancement de ligne de production. En effet, d'autres éléments étaient prioritaires pour pouvoir sortir les quantités fixées dans le cadre de ce *ramp up*.

L'ajout d'une lanterne sur le dessus de la remplisseuse colorant présente différents avantages :

- Vision en temps réel de l'aspect du jus au sein de la lanterne
- Descente du jus par gravité au niveau des becs de remplissage ce qui devrait supprimer les éjections de jus au niveau de la machine
- Fiabilité de la détection de fin de cuve car elle se fera suivant un niveau de jus dans la lanterne et non suivant le passage d'une bulle d'air

Une lanterne provisoire a prévu d'être placée dans le courant du mois d'août afin de voir si elle est tout aussi efficace que ce qui avait été imaginé. Si elle fait ses preuves, la mise en place d'une lanterne définitive devrait être réalisée en septembre 2022.

3.2.3 Mesure d'efficacité des actions mises en place

Tableau 13 : Répartition et évolution du temps d'occupation au cumul sur le mois d'avril et sur le mois de mai

	TRS	Micro-arrêts	Pannes	Changements	Attentes	Pertes de cadence	Total
AVRIL	51,5 %	18,1 %	16,5 %	11 %	1,45 %	1,45 %	100 %
MAI	56,9 %	15,9 %	13,3 %	12 %	1,4 %	0,5 %	100 %
	+5,4 %	-2,2 %	-3,2 %	+1 %	-0,05 %	-0,95 %	

Source : Création personnelle sur base des données relevées sur Power BI. (2022)

Les résultats obtenus sur le mois de mai sont très satisfaisants. Grâce à l'investissement fourni par l'ensemble de l'équipe et à la dynamique instaurée sur la ligne de production, l'objectif final de TRS fixé à 55 % a pu être atteint. En effet, comme le montrent les chiffres repris dans le tableau ci-dessus, le rendement moyen obtenu sur le mois de mai a été de 56,9 % soit une augmentation de 5,4 % par rapport aux performances du mois d'avril.

Cette augmentation du TRS résulte d'une diminution globale de l'ensemble des éléments responsables des pertes de TRS à l'exception des changements. La diminution la plus importante a été enregistrée au niveau du taux de pannes avec une réduction de ce taux s'élevant à 3,2 %. Cela découle de l'énergie consacrée durant plusieurs semaines sur les machines les plus problématiques. Le travail réalisé sur les différentes machines pour réduire ce taux de pannes a inévitablement eu des conséquences positives sur le taux de micro-arrêts puisque ce dernier a diminué de 2,2 %. Ces deux éléments expliquent cette évolution positive du TRS puisque la diminution enregistrée sur le taux d'attentes et les pertes de cadence est parfaitement compensée par l'augmentation du taux de changements.

Il est maintenant intéressant de se pencher plus en détails sur l'efficacité des actions mises en place sur les trois machines précédemment étudiées. Pour rappel, un travail plus approfondi avait été réalisé à leur sujet car elles étaient responsables à elles trois, d'environ 70 % du taux de pannes enregistré sur le mois d'avril.

Le tableau ci-dessous reprend le taux de pannes associé à chacune de ces trois machines sur le mois d'avril et sur le mois de mai. Cette présentation de résultats permet de voir rapidement si l'ensemble des actions mises en place ont entraîné une amélioration de la performance des machines.

Tableau 14 : Taux de pannes associé aux 3 machines étudiées, sur le mois d’avril et le mois de mai, et part de ce TRS sur chacun des problèmes étudiés

Machines étudiées	Perte de TRS associée (%)		Problèmes étudiés	Pertes de TRS associée (%)	
	AVRIL	MAI		AVRIL	MAI
Etiqueteuse oxydant	4,6	0,7	Entraînement rouleau	3,8	0,5
			Tête d’étiquetage	0,65	0,2
Etuyeuse	2,6	1,5	Distributeur sachet gant	0,9	0,5
			Etui mal fermé	0,9	0,6
Remplisseuse colorant	2,1	2,5	Poste de remplissage	1,2	0,3
			Crash	0,1	1,2

Source : Création personnelle sur base des données relevées sur Power BI. (2022)

L’amélioration totale du taux de panne s’élève à 3,2 % et est le résultat d’une majorité de progrès sur certaines machines mais également de régression sur d’autres entre les mois d’avril et de mai. Le travail réalisé sur l’étiqueteuse oxydant et l’etuyeuse ont permis de gagner 5 % de TRS. En revanche, la perte de TRS associée à la remplisseuse colorant a augmenté de 0,4 %.

Voici ci-dessous de manière plus détaillée la contribution à ce résultat global de chacune des trois machines.

- ✓ Une amélioration de 3,9 % est à affecter à l’étiqueteuse oxydant.

Cette belle évolution la positionne en 8^{ème} position dans le classement général du mois de mai des machines les plus pénalisantes dans l’augmentation du TRS alors qu’elle figurait en 1^{ère} position au mois d’avril.

Bien que les différentes actions mises en place pour éliminer les casses du support d’étiquettes n’ont pas encore permis d’éliminer totalement les deux problèmes « Entraînement rouleau » et « Tête d’étiquetage », la perte de TRS associée à ces problèmes est presque nulle à présent. Les efforts consacrés à la résolution de ce problème ont contribué à une diminution de 3,75 % sur les 3,9 % enregistré.

Dans le courant du mois d’août, le prototype de la tête d’étiquetage avec un axe mobile en bout de tête, imprimé en 3D à l’usine, sera installé et devrait éliminer définitivement les casses du support d’étiquettes.

- ✓ Le travail réalisé sur l’etuyeuse a quant à lui entraîné une diminution de la perte de TRS de 1,1 %.

Grâce à cette évolution, elle apparaît à présent à la 3^{ème} place des machines les plus problématiques. Au mois d’avril, cette dernière apparaissait en 2^{ème} position.

En ce qui concerne l’évolution sur chacun des problèmes, il est intéressant de constater que la perte de TRS associée à « Etui mal fermé » a diminué d’1/3 et ne pourra jamais

être nulle. En effet, il existe d'autres causes d'apparition de ce problème. Ainsi, bien que le souci relatif aux gants qui dépassent de l'étui une fois fermé soit réglé, il y a d'autres éléments sur lesquels nous ne pouvons pas agir et qui peuvent, par conséquent, faire réapparaître ce problème dans les résultats. En effet, dès qu'il y a un changement d'étui pour cause de changement de nuance et/ou de pays, différents facteurs relatifs au carton tels que la teneur en encre, la rigidité, le taux d'humidité dans l'air, ... seront différents. Ces facteurs ne peuvent pas être anticipés et donc, les paramètres de fermeture fixés pour un type d'étui ne fonctionneront pas spécialement sur le prochain type d'étui.

Enfin, sur l'ensemble des problèmes enregistrés sur cette machine, la correction des mauvais réglages au niveau de ceux que nous avons pris en compte, a permis de diminuer la perte de TRS de 0,7 % sur la perte totale de 1,1 %. La mise en place de valeurs nominales de réglages à ces endroits en fin de stage évitera que ce problème apparaisse à nouveau à l'avenir.

- ✓ Le problème complexe qui tourne autour de la remplisseuse colorant, a nécessité la formation d'un groupe de travail composé de personnes évoluant dans l'environnement de cette problématique. Cela a permis de prendre en compte toutes les causes possibles d'apparition de ce dernier et d'éliminer définitivement certaines causes de notre champ visuel. La durée du stage trop courte et la difficulté posée par ce problème ne nous a pas encore permis de l'éliminer définitivement. Une légère augmentation de 0,4 % de perte de TRS est à relever sur le mois de mai par rapport au résultat du mois d'avril. Elle occupe désormais la première place dans le classement général des machines les plus pénalisantes. Il faut cependant relativiser ce résultat car sa première place n'est pas à attribuer à une dégradation des performances de la machine. En effet, les problèmes liés à la mauvaise détection fin de cuve n'ont engendré qu'une augmentation de 0,2 % de perte de TRS par rapport au mois d'avril. Sa première place s'explique donc par la descente naturelle dans le classement de l'étiqueteuse oxydant et de l'étuyeuse suite aux gros progrès réalisés sur ces dernières.

En conclusion, le premier objectif de ma gestion de projet était d'atteindre le plus vite possible un taux de rendement synthétique de 55%. Grâce à un travail quotidien entourée de l'ensemble des opérateurs et techniciens de la ligne 45, ce TRS a pu être atteint au mois de mai. Un autre gros challenge au regard de cette ligne de production était de pouvoir maintenir ce rendement dans le temps. Le TRS de 55,7% enregistré sur le mois de juin montre que la ligne est parvenue à se stabiliser et à réaliser les performances qui lui sont demandées.

Chapitre 4 : Mise en perspective du projet

4.1 Influence du TRS sur le coût de production lié à la MOS⁵

Une fois le stage terminé, nous avons intéressant de mettre en perspective, d'un point de vue financier, les résultats obtenus sur la ligne 45. Nous nous demandions quelles pouvaient être les conséquences financières que pouvait engendrer un objectif de rendement non atteint ou à l'inverse dépassant les 55% qui nous avait été fixé.

Comme toutes les autres usines du groupe L'Oréal, l'usine de Libramont-Chevigny ne produit pas pour faire du bénéfice. En effet, une fois produits, les kits de coloration sont vendus au coût de production à la branche des Affaires du groupe L'Oréal qui, à leur tour, se chargera de vendre les produits aux différents centres de distribution. C'est à ce niveau-là que les bénéfices seront engendrés. Un des gros challenges en tant que centre de production est donc de produire au coût le plus faible pour que la marge générée par la suite soit la plus élevée possible.

Le coût de production représente l'ensemble des dépenses nécessaires à la fabrication de produits. Il comprend les coûts suivants :

- Les coûts des achats des matières premières et des articles de conditionnement
- Le coût de la main d'œuvre horaire impliquée dans la production
- La part des amortissements directement liée à la production
- Les autres coûts fixes et variables de production tels que la consommation électrique des équipements, le loyer, ...

L'ensemble de ces coûts peuvent être distingués en charges directes et charges indirectes. Les coûts directs correspondent aux coûts directement liés au coût de production d'un produit (Laimi, s.d.).

Dans le coût de production du produit fini fabriqué sur la ligne 45, à savoir le kit de coloration de la gamme OLIA, nous nous sommes uniquement intéressés au coût de la main d'œuvre directement liée aux lignes de production. A l'usine L'Oréal de Libramont, elle se nomme la main d'œuvre spécifique, autrement dit MOS, et correspond aux opérateurs, aux techniciens et aux animateurs dont le rôle est de superviser les opérateurs. Le taux horaire de cette main d'œuvre est fixé à 48,03 euros par heure de travail prestée en unité de production.

Le tableau ci-dessous reprend le total des heures prestées par la main d'œuvre spécifique sur le mois d'avril et de mai 2022. Ces heures de travail comptabilisées vont varier suivant le nombre de jour que compte le mois, les jours de congés, ... Grâce à cette donnée et à la quantité réelle produite sur chacun des mois, j'ai été capable de calculer le temps de revient relatif à la ligne 45. Ce temps de revient est exprimé en heure et pour 1000 unités afin que le résultat obtenu soit plus significatif. Autrement dit, il correspond au nombre d'heures qu'il a fallu sur chacun des mois pour produire 1000 unités.

⁵ Main d'Œuvre Spécifique = opérateurs, techniciens et animateurs associés une ligne de production

Tableau 15 : Calcul du temps de revient réel MOS sur le mois d'avril et de mai

	Heures réelles prestées MOS	Temps de revient réel MOS = $\frac{\text{Heures réelles MOS}}{\text{Quantité produite}} * 1000$
AVRIL	1679,70	$\frac{1679,70}{1453104} * 1000$ = 1,15 heures soit 1 heure et 9 minutes
MAI	1738,54	$\frac{1738,54}{1617132} * 1000$ = 1,07 heures soit 1 heure et 4 minutes

Source : Création personnelle sur base des données relevées sur le logiciel S.P.I. (2022)

En comparant les deux temps de revient sur chacun des mois, on remarque facilement que la ligne a été plus efficace au mois de mai car elle a été capable de produire 1000 kits de coloration en 1 heure et 4 minutes. Au mois d'avril, elle mettait 5 minutes de plus pour produire cette même quantité.

Le temps plus élevé au mois d'avril pour produire 1 unité s'explique par des machines moins effectives, des temps d'attente d'article de conditionnement plus élevés ou encore des temps de changements qui ont pris plus de temps qu'au mois de mai. Ces différentes pertes de temps viennent diminuer le temps mis à la disposition des équipements pour effectuer la quantité demandée, à savoir le temps requis. Comme le montre le tableau 16 ci-dessous (cf. infra p.574), une fois ce temps diminué des arrêts non planifiés, des micro-arrêts et des temps de sous-cadence, on obtient le temps net. En d'autres termes, il s'agit du temps réel qu'il a fallu pour fabriquer les unités enregistrées sur chacun des mois. En fonction de l'importance de ces différents temps d'arrêts qui viennent diminuer le temps requis, la quantité produite sera plus ou moins grande.

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des informations suivantes relatives à la ligne 45 respectivement pour le mois d'avril et le mois de mai : les quantités réelles produites, le temps requis, les différentes pertes de temps menant au temps net et finalement le TRS obtenu, exprimé en %, sur chacun des mois. Les données relatives aux pertes de temps sur le mois d'avril n'ont pas pu être récupérées sur le logiciel. Le temps requis et le temps net étaient les seules données auxquelles j'avais accès. Grâce à cela, on en conclut que ces différentes pertes de temps ont été responsables d'une diminution du temps requis de 253, 42 heures.

Tableau 16 : Décomposition du TRS sur le mois d'avril et de mai

	AVRIL	MAI
Quantités réelles produites	1 453 104	1 617 132

Heures équipement		
Temps requis	522,51	525,58
- Pannes	/	69,53
- Attentes	/	7,34
- Changements	/	63,09
= Temps de fonctionnement	/	385,22
Disponibilité opérationnelle = $\frac{\text{Temps de fonctionnement}}{\text{Temps requis}}$	/	0,73
- Micro-arrêts	/	83,31
- Perte de cadence	/	2,23
= Temps net	269,09	299,28
Taux de performance = $\frac{\text{Temps net}}{\text{Temps de fonctionnement}}$	/	0,78

$\text{TRS (\%)} = \frac{\text{Temps net}}{\text{Temps requis}} * 100$ <p>= Taux de performance * Disponibilité opérationnelle * 100</p>	51,5	56,94
--	------	-------

Source: Création personnelle sur base des données relevées sur le logiciel S.P.I. (2022)

Une manière de calculer le taux de rendement synthétique est de diviser le temps net par le temps requis. Le temps requis étant fixe pour un mois donné, la seule variable sur laquelle il est

possible de jouer pour faire varier le TRS est le temps net. L'autre manière de calculer ce rendement est de multiplier la disponibilité opérationnelle par le taux de performance. Par conséquent, au moins il y a de pertes de temps, au plus ces taux sont élevés et donc, au plus le TRS est élevé.

Plus le temps net augmente, plus le TRS augmente. Un temps net plus élevé signifie des temps d'arrêts plus faibles comme les temps de pannes, d'attentes, de micro-arrêts, ... Par conséquent, en diminuant ces paramètres, on sera capable de produire plus sur une même période.

Le but de notre démarche est de calculer la différence du coût de production unitaire, d'un point de vue du coût de la main d'œuvre spécifique, si le TRS sur chacun des mois avait été de 55 %. Au mois d'avril, le rendement réel obtenu était en deçà de ce qui avait été fixé comme objectif en fin de phase de *ramp up*. Après un long travail réalisé sur la ligne de production et développé dans le chapitre 3 de ce mémoire, nous sommes parvenus à diminuer majoritairement les temps de pannes et de micro-arrêts ce qui nous a permis de surpasser le rendement objectif de 55 % au mois de mai. Il est donc intéressant de constater d'une part, ce que ça a coûté à l'Oréal de ne pas produire les quantités suffisantes et d'autre part, ce qu'elle gagne en produisant plus que ce qui avait été planifié.

Le calcul du coût de production unitaire revient à diviser les coûts de main d'œuvre spécifique, calculés sur base du taux horaire fixé de cette main d'œuvre, par les quantités produites sur la ligne. Par conséquent, pour pouvoir calculer cette différence, il a tout d'abord fallu calculer pour chacun des mois le nouveau coût de production unitaire pour un TRS hypothétique de 55 %. Pour ce faire, il a fallu utiliser les données reprises dans le tableau ci-dessus pour calculer les nouvelles quantités hypothétiques qui auraient été réalisées avec ce rendement objectif.

➤ **Calcul de la différence du coût de production si le rendement de 55 % avait été atteint en avril 2022**

Si le rendement de 55 % avait été directement atteint en fin de *ramp up*, cela aurait signifié une augmentation de 3,5 % par rapport au résultat obtenu sur ce mois. Cela aurait engendré une augmentation du temps net s'élevant à présent à 287,38 heures car il y aurait eu moins de temps perdu au niveau du temps de pannes, des micro-arrêts, Ce nouveau temps de fonctionnement des machines consacré à la production nette aurait permis de passer d'une quantité effective de 1 453 104 unités à une quantité de 1 551 872 unités.

Tableau 17 : Calcul du coût de production pour 1000 unités suivant un TRS de 51,5 % (résultat Avril 2022) et un TRS hypothétique de 55 %

AVRIL	TRS réel = 51,5 %	TRS = 55 %
Temps de revient MOS pour 1000 unités produites	$\frac{1679,70}{1453104} * 1000$ <p>= 1,15 heures soit 1 heure et 9 minutes</p>	$\frac{1679,70}{1551872} * 1000$ <p>= 1,08 heures soit 1 heure et 5 minutes</p>
Coût de production pour 1000 unités	$1,15 * 48,03 \text{ €} = 55,23 \text{ euros}$	$1,08 * 48,03 \text{ euros} = 51,87 \text{ euros}$

Source : Création personnelle sur base des données relevées dans le tableau 16. (2022)

Si la ligne avait été capable d'atteindre un rendement de 55 %, pour un même nombre d'heures prestées par la main d'œuvre pour la production du mois d'avril, le temps de revient pour 1000 unités aurait été inférieur. En d'autres termes, 1000 kits de coloration auraient été produits en 1 heure et 5 minutes plutôt qu'en 1 heure et 9 minutes dans le cas du rendement réel de 51,5 %.

Sachant que le taux horaire MOS s'élève à 48,03 euros par heure de travail prestée, le coût de production pour 1000 unités revient à multiplier ce taux horaire par le temps de revient obtenu pour chacun des deux rendements. Etant donné que le temps de revient diminue avec la quantité produite, au plus la quantité produite est élevée, au plus le coût de production de 1000 unités est faible. Par conséquent, le fait de ne pas avoir rempli les objectifs de rendement durant le premier mois après la phase de *ramp up*, cela a coûté 3,36 euros plus cher à l'Oréal de produire 1000 kits de coloration OLIA. Sachant que sur un mois, environ 1 500 000 kits sont produits sur la ligne45....

➤ **Calcul de la différence du coût de production entre le rendement objectif de 55 % et le rendement supérieur obtenu sur le mois de mai 2022**

Au mois de mai, l'objectif final de rendement a finalement été atteint puisque ce dernier s'élevait à 56,94 %. Ce dépassement d'environ 2 % est dû à un temps net de 299,28 heures qui aurait été de 289,07 heures si le rendement avait été de 55 %. Grâce à ce temps de fonctionnement des machines consacré à la production nette, une quantité de 1 617 132 unités avaient été produites alors qu'elle n'aurait été que d'1 561 958 pour un rendement de 55 %.

Tableau 18 : Calcul du coût de production pour 1000 unités suivant un TRS de 56,94 % (résultat Mai 2022) et un TRS hypothétique de 55 %

MAI	TRS réel = 56,94 %	TRS = 55 %
Temps de revient MOS pour 1000 unités produites	$\frac{1738,54}{1617132} * 1000$ $= 1,07 \text{ heures}$ <i>soit 1 heure et 4 minutes</i>	$\frac{1738,54}{1561958} * 1000$ $= 1,11 \text{ heures}$ <i>soit 1 heure et 7 minutes</i>
Coût de production pour 1000 unités	$1,07 * 48,03 \text{ €} = 51,39 \text{ euros}$	$1,11 * 48,03 \text{ euros} = 53,31 \text{ euros}$

Source : Création personnelle sur base des données relevées dans le tableau 16. (2022)

Le coût de la main d'œuvre spécifique est un coût fixe sur le mois de mai et revient à 83502,08 euros à L'Oréal. Ce coût revient à multiplier le taux horaire MOS de 48,03 euros par le nombre d'heures prestées sur le mois de mai à savoir 1738,54 heures. Le coût de production pour 1000 unités est donc obtenu en divisant ce coût lié à la main d'œuvre par la quantité produite et ensuite, de multiplier ce coût de production unitaire par 1000. Au plus la quantité produite est élevée, au plus ce coût diminue. Le dépassement de TRS sur le mois de mai d'environ 2 %, par rapport à l'objectif fixé de 55 %, explique pourquoi la production de 1000 kits de coloration OLIA a coûté 1,92 euros moins cher à L'Oréal.

En conclusion, suivant l'efficacité dont fait preuve la ligne de production 45, on remarque que le coût de production, calculé ici uniquement sur base du coût de la main d'œuvre liée à la production, est variable. Au plus la ligne est performante, au moins le temps perdu dans les divers arrêts des équipements tels que les pannes et les micro-arrêts est importante. Par conséquent, un plus grand nombre de kits de coloration pourra être produit et de ce fait, le coût de production associé sera plus faible.

4.2 Stabilité du rendement dans le temps au moyen du management visuel

L'atteinte d'un rendement cible de 55 % sur la ligne de production 45 a été atteint et constituait l'objectif principal de ma gestion de projet au sein de l'usine L'Oréal. Le stage a pris fin lorsque la ligne commençait à se stabiliser autour de ce rendement.

Pour donner suite au projet, il serait à présent intéressant de se concentrer sur le maintien et l'amélioration de ce rendement. L'usine L'Oréal de Libramont-Chevigny tout comme les autres usines du groupe basent leur gestion quotidienne sur le *Lean Manufacturing*. Dans cette

méthode d'organisation de la performance, le management visuel ainsi que la résolution efficace des problèmes sont des éléments clés. Bien que le management visuel soit déjà bien présent sur chacune des lignes de production, il nous semble être un levier d'amélioration sur lequel travailler afin d'espérer de meilleures performances et un engagement encore plus important du personnel. Dans le cadre de la ligne de production 45, nous avons identifié deux domaines dans lesquels il serait judicieux d'améliorer la visualisation des informations.

Il y a d'une part, le « point 5 minutes », qui est un rituel quotidien organisé sur chacune des lignes de production au moyen d'un support de visualisation. Il s'agit actuellement d'un tableau blanc qui serait intéressant de digitaliser dans le futur.

D'autre part, maintenant que la ligne de production montre une certaine stabilité au niveau de son rendement et donc par conséquent au niveau de l'efficacité de ses machines, il serait intéressant de fixer, au moyen de repères visuels, l'ensemble des réglages standards identifiés sur chacune d'elles.

Le management visuel

Selon Eaidgah, Arab Maki, Kurczewski et Abdekhodae (2016), le management visuel vise à transmettre des informations importantes en temps réel et d'une manière visuelle si intuitive qu'aucune explication supplémentaire est nécessaire pour assurer une bonne compréhension. Au moyen de repères visuels instantanés, les entreprises peuvent rendre les informations claires et exploitables, ce qui améliore la productivité du personnel. Les recherches montrent que les gens ont tendance à apprendre et à traiter les informations de manière plus visuelle. Notre cerveau réagit tout simplement mieux et plus rapidement aux couleurs, aux formes, aux motifs, aux graphiques et aux images plutôt qu'aux instructions écrites.

L'implémentation d'un bon management visuel permet à toute personne se rendant sur un lieu de travail d'évaluer instantanément la situation actuelle et l'avancement du travail, de suivre les performances du personnel par rapport aux objectifs, d'être informée directement de tout problèmes, anomalies et gaspillages, etc. Lorsque les problèmes et les déviations sont visibles, des mesures correctives immédiates peuvent être prises, ce qui augmentera l'efficacité des processus. De plus, les visuels sur le lieu de travail peuvent jouer un rôle important dans la formation du personnel. Les équipes terrain deviennent ainsi plus autonomes puisqu'ils comprennent les standards en vigueur qui sont clairs et définis, ils voient les résultats et ils savent exactement ce qu'ils doivent faire.

➤ **Digitalisation des rituels au moyen d'un outil groupe**

Le lean est une façon de penser, de s'organiser, un ensemble d'outils et de méthodes, ... Parmi les méthodes *lean* associées au management, il y a actuellement au sein des unités de production de l'usine différents rituels à intervalles courts qui sont organisés. Ils permettent de faire le point sur les performances et les actions, de faire un suivi régulier des problèmes survenant sur ligne de production, ... Ces rituels s'organisent sous forme de remontée pyramidale.

Le bas de cette pyramide est représenté par le « point 5 minutes », organisé quotidiennement sur chaque ligne de production au travers d'un tableau blanc. L'équipe terrain accompagnée de supérieurs parcourent les grands indicateurs de performances associés à la ligne et relèvent les événements perturbants survenus sur les dernières 24 heures tout en y associant des actions à traiter dans la semaine.

Le 2ème étage de la pyramide correspond quant à lui au “*briefing*” organisé quotidiennement entre les supérieurs. Cette réunion permet de remonter certains problèmes relevés lors du « point 5 minutes » et qui ne peuvent pas être traités directement sur le terrain car ils nécessitent un peu plus de temps, de ressources et d'analyse. Ces derniers seront traités dans un délai un peu plus long que ceux relevés au cours du « point 5 minutes ».

Enfin, le haut de la pyramide sera consacré à un point hebdomadaire nommé “PDCA”. Ce rendez-vous va permettre de recueillir au sein d'un fichier Excel les problèmes nécessitant plus de ressources et d'investissements pour être réglés dans du moyen voire long terme. Pour pouvoir être efficace dans la gestion de cette réunion, elle se déroule de manière structurée. Les participants viennent avec les sujets qu'ils souhaitent évoquer et les problèmes sur lesquels il faut se pencher avec plus d'attention que des problèmes quotidiens. Ensuite, pour chaque point relevé dans le fichier, ils décident de la manière dont ils vont tenter de le traiter et une ou plusieurs personnes seront chargées d'assurer le suivi du plan d'action mis en place pour respecter l'échéance de résolution du problème établi. De plus, l'ensemble de ces problèmes doivent s'inscrire dans une démarche *Plan, Do, Check, Act* d'amélioration continue avec un suivi et éventuellement une correction des mesures initialement mises en place.

L'objectif premier de ce point « PDCA » est de régler des problèmes dits SMART (spécifique, mesurable, acceptable, réaliste et temporellement défini) et qui ont comme finalité, de gérer et d'améliorer au mieux la performance des lignes de production en passant par un meilleur TRS par exemple ou alors une réduction de pièces défectueuses par pause de production. Dans certains cas, et uniquement à ce niveau de la pyramide, des intervenants externes à l'entreprise peuvent intervenir si le problème n'est pas solvable avec les compétences internes de l'usine.

Bien que cette dynamique instaurée dans chacune des unités de production fonctionne, nous pensons que le support utilisé pour chacun d'eux n'est pas le plus efficace. La digitalisation de l'ensemble de ces rituels au sein d'un seul et unique outil semble être plus adapté pour augmenter les performances de la gestion des opérations quotidiennes.

Pour ce faire, il existe l'outil Solvace, utilisé par la branche opérationnelle du groupe l'Oréal, qui permet l'animation des réunions, le partage d'indicateurs clés de performance et l'alimentation d'un plan d'action centralisé à l'ensemble de l'usine. Cependant, actuellement, cet outil n'est pas encore entièrement déployé au sein de l'usine mais ce dernier constitue un des projets majeurs de la section performance pour les mois à venir.

La création du « point 5 minutes » sous forme d'une réunion Solvace présenterait différents avantages qui sont les suivants :

✓ **L'interaction avec les KPIs et leur visualisation en temps réel**

Au lieu de simplement afficher les différents KPIs sur un tableau blanc, la digitalisation de la réunion permettrait de les visualiser en temps réels à partir de diverses sources de données. La moindre déviation par rapport à l'objectif fixé pourrait ainsi être immédiatement repérée et maîtrisée. Cet écart peut être documenté au travers de la création de problèmes et pris en charge en créant des contre-actions ou en entamant une analyse des causes racines. Ce lien clair entre les KPIs et les actions qui y sont associées est essentiel pour pouvoir mesurer et évaluer leur efficacité au fil des réunions.

✓ **Fluidification du passage d'information**

Grâce à l'utilisation de cet outil, il serait possible de connecter différentes réunions ensemble afin qu'elles puissent communiquer entre elles. Ainsi, un problème plus complexe qui ne pourrait pas être résolu lors du « point 5 minutes » pourrait être immédiatement remonter vers une autre réunion qui serait en mesure de le traiter efficacement comme par exemple la réunion « PDCA ».

De plus, la réunion est configurée de telle sorte à pouvoir montrer en temps réel l'état d'avancement de l'ensemble des problèmes et des actions associées. Lors de l'encodage d'une action, il faut encoder la ou les personnes chargées de l'accomplir. Une fois enregistrée, les personnes sont immédiatement notifiées de cette tâche et peuvent par la suite documenter leur progression. Cette mise à jour de l'état d'avancement sera visible en temps réel sur le tableau digital de la réunion.

✓ **Alignement de l'équipe sur les priorités**

L'apport d'une structure claire et d'une bonne visualisation des données permet à l'ensemble de l'équipe de savoir où ils se situent par rapport aux différents objectifs fixés et de savoir les mesures nécessaires à adopter en vue d'atteindre ces derniers.

✓ **Engagement de l'ensemble de l'équipe dans la démarche d'amélioration continue**

A partir du moment où l'ensemble du personnel se sent concerné par la réalisation des objectifs fixés, il devient naturel de collaborer, de résoudre les problèmes et d'identifier les opportunités qui soutiennent ces objectifs.

L'implémentation d'un écran digital sur l'ensemble des lignes de production ne pourrait qu'améliorer leur performance car elles s'attaqueront mieux et plus rapidement aux différents problèmes rencontrés. De plus, le partage des connaissances sera favorisé au travers de cet outils car il enregistrera automatiquement toute expertise nouvellement acquise pour une réutilisation ultérieure. Par conséquent, chaque fois qu'un problème sera résolu avec Solvace, l'usine deviendra plus intelligente.

➤ **Mise en place sur la ligne d'un chantier « Valeurs Nominales de Réglages de machines »**

Les valeurs nominales de réglages (VNR) correspondent à un ensemble de paramètres, de valeurs, de repères qui définissent un fonctionnement optimal d'une machine ou d'une ligne de production. Elles permettent à quiconque de visualiser rapidement les réglages en cours et de réagir de façon appropriée.

Maintenant que la ligne 45 est parvenue à se stabiliser et que les nombreux réglages nécessaires au bon fonctionnement des machines ont été effectués, il est indispensable de définir des standards pour chacune d'entre elles. En effet, les machines ne sont pas à l'abri de nombreuses dérives et sans conditions standards d'utilisation définies, le traitement de ces anomalies est plus difficile et moins efficace.

La mise en place de VNR sur toute ligne de production présenterait de nombreux avantages qui sont les suivants :

✓ **Maîtrise des machines plus simple**

La création d'un standard visuel simple et placé à proximité du point d'utilisation des machines est essentiel pour faciliter les changements de références et l'analyse des écarts.

Avant l'analyse d'une panne, cela permet aux techniciens de remettre la ligne dans les réglages de base. De plus, elles garantissent la montée en puissance rapide des machines après les changements de format grâce à la connaissance des valeurs à appliquer dans chacun des cas.

✓ **Introduction du management visuel et des standards dans une démarche d'amélioration continue**

Dans le processus d'amélioration continue, une des étapes consiste à mesurer et à caractériser les problèmes de réglage avec des données factuelles. Pour cela, il est indispensable de rendre visible tout dérèglement et en parallèle, de créer une fiche de dérèglement par machine. Cela permet de garder une trace de tout dérèglement volontaire de l'équipement par rapport au réglage standard pour assurer son bon fonctionnement.

Il est important de signaler que les standards de réglages sont la meilleure manière de faire aujourd'hui mais qu'ils sont amenés à évoluer car il sera possible de faire mieux demain.

✓ **Connaissances partagées**

Un réglage identifié et fixé sur une ligne sera reproduit sur d'autres lignes en cas de situation identique. Cela permet une harmonisation à l'échelle de l'usine. De plus, cette méthode permet de capitaliser l'expérience des techniciens. Après discussion avec de nombreux techniciens durant le stage, j'ai pu remarquer qu'ils avaient généralement tous leur propre façon de faire dans le réglage des machines. Cela peut évidemment mener à des conflits car ils pensent tous bien faire.

✓ **Développement des compétences dans une démarche d'amélioration continue**

En rendant accessible des réglages complexes, de nombreux réglages préalablement réalisés par les techniciens pourront être transférés aux opérateurs les rendant ainsi plus autonomes. Tout écart étant très visible, les opérateurs montent en compétence pour alerter sur la moindre dérive.

Pour résumer, l'introduction des VNR sur la ligne 45 nous semble être une étape essentielle à réaliser au plus vite afin d'assurer une bonne performance sur le long terme. Ces VNR seront de grande utilité lorsque les deux situations suivantes se présentent sur la ligne de production. Premièrement, lorsqu'une anomalie ou une panne apparaît, la VNR sera le premier élément à regarder avant le dépiage de la cause racine de la panne. Deuxièmement, s'il y a un changement de format, ce standard facilitera le passage d'un produit à l'autre grâce aux réglages connus et répétables.

Conclusion

En tant qu'étudiante en dernière année d'Ingénieur Commercial à l'ICHEC *Brussels Management School*, j'ai été amenée à réaliser une gestion de projet pour une entreprise. Mon choix s'est porté sur l'usine L'Oréal de Libramont-Chevigny, spécialisée dans les produits et soins pour cheveux. C'était un réel honneur de pouvoir contribuer à ma modeste échelle au bon fonctionnement de cette usine devenue une référence pour le groupe L'Oréal en matière de développement durable, de transformation digitale, ...

Evoluant dans un monde qualifié de VUCA (Volatile, Incertain, Complexe, Ambigu), les entreprises à l'heure actuelle n'ont pas d'autres choix que de faire preuve d'agilité pour pouvoir s'adapter efficacement aux changements inattendus tout en continuant à entretenir leurs dimensions stratégiques, opérationnelles et humaines. Grâce à sa stratégie unique d'Universalisation, le géant de l'industrie cosmétique occupe depuis de nombreuses années la première place sur ce marché en perpétuelle évolution.

Cette stratégie demande une capacité de flexibilité et de réactivité de la part des différents sites de production afin de pouvoir satisfaire les attentes grandissantes des consommateurs dans le monde entier. L'optimisation des outils de production ainsi que des systèmes de management leur permettent de gagner quotidiennement en agilité et en performance tout en gardant comme priorité, la qualité et la sécurité de leurs produits.

C'est dans cet état d'esprit qu'a pris place ma gestion de projet début février. Elle portait sur l'optimisation des performances de la ligne de production du kit de coloration de la gamme OLIA (ligne 45) suite à sa rénovation pendant tout le mois de janvier suite à un changement dans la définition du produit. En tant que gamme de référence pour l'usine en termes de chiffre d'affaires, l'objectif final de rendement, de TRS, à devoir atteindre dans un temps imparti était un réel challenge et a demandé par conséquent, d'instaurer une réelle dynamique de chantier.

Cette gestion de projet a donc été rythmée par 2 grandes phases.

Dans un premier temps, il y a eu la phase de *ramp up*, qui est une période déterminée dans le temps dédiée à la montée en puissance rapide d'une ligne de production suite à une rénovation ou à nouvelle installation. Il nous était demandé d'atteindre 55% de rendement au bout de 7 semaines de chantier. Ce faisant, le suivi d'une méthodologie propre à une phase de *ramp up* a été particulièrement importante. Elle consiste en une définition claire des objectifs à devoir atteindre en cours et en fin de chantier. Ensuite, un pilotage quotidien des KPIs au moyen d'un support visuel clair était réalisé quotidiennement sur la ligne de production. Le rendement de la ligne au cours de ces 7 semaines s'est montré relativement instable mais après de nombreux efforts, elle est finalement parvenue à se stabiliser autour d'un TRS avoisinant les 50 %.

Dans un second temps, le gros challenge à présent était de réussir à atteindre, ensemble, notre objectif de rendement final cible. Grâce à un logiciel de récolte des données en temps réel sur

la ligne de production, nous avons pu identifier de manière fiable ce qui constituait la plus grosse barrière à l'atteinte des 55% de rendement. La fiabilité des équipements, en particulier les temps d'arrêts pour cause de pannes, s'est révélée être l'axe d'amélioration sur lequel se pencher. Après cela, il a fallu premièrement prioriser les machines les plus problématiques et ensuite sélectionner, parmi l'ensemble des problèmes les concernant, ceux qui étaient les plus pénalisants dans le bon fonctionnement de la ligne.

Pour mener à bien cette mission, l'organisation d'une réunion hebdomadaire rassemblant les acteurs clés du terrain et de l'équipe managériale (opérateurs, techniciens, animateur, ingénieur de production) était organisée en salle de réunion. Elle portait sur le pilotage des KPIs au travers d'un tableau de bord digital pour favoriser la visibilité de notre état d'avancement par rapport à l'objectif fixé. Ces réunions se concentraient sur l'analyse des problèmes grâce aux outils *Lean* d'aide à la résolution de problèmes (Diagramme d'Ishikawa, les 5 Pourquoi, ...). Une fois les causes racines identifiées, un plan d'action était mis en place et un suivi régulier de ce dernier était assuré au travers des différentes réunions. Ce groupe de travail a encouragé l'ensemble de l'équipe à collaborer pour résoudre les problèmes et améliorer sans cesse le rendement obtenu sur la ligne. Ce processus fait écho au PDCA, ou roue de Deming, qui est une approche itérative à adopter afin de rester dans l'amélioration continue, pilier fondamental du *Lean Management*.

Grâce à cette dynamique instaurée au sein de l'équipe et à la collaboration de chacun des acteurs, nous sommes parvenus à diminuer de manière significative le taux de pannes sur la ligne de production. Cela a entraîné une hausse du rendement sur le courant du mois de mai nous permettant de surpasser le rendement de 55% qui nous avait été fixé.

Ce projet a été très intéressant tant d'un point de vue professionnel que personnel. Il m'a permis premièrement de mettre en pratique des concepts théoriques appris lors de ma formation à l'ICHEC. Ensuite, les différentes missions qui m'ont été confiées tout au long de ma gestion de projet m'ont permis de renforcer mon sens de l'analyse et de m'ouvrir au monde industriel jusqu'ici inconnu pour moi. Finalement, j'ai pu constater l'importance de la communication, du relationnel et de la capacité d'écoute pour pouvoir trouver les bonnes solutions et motiver l'ensemble des membres de l'équipe dans l'exécution de leurs tâches pour atteindre nos objectifs.

Bibliographie

- Adam, A. (2019, 28 avril). *Méthode des 20-80 ou loi de Pareto : Créer un diagramme de Pareto sur Excel 2007 2016 en moins de 6 min.* Récupéré le 11 mars 2022 de <https://www.maitrise-excel.com/methode-des-20-80-ou-loi-de-pareto-creer-un-diagramme-de-pareto-sur-excel-2007-2016-en-moins-de-6-min/>
- Bentalab, S. (2022, 4 janvier). *La méthode QQQCCP, un outil d'analyse simple et performant.* Récupéré le 1^{er} mars 2022 de <https://qualiblog.fr/outils-et-methodes/methode-qqqccp-outil-analyse-simple-et-performant/>
- Bentalab, S. (2022, 19 janvier). *La méthode des 5 Pourquoi pour éradiquer vos problèmes!* . Récupéré le 7 mars 2022 de <https://qualiblog.fr/outils-et-methodes/la-methode-des-5-pourquoi-pour-eradiquer-vos-problemes/>
- Bleu Lean Consulting. (2018, 8 novembre). *Le taux de rendement synthétique (TRS).* Récupéré le 2 mars 2022 de <https://www.bluelean.fr/blog/production/le-taux-de-rendement-synthetique-trs.html>
- Carubelli, P. (2021). *Operations & Supply Chain Management.* Syllabus. UC3M : Madrid.
- Chef de projet. (2021, 4 mars). *Diagramme de Pareto : définition et construction.* Récupéré le 5 mars 2022 de <https://chef-de-projet.fr/diagramme-de-pareto/>
- Cours BTS Sam. (s.d.). *L'arbre des causes : déterminer les causes d'un problème.* Récupéré le 8 mars 2022 de <https://coursbtsam.fr/arbre-des-causes/>
- Derobert, N. (s.d.). *L'arbre des causes.* Récupéré le 13 mars 2022 de <https://commentprogresser.com/outil-arbre-cause.html>
- Dordain, F. (2020, 18 novembre). *3 impacts majeurs d'un arrêt de production pour un industriel.* Récupéré le 27 février 2022 de <https://www.tesseract-solutions.fr/blog/3-impacts-majeurs-dun-arr%C3%AAt-de-production-pour-un-industriel>
- Eaidgah, Y., Arab Maki, A., Kurczewski, K. et Abdekhodae, A. (2016). *Revue internationale de Lean Six Sigma. Management visuel, pilotage de la performance et amélioration continue : une approche de production au plus juste.* 7(2). 187-210 Récupéré le 25 2 août 2022 de <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLSS-09-2014-0028/full/html>
- Everlaab. (2022). *Méthode des 5 pourquoi : le guide pratique en 3 étapes.* Récupéré le 3 mars 2022 de <https://everlaab.com/methode-des-5-pourquoi/>
- Hohmann, C. (2010, 9 mai). *Lean Supply Chain.* Récupéré le 15 juillet 2022 de http://chohmann.free.fr/SCM/lean_supply_chain.htm?fbclid=IwAR3YAU6NikK1f_36pBhw7YrIS20wTOCT1UAnuu07g7s4rl05qNvEsUsf_4o

- Hohmann, C. (2018, 28 février). *Analyse du TRS avec les 16 pertes TPM*. Récupéré le 2 mars 2022 de <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/la-boite-a-outils-lean/235-analyse-du-trs-avec-les-16-pertes-tpm>
- ISLEAN. (2017, 23 novembre). *Analyses des risques « AMDEC » ou « FMEA » : définition et mise en perspective*. Récupéré le 8 mars 2022 de <https://islean-consulting.fr/fr/excellence-operationnelle/analyses-de-risques-amdec-ou-fmea-definition-et-mise-en-perspective/>
- Kanbanize. (2022). *Les 7 gaspillages du Lean : Comment optimiser les ressources?*. Récupéré le 20 juillet 2022 de <https://kanbanize.com/fr/valeur-gaspillages/7-gaspillages-du-lean>
- Laimi, F. (s.d.). *Gestion de la production. Syllabus*. IHEC Carthage, Tunis. Récupéré de https://iheceexcellenceuget.files.wordpress.com/2019/11/gestion-de-production-cours-chapitre-1_compressed-1_compressed-1.pdf
- Lasnier, G. (2007). *La Revue des Sciences de Gestion. LE LEAN-MANUFACTURING (Système de production à haute performance) dans les industries travaillant en juste-à-temps avec flux régulés par takt-time (rythme de la consommation du client)*. 223, 99-107. doi. 10.3917/rsg.223.0099
- Lefebvre, A. (2020, 29 octobre). *Le diagramme d'Ishikawa*. Récupéré le 25 février 2022 de <https://www.leblogdudirigeant.com/diagramme-ishikawa/>
- Leveugle, F. (2021, 29 septembre). *Chronométrage et pendulage*. Récupéré le 23 février 2022 de <https://flconsultants.fr/lean-manufacturing/chronometrage-pendulage/>
- Leveugle, F. (2021, 18 octobre). *TRS (Taux de Rendement Synthétique)*. Récupéré le 2 mars 2022 de <https://flconsultants.fr/lean-manufacturing/trs-taux-de-rendement-synthetique/>
- Le Figaro. (s.d.). *Un problème sans solution est un problème mal posé*. Récupéré le 28 février 2022 de <http://eveve.lefigaro.fr/citation/probleme-solution-probleme-mal-pose-19751.php>
- L'Oréal Libramont. (2021). *Powerpoint*. Libramont-Chevigny : Usine l'Oréal. Récupéré le 20 février 2022
- L'Oréal Patrimoine. (s.d.). *Notre Histoire. L'aventure de la Beauté*. Récupéré le 2 mars 2022 de <https://www.loreal.com/fr/groupe/culture-et-patrimoine/notre-histoire/>
- L'Oréal Direction Générale des Opérations. (2022, février). *Guide méthodologique de résolution des problèmes – Méthode commune à tous les départements*. Paris : DGO.
- L'Oréal. (2016). *Rapport d'activité 2016*. Récupéré le 25 février 2022 de <https://www.loreal-finance.com/fr/rapport-activite-2016/panorama-marques>

- L'Oréal. (2021). *Document d'enregistrement universel 2021*. Récupéré le 25 février 2022 de https://www.loreal-finance.com/system/files/2022-03/LOREAL_Document_Enregistrement_Universel_2021_fr_0.pdf
- Mbouopda, J. (2019). *Le Lean. Penser l'organisation au plus juste*. (Mémoire de Master en Sciences de gestion). Louvain School of Management, Mons. Récupéré le 5 août 2022 de file:///C:/Users/user1/Downloads/Foko%20Mbouopda_00331600_2019.pdf
- Olivier, F. (2009). *L'approche Lean : méthodes et outils appliqués aux ateliers de production pharmaceutique* (Thèse de doctorat). Université Joseph Fourier, Grenoble. Récupéré le 15 mai 2022 de <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00592326/document>
- OpenClassrooms. (2020, 30 novembre). *Pilotez la production dans l'industrie du futur*. Récupéré le 4 mars 2022 de <https://openclassrooms.com/fr/courses/6016141-pilotez-la-production-dans-lindustrie-du-futur/6469916-ameliorer-le-poste-de-travail-en-production>
- Pouillard, N. (2021, 4 novembre). *La méthode des 5M, pour une gestion de projet sans problème*. Récupéré le 26 février 2022 de <https://www.appvizer.fr/magazine/operations/gestion-de-projet/5-m-une-gestion-de-projet-sans-problemes>
- Préiso. (s.d.). *L'arbre des causes*. Récupéré le 13 mars 2022 de <https://www.preisofrance.fr/details-l+arbre+des+causes-254.html>
- Sesa Systems. (2022). *Le TRS, Taux de Rendement Synthétique, un indicateur clé de performance*. Récupéré le 2 mars 2022 de <https://www.sesa-systems.com/tpm-le-trs-un-indicateur-cle-de-performance>
- Techniques de l'Ingénieur. (2021, 3 novembre). *Éliminer les problèmes de production grâce à l'analyse statistique*. Récupéré le 27 février 2022 de <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/eliminer-les-problemes-de-production-grace-a-lanalyse-statistique-104396/>