

**UNIVERSITE TOULOUSE III PAUL SABATIER
FACULTE DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES**

ANNEE : 2014

THESE 2014 TOU3 2082

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement
par

VATTIER Emilie

**LES OUTILS DU LEAN MANUFACTURING : APPLICATION
PRATIQUE EN ATELIER DE PRODUCTION**

20 OCTOBRE 2014

Directeur de thèse : PERELLO Claire

JURY

Président : ARELLANO Cécile
1er assesseur : LAMOTHE Jacques



Université
de Toulouse

« Se réunir est un début. Rester ensemble est un progrès. Travailler ensemble est la réussite. »
Henry Ford

« Tirer le profit le meilleur de ce qui est : s'ingénier à l'améliorer plutôt que de chercher à le changer. »
André Gide (Journal, 4 juillet 1933)

« The most dangerous kind of waste is the waste we do not recognize »
Shigeo Shingo

REMERCIEMENTS

A MA PRESIDENTE DE JURY

Mme Cécile ARELLANO, Enseignant-Chercheur à l'Université Paul Sabatier

Pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de cette thèse, et pour votre disponibilité. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon profond respect et toute ma reconnaissance.

A MA DIRECTRICE DE THESE

Mme Claire PERELLO, Pharmacien industriel, anciennement Adjointe Responsable de Production (Laboratoire français du Fractionnement et des Biotechnologies (LFB), Les Ulis)

Pour avoir accepté de participer à cette thèse, pour m'avoir soutenue et prodigué de si bons conseils. Un énorme merci à toi pour ton aide, ta gentillesse et ton expertise de tous les instants. Malgré la distance géographique, tu m'as beaucoup aidé et je te garantis toute ma gratitude et mon profond respect. Merci !

AU TROISIEME JUGE DE JURY

Mr Jacques LAMOTHE, Enseignant-Chercheur à l'Ecole des Mines d'Albi

Pour avoir accepté de participer à ce projet si important pour moi. Je vous remercie et vous adresse toute ma reconnaissance.

A MA FAMILLE

Mes parents, Christine et Jean-François

Il s'est passé tellement de choses en 26 ans et en 8 ans d'études... Merci pour votre soutien infaillible (et votre patience) ! Vous avez toujours cru en moi et je ne saurai vous en remercier assez. Toujours présents (quelle que soit mon humeur...) je vous dois une grande partie de ma réussite. Vous m'avez aidé dans mes grands questionnements : Officine ou Industrie ? Albi, Grenoble ou Toulouse ? Paris, Dreux (heureusement non...) ou Normandie ?

Vous êtes les meilleurs parents du Monde.

Je vous aime fort !!!

Ma sœur, Céline

Soeurette, tu sais comme tu tiens toujours une grande place dans mon cœur et dans mes pensées. Malgré la distance, tu es ma grande sœur chérie, et tu m'as toujours soutenue.

Merci ma célinette et surtout continue à mener ta vie comme tu le fais ! Je t'aime poulette !

Mon frère, Guillaume

Ptit Guigui, tu as dû me supporter tellement de fois, surtout pendant mes « années concours »... Un énorme merci pour tout frerot ! Eclate-toi dans ta nouvelle vie étudiante !

Je t'aime cr4p1n0u ! (eh oui, j'ai osé !)

Ma mamie, Jacqueline

Ma petite mamie... Tu m'as toujours soutenue et encouragée. Tu m'as beaucoup montré ta fierté, et c'est tellement important pour moi de savoir que tes petits enfants te rendent tous fiers... Nos (rapides) coups de téléphones, nos périple « plage-Casino » sur la côte normande, nos discussions et nombreuses rigolades... Je te remercie énormément pour tout ça !

Tu prends une très grande place dans mon cœur... Je t'aime Mamie d'amour !

Mes Chauss'Périer et mes Commien

Merci pour ces week-end, vos sourires et tous ces souvenirs ensemble !

Mon parrain Pascal et ma marraine Marion

Merci pour votre soutien et votre amour !

Mes grands-parents trop vite partis

Vous n'avez malheureusement pas eu le temps de connaître mes projets... J'espère que, de là où vous nous voyez tous, vous êtes fiers de moi !! Je vous aime tellement... Je ne vous oublierai jamais...

C'est tellement difficile de poser des mots sur tout ce que je ressens pour toute ma famille... Vous serez toujours profondément ancrés dans mon cœur... un énormissime merci à toute ma famille !

A MES AMIS,**Des Mines d'Albi****Mes ptits pharma chéris... Julia, Mama, Adrien, Kitou, Olive, Coco, Paula, Vince, Doms et Romain**

Tous ces souvenirs avec vous ! Des moments difficiles, des grands moments de rigolades ancrés à jamais dans mon âme... Notre couloir, nos soirées... Deux années inoubliables ! Notre grande famille restera unique ! On a retourné Albi, et on en est fier !! Félicitations pour vos réussites, personnelles et professionnelles, vous le méritez tous.

Je vous adore tous mes pharma (pardon... pharma-ingés !) !!

Mes ptits ingés... Princess, Deude, Grand, MaxKolb, Martin, Mot-Mot, Bubulle, Lucile, ptite Camille... et bien d'autres !

Merci pour votre soutien, pour n'avoir pas eu peur des « vieux » pharmas... et pour toutes ces soirées de rigolades avec vous !

Un énorme merci pour tout et à bientôt pour de nouvelles aventures !!

Les bébés-pharma... Clairette, Céline, Anouch, Laure, Juliette, Antoine, Anthony, Remi, Charles

Courage à vous... C'est presque terminé ! Et vous verrez, ensuite c'est que du bonheur !

De la Fac de Pharmacie

Ma binôme, Emilie

Qu'est-ce qu'on a pu rire en TP ! Merci pour ta bonne humeur infailible, et bonne continuation dans des contrées lointaines !! Tu es la meilleure binôme de la Terre... j'en suis sûre !

Karine, Laura, Célia, Emeline, Audrey D, Gaëlle, Margaux, Marion

Un grand merci pour le soutien mutuel que l'on a pu se porter tout au long de ces 6 années passées avec vous !

Audrey P, Camille P

« Radio-cancan »... toutes les infos sont ici ! Merci pour tous ces moments de commérage passés avec vous !

De longue date

Chloé... *On s'est connue à l'orchestre, et deux pipelettes comme nous n'ont pas pu être séparées, malgré nos chemins différents ! Merci pour ta présence, nos discussions rassurantes, nos (nombreux) papotages... Un énorme merci Chouquette !*

Maud... *Merci pour ton soutien, nos discussions psycho... Concrétise tes rêves, tu le mérites !*

Aux personnes que j'ai pu oublier...

Merci !

Bonne lecture...

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	4
TABLE DES MATIERES.....	8
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	12
LISTE DES ABREVIATIONS.....	14
INTRODUCTION	15
PARTIE 1 : le LEAN Manufacturing.....	16
I. Les origines du LEAN Manufacturing.....	17
II. Les principes et concepts clés du LEAN Manufacturing	21
II.1. Définition et édifice LEAN	21
II.1.1. L'excellence industrielle.....	22
II.1.2. Les fondations de l'édifice LEAN.....	23
II.1.2.1. La stabilité des ressources.....	23
II.1.2.2. La réduction des gaspillages (ou Muda)	24
II.1.2.3. Le Kaizen ou Amélioration Continue	28
II.1.2.4. Le lissage de la charge de travail (ou Heijunka).....	30
II.1.2.5. La standardisation des actions.....	33
II.1.3. Les piliers de l'édifice LEAN	34
II.1.3.1. Le Just-In-Time (ou JIT).....	34
II.1.3.2. Jidoka.....	37
II.1.3.3. Le « Gemba Walk »	40
II.2. Le LEAN Thinking : la philosophie LEAN	42
II.3. Le LEAN Six Sigma	44
II.3.1. La qualité tournée vers la satisfaction du client	44
II.3.2. Réduire la variabilité.....	45
II.3.3. Maîtriser la variabilité.....	46
II.3.4. Organiser les compétences et les responsabilités	48
II.3.5. Manager par projets	49
III. Les outils et indicateurs du LEAN Manufacturing	51
III.1. Améliorer l'organisation	52

III.1.1.	La Value Stream Mapping (ou VSM).....	52
III.1.1.1	Définition de la VSM.....	52
III.1.1.2	Réalisation d'une VSM.....	53
III.1.1.2	Intérêts de la Value Stream Mapping	58
III.1.2.	Le 5S.....	59
III.2.	Augmenter le rendement industriel	63
III.2.1.	Le temps de travail	63
III.2.2.	Le Taux de Rendement Synthétique (ou TRS).....	64
III.2.3.	La Total Productive Maintenance (ou TPM)	66
III.2.3.1	Les pannes.....	68
III.2.3.2	Les changements de série et/ou réglages	68
III.2.3.3	Les marches à vide et/ou les micro-arrêts	68
III.2.3.4	Les ralentissements, les sous-vitesses	69
III.2.3.5	Les défauts sur pièces ou rebuts, retouches.....	69
III.2.3.6	Les pertes au démarrage et au re-démarrage.....	69
III.2.4.	Le Single Minute Exchange of Die (ou SMED).....	70
III.2.5.	Le management visuel	73
III.2.6.	Les outils pour la résolution de problèmes	75
III.2.6.1.	Le QQQCCP	75
III.2.6.2	Les 5 Pourquoi.....	77
III.2.6.3	Les 6M et le diagramme d'Ishikawa	77
CONCLUSION PARTIE 1.....		79
PARTIE 2 : APPLICATION PRATIQUE DES METHODES ET OUTILS DU LEAN MANUFACTURING EN ATELIER DE PRODUCTION		80
I.	Présentation du contexte	81
I.1.	Présentation du groupe LFB	81
I.1.1.	Le LFB, un laboratoire pharmaceutique au service de la santé.....	81
I.1.2.	Les médicaments du LFB.....	81
I.2.	Le contexte d'étude	83
I.3.	Les axes d'étude développés pour l'amélioration de la performance de l'atelier « Albumine »	85
I.3.1.	Projet « c'est notre atelier ! »	85
I.3.2.	Management visuel en atelier.....	86

I.3.3.	Amélioration des performances de production	86
II.	Déroulement de l'étude.....	87
II.1.	Méthodologie suivie	87
II.1.1.	Présentation de la méthodologie générale	87
II.1.2.	Livrables associés	87
II.1.2.1.	Projet « c'est notre atelier ! ».....	88
II.1.2.2.	Management visuel	88
II.1.2.3.	Performances industrielles	88
III.	Résultats obtenus.....	90
III.1.	Projet « c'est notre atelier ! »	90
III.1.1.	Contexte de mise en place	90
III.1.2.	Découpage des ateliers en zones	90
III.1.3.	Présentation des fiches 5S, supports lors de l'audit	91
III.1.4.	Présentation de la fiche de suivi d'une zone	92
III.1.5.	Création d'un mode d'utilisation des outils du projet « c'est notre atelier ! ».....	93
III.2.	Management visuel.....	94
III.2.1.	Etude de marché : méthodes d'affichage en Zone à Atmosphère Contrôlée (ZAC).....	95
III.2.2.	Outils et indicateurs nécessaires et développés.....	95
III.2.2.1.	Sécurité.....	96
III.2.2.2.	Passage de consignes	97
III.2.2.3.	Revue des dossiers de fabrication	97
III.2.2.4.	Formation des techniciens	98
III.2.2.5.	Qualité / Déviations	98
III.2.2.6.	Documentation	99
III.2.2.7.	Fiches 5S « c'est notre atelier ! »	99
III.2.2.8.	Suivi des DIT/OT	100
III.2.2.9.	Point Info	100
III.2.3.	Présentation des prototypes.....	101
III.3.	Amélioration de la performance industrielle	103
III.3.1.	Filtres presses – impact Qualité et Coût.....	103
III.3.2.	Les Tableaux de pontage – impact Qualité	106
III.3.3.	Flux « revue des dossiers de fabrication » - impact Délai	109

CONCLUSION..... 112

TABLE DES ANNEXES..... 113

Bibliographie..... 129

INDEX..... 132

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Frise chronologique historique du LEAN	17
Figure 2 : Evolution du marché après le choc pétrolier.....	19
Figure 3 : L'édifice LEAN.....	21
Figure 4 : Les 7 Mudas.....	25
Figure 5 : Démonstration visuelle d'actions Kaizen sur la performance d'un processus.....	28
Figure 6 : Illustration de la roue de Deming.....	30
Figure 7 : Exemple de production non lissée dans une usine de fabrication de moteurs pour engins de jardinage.....	32
Figure 8 : Exemple de production lissée dans une usine de fabrication de moteurs pour engins de jardinage.....	33
Figure 9 : Productivité améliorée grâce à l'équilibrage par le Takt Time.....	36
Figure 10 : Illustration d'un Poka-yoke ou méthode de détrompage.....	38
Figure 11 : Illustration de systèmes d'alerte, reliés aux équipements de production.....	39
Figure 12 : Les 5 principes clés du LEAN Thinking.....	42
Figure 13 : Représentation de la réduction de la variabilité.....	45
Figure 14 : Les 6 étapes DMAICS de la démarche Six Sigma.....	46
Figure 15 : Les quatre niveaux de pilotage.....	48
Figure 16 : Illustration d'un exemple de diagramme de PARETO.....	54
Figure 17 : Exemples de symboles utilisés dans l'élaboration d'un VSM.....	55
Figure 18 : Courbe à créneaux (« Time Line ») référençant les temps d'exécution et temps d'attente d'un processus.....	56
Figure 19 : Exemple de cartographie des flux de valeur d'un état actuel.....	56
Figure 20 : Exemple de cartographie proposant des pistes d'amélioration du processus.....	57
Figure 21 : Les cinq étapes de la méthode 5S.....	59
Figure 22 : Répartition type du temps de travail.....	63
Figure 23 : Schéma explicatif de la mesure du TRS.....	65
Figure 24 : Les phases du processus de changement de série.....	71
Figure 25 : Illustration des étapes de la démarche SMED.....	72
Figure 26 : Exemple de l'application de la méthode des 5 Pourquoi.....	77
Figure 27 : Diagramme d'Ishikawa ou diagramme causes/effet.....	78

Figure 28 : Les médicaments produits par le LFB.	82
Figure 29 : Schéma général du fractionnement des protéines au LFB.	83
Figure 30 : Composition du plasma humaine, et répartition des protéines plasmatiques.	84
Figure 31 : Découpage des ateliers en cinq zones.	91
Figure 32 : Exemple de fiche récapitulant les scores 5S de la zone Réacteurs.	92
Figure 33 : Courbes sécurité présentées sur le tableau de bord, exprimant les taux de fréquence et de gravité des accidents de travail sur 12 mois.	96
Figure 34 : Tableau support pour le passage de consignes.	97
Figure 35 : Tableau permettant d'indiquer le nombre de déviations et évènements apparus par process.	98
Figure 36 : Tableau "Prise de connaissance des procédures".	99
Figure 37 : Affichage des fiches "c'est notre atelier" en atelier de production.	101
Figure 38 : Exemple de filtre presse.	103
Figure 39 : Diagramme d'Ishikawa permettant de comprendre les causes amenant à la fuite des Filtres Presses.	104
Figure 40 : Exemple de Tableau de pontage incomplet.	106
Figure 41 : Résultats de l'étude économique comparative concernant les bouchons des tableaux de pontage.	108
Figure 42 : Exemple d'un tableau de pontage complet, disposant du nouveau système d'accroche.	108
Figure 43 : Processus de revue des dossiers de fabrication.	109
Tableau 1 : Les 6 étapes de la démarche DMAICS et ses outils.	47
Tableau 2 : La méthode QQQCCP.	76

LISTE DES ABREVIATIONS

BPC : Bon du Premier Coup

BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication

CTQ : Critical To Quality

DIT : Demande d'Intervention Technique

JIT : Just-In-Time

MDT : temps moyen d'arrêt

MIT : Massachusetts Institute of Technology

MSP : Maîtrise Statistique des Procédés

MTBF : temps moyen de bon fonctionnement

MTTR : temps moyen d'intervention

NVA : non valeur ajoutée

OT : Ordre de Travail

RI : rendement industriel

SMED : Single Minute Exchange of Die

TO : temps d'ouverture

TOC : théorie des contraintes

TPM : Total Productive Maintenance

TPS : Toyota Production System

TRS : Taux de Rendement Synthétique

TT : Takt Time

VA : valeur ajoutée

VSM : Value Stream Mapping

ZAC : Zone à Atmosphère Contrôlée

INTRODUCTION

Depuis quelques années, les industries pharmaceutiques connaissent de nombreuses modifications et pressions extérieures : l'essor du marché des génériques, le développement de la concurrence issue des pays émergents, l'amélioration progressive des technologies,...

Dans ce contexte économique et guidé par la loi de la concurrence, chaque entreprise cherche à améliorer ses performances industrielles et surtout à réduire ses coûts de production, tout en répondant aux Bonnes Pratiques de Fabrication et aux normes et réglementations en vigueur. La satisfaction du client représente l'objectif premier de toute entreprise afin de rester compétitive dans son secteur industriel.

Le LEAN Manufacturing, historiquement développé par les industries automobiles japonaises Toyota, est une démarche reposant sur l'évolution de la culture et le déploiement de méthodes et outils permettant d'améliorer et optimiser les performances industrielles. La démarche proposée par le LEAN Manufacturing a pour objectif d'éliminer petit à petit la non-valeur ajoutée de processus. Cette chasse aux gaspillages est menée avec la collaboration de tous, avec l'élaboration de plans d'action proposés par des groupes projets. L'implication de l'Homme dans cette démarche d'amélioration est primordiale, afin de garantir la pérennité des méthodes et outils mis en œuvre.

La présente thèse est proposée en deux parties complémentaires. La première partie développe les concepts, méthodes et outils du LEAN Manufacturing. La seconde partie illustre le déploiement pratique de méthodes et outils du LEAN Manufacturing au sein d'un atelier de production.

PARTIE 1 : le LEAN Manufacturing

I. Les origines du LEAN Manufacturing

Le LEAN est une démarche qui existe et se développe depuis de nombreuses années au sein des entreprises industrielles. La frise chronologique présentée en Figure 1 résume les différentes notions historiques relatives aux origines du LEAN Manufacturing.

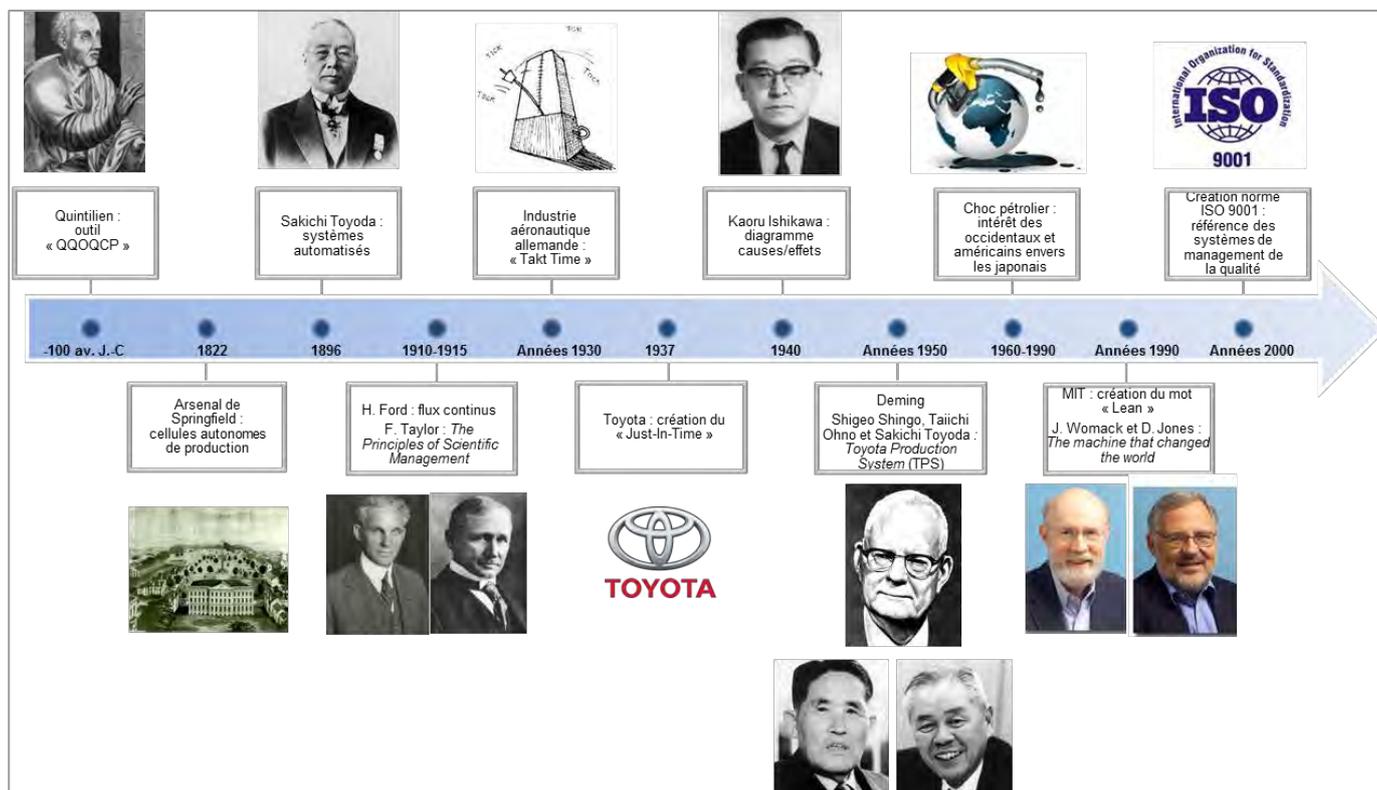


Figure 1 : Frise chronologique historique du LEAN

La première utilisation d'un outil du LEAN a été effectuée par Marcus Fabius Quintilianus (également connu sous le nom de Quintilien) [1], enquêteur au 1^{er} siècle avant J.-C. : l'outil « QQQQCP » (Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?, ou *Quis ? Quid ? Ubi ? Quibus auxilium ? Cur ? Quomodo ? Quando ?*) permettait déjà de décrire certains problèmes et d'en comprendre les causes.

En 1822, l'Arsenal de Springfield (présent aux Etats-Unis) mit en place pour la première fois des cellules autonomes de production, permettant de fabriquer des produits industriels sans intervention humaine tout le long de la chaîne de fabrication. Ce nouveau système (original et avant-gardiste) amène au concept de séparation homme/machine.

Vers la fin du 19^{ème} siècle, Sakichi Toyoda, industriel japonais et fondateur de Toyota, inventa le premier métier à tisser mécanique muni d'un arrêt automatique en cas de casse du fil.

Au début du 20^{ème} siècle, l'ingénieur américain Frederick Winslow Taylor inventa le taylorisme, définissant une méthode d'organisation scientifique du travail permettant de garantir un rendement maximal dans le cadre d'une organisation en industrie. Sa méthode fut systématisée dans l'ouvrage écrit par Taylor en 1911, *The Principles of Scientific Management*. [2]

Le début du 20^{ème} siècle fut également marqué par les travaux de Henry Ford, industriel américain et fondateur du constructeur automobile Ford. En effet, Henry Ford développa le concept des flux continus et des lignes de produits dédiées, permettant d'améliorer les délais de production, les capacités de production et de répondre plus rapidement aux demandes des clients. Ce nouveau système fut nommé la production de masse (ou Fordisme). [3] La production de masse eut du succès jusqu'au choc pétrolier de 1973. [4]

Dans les années 1930, l'industrie aéronautique allemande a défini le concept du « Takt Time » (traduction de métronome en allemand), permettant de ne produire les composants qu'au rythme où les avions étaient montés, avec le plus de synchronisation possible.

En 1937, Sakichi Toyoda créa le concept de « Just-In-Time », connu sous le nom de Juste à Temps. Cette méthode d'organisation et de gestion de la production consiste à minimiser les stocks et réduire les en-cours de fabrication en secteur industriel, amenant ainsi à produire au plus juste. [4]

En 1940, Kaoru Ishikawa, ingénieur chimiste japonais, créa le diagramme Ishikawa, également connu sous le nom de diagramme causes/effets (ou diagramme en arête de poisson).

Dans les années 1950, William Edwards Deming, statisticien américain, développa 14 points fondamentaux pour allier qualité et compétitivité, qu'il enseigna à divers

dirigeants d'entreprises japonaises. A cette période, le Japon vit dans un contexte économique fortement contraint, notamment à cause de la seconde Guerre Mondiale. Shigeo Shingo et Taiichi Ohno, deux ingénieurs japonais, aidèrent Sakichi Toyoda à ce que l'entreprise Toyota devienne le numéro un mondial de l'industrie automobile. Pour cela, ils formalisèrent le Toyota Production System (ou TPS) [5], inspiré notamment des travaux de William Edwards Deming et de Henri Ford. Les principes du Toyota Production System devinrent par la suite connus sous le nom générique de Lean Manufacturing, et utilisés dans tous les secteurs industriels.

Entre 1960 et 1990, le choc pétrolier amena les entreprises occidentales et américaines, soumises maintenant à des contraintes économiques complexes, à s'intéresser au système de production efficace des entreprises japonaises. En effet, et comme le montre la Figure 2 [6], la tendance économique s'inverse : l'offre devient supérieure à la demande.

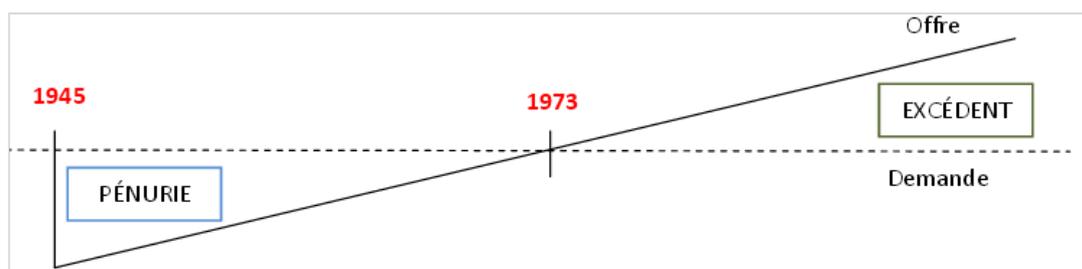


Figure 2 : évolution du marché après le choc pétrolier

Le marché économique imposa ainsi une baisse de prix, et une meilleure qualité des produits est attendue.

Dans les années 1990, le mot « Lean » est décrit par une équipe de chercheurs du Massachusetts Institute of Technology (ou MIT) et permet de qualifier le système de production de Toyota. Ce terme se popularise, notamment grâce au livre rédigé par James Womack et Daniel Jones, intitulé *The machine that changed the world* [7]. En France, l'équipementier automobile Valéo fut le l'un des premiers industriels français à s'engager dans les méthodes Lean.

Les années 2000 ont vu la création de la norme ISO 9001, référence des systèmes de management de la qualité.

L'ensemble de ces évènements a permis de voir se développer divers concepts et méthodes, en s'inspirant de méthodes issues des industries japonaises (Toyota), de Ford et du taylorisme.

Par le biais de la suppression des gaspillages, le LEAN Manufacturing participe à la réduction des coûts de production. Ainsi, le LEAN Manufacturing a trouvé sa place, et s'est répandu dans de nombreuses entreprises du monde entier.

II. Les principes et concepts clés du LEAN Manufacturing

II.1. Définition et édifice LEAN

Le LEAN Manufacturing est un nom générique désignant un système de production, à l'origine développé par Toyota et désormais utilisé dans le monde entier et dans tous les secteurs industriels.

Le LEAN (signifiant « *maigre* » en anglais) est défini comme une approche systématique visant à identifier et éliminer tous les gaspillages (ou activités à non-valeur ajoutée) au travers d'une amélioration continue, en vue d'atteindre l'excellence industrielle. [4]

Comme le montre la Figure 3, les principes du LEAN peuvent être représentés par un édifice, avec ses fondations et ses piliers. [4] Au centre de cette figure sont représentés deux personnages, modélisant l'importance de l'implication des personnes dans la démarche LEAN.

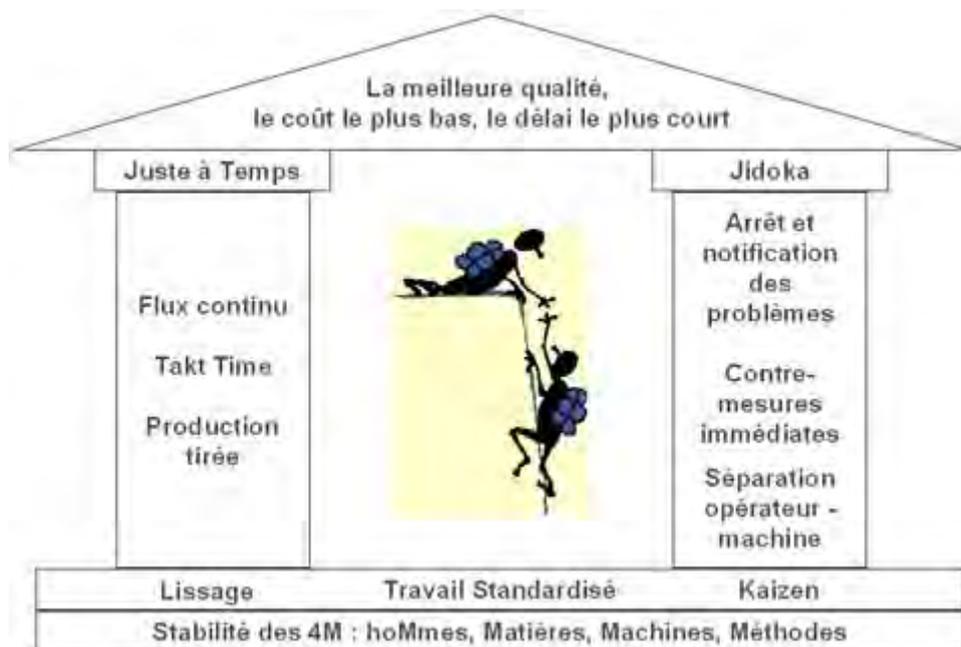


Figure 3 : L'édifice LEAN.

Le toit de l'édifice LEAN représente les objectifs amenant à l'excellence industrielle, les piliers et fondations de l'édifice LEAN représentent les principes amenant à l'excellence industrielle.

L'objectif du LEAN Manufacturing est ainsi d'optimiser la qualité, les coûts et les délais de livraison tout en impliquant le personnel par une démarche participative. Ces quatre points optimisés de la performance permettent d'atteindre l'excellence industrielle.

II.1.1. L'excellence industrielle

L'excellence industrielle est atteinte par l'obtention des trois objectifs principaux (représentés au niveau du toit de l'édifice LEAN) :

- la meilleure qualité des produits fabriqués ;
- le coût le plus bas ;
- le délai le plus court, ou la performance du processus de fabrication.

La performance globale d'un système industriel peut être appréhendée à travers trois dimensions. Ces trois dimensions peuvent être comparées aux caractéristiques d'un simple tuyau, représentées par son débit, sa vitesse (entre l'entrée et la sortie du tuyau) et la qualité du tuyau (en termes de porosité interne du tuyau). Ainsi, les trois dimensions sont :

- le débit de la valeur ajoutée : celui-ci correspond à la quantification de la valeur ajoutée générée par unité de temps ;
- la vitesse de la valeur ajoutée : celle-ci correspond au temps écoulé entre l'arrivée dans le système des éléments incorporés dans le produit fini et la livraison de celui-ci au client ;
- la qualité de la valeur ajoutée : celle-ci est représentée par la satisfaction (ressentie ou mesurée) des clients. [8]

L'amélioration continue consiste ainsi à agir sur les trois dimensions de la performance globale d'un processus. Les outils permettant d'agir sur ces trois dimensions sont :

- la théorie des contraintes (ou TOC), pour agir sur le débit de la valeur ajoutée ;
- le LEAN Management, pour agir sur la vitesse de la valeur ajoutée (en réduisant le Lead Time, cf. § II.1.2.) ;
- le Six Sigma, pour agir sur la qualité de la valeur ajoutée (cf. §II.3.).

Afin d'atteindre les objectifs amenant à l'excellence industrielle, les fondations et les piliers de l'édifice LEAN doivent être solides. Il faut également prendre en compte la place importante de l'Homme dans la réussite de l'atteinte de ces objectifs : l'édifice LEAN ne peut être consolidé correctement que si l'Homme est impliqué dans sa construction.

II.1.2. Les fondations de l'édifice LEAN

Les fondations de l'édifice LEAN sont définies par divers principes et concepts clés, et garantissent l'atteinte de l'excellence industrielle si ses principes sont suivis et respectés.

II.1.2.1. La stabilité des ressources

Les ressources disponibles d'une entreprise sont symbolisées par le principe des 4M. Chaque « M » représente une ressource :

- hoMmes (ou Main d'œuvre)
- Matières
- Machines
- Méthodes

Ces ressources sont la base d'une entreprise industrielle, et doivent être stables afin d'atteindre les objectifs proposés par l'entreprise.

II.1.2.2. La réduction des gaspillages (ou Muda)

Le lissage ou la réduction des gaspillages a pour objectif de réduire le Lead Time (délai entre la formalisation de la demande du client et la mise à disposition du produit fini auprès du client). L'analyse de ce temps total permet d'identifier deux types de tâches au cours d'un processus de fabrication :

- une tâche à valeur ajoutée est une action qui apporte de la valeur à la forme ou à la fonction du produit ou du service.

- une tâche à non-valeur ajoutée (encore désignée sous le nom de gaspillage ou Muda) est une action prenant du temps, consommant des ressources ou occupant de l'espace, tout ceci sans apporter de valeur au produit final.

En analysant ces deux types de tâches, il en ressort l'intérêt principal d'agir sur la réduction des gaspillages (ou Muda, en japonais), afin de diminuer les durées des tâches à non-valeur ajoutée.

Le LEAN permet d'agir sur la réduction des pertes et l'élimination des opérations sans valeur ajoutée. [9] [10]

Taiichi Ohno, père fondateur du Toyota Production System (ou TPS), a défini trois formes distinctes de gaspillages, appelées communément les « 3 Mu » : [4]

- Muda : tâche à non-valeur ajoutée (inutile, gaspillages)
- Muri : tâche excessive, trop difficile, impossible
- Mura : irrégularités, fluctuations (désigne donc un manque de régularité)

Le LEAN Manufacturing intervient plus particulièrement sur l'identification, l'élimination ou la réduction des Muda.

Les Muda sont représentés par 7 types de gaspillages, synthétisés en Figure 4. [11]

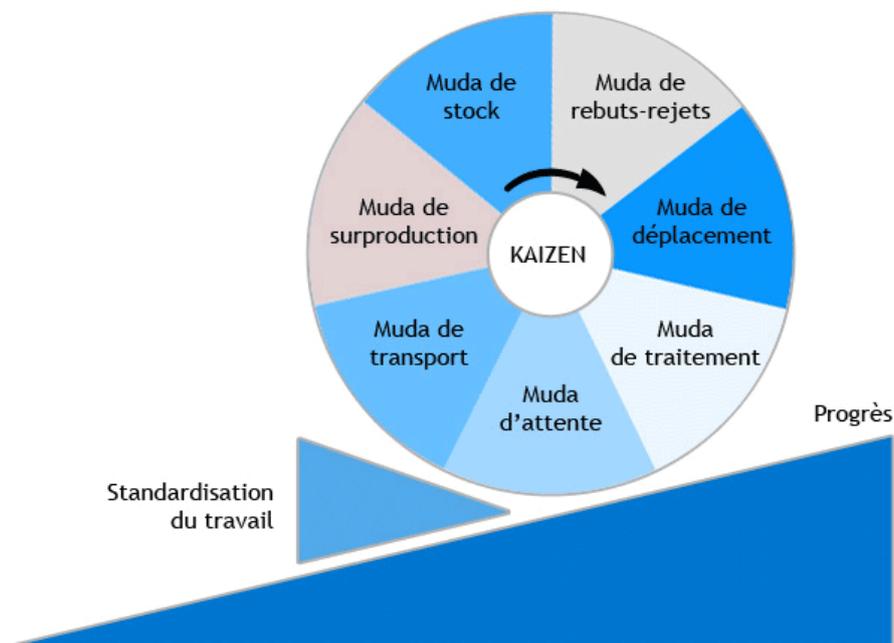


Figure 4 : les 7 Mudras.

Le Kaizen (ou amélioration continue) est au centre de la roue et permet, par la réduction des Mudras, de faire tourner cette roue, amenant à améliorer le progrès. La standardisation du travail permet d'éviter la régression des actions d'amélioration précédemment déployées (la standardisation est ici modélisée par une calotte, ne permettant à la roue de ne pouvoir qu'agir en améliorant le progrès).

Chacun des 7 Mudras est décrit ci-après.

- **La surproduction :**

Une surproduction, c'est-à-dire une production répondant en excès à la demande (avec un surplus de production), est un gaspillage existant. Ce type de gaspillage consomme les ressources (main d'œuvre, matières, matériel, matières), considérées comme perdues. La surproduction entraîne les six autres gaspillages.

Ce gaspillage peut être corrigé en améliorant l'étude du besoin des clients. Pour cela, les entreprises peuvent utiliser le concept de Juste-à-temps (ou Just-In-Time), qui est l'un des piliers de l'édifice LEAN (cf. § II.1.3.1.). Une autre réponse au gaspillage par surproduction peut être la logique SMED (cf. § III.2.4.), en diminuant les tailles de lot par exemple.

- **Le surstockage :**

Le surstockage représente de l'argent immobilisé et de l'espace perdu pour une entreprise. Les stocks excédents nécessitent un suivi, et sont des immobilisations dont toute entreprise doit minimiser ces quantités. Ces immobilisations ne représentent pas de valeur ajoutée. Le surstockage peut être causé par une surproduction, ou encore par une mauvaise planification.

Pour éviter le surstockage, le suivi attentif des quantités fabriquées et des aléas de consommation (variabilité de la demande, pannes des machines, etc) est à effectuer très régulièrement.

- **La non-qualité (rebuts-rejets) :**

La non-qualité des pièces fabriquées ou du travail effectué entraîne de nombreux problèmes, tels que les rebuts, les retouches. Toutes ces actions de correction ne représentent aucune valeur ajoutée pour l'entreprise et sont des pertes économiques, des pertes de temps pour une entreprise mais aussi un risque de ne pas pouvoir fournir le client (qui demande un respect de la qualité et des délais).

- **Les déplacements inutiles :**

Ce gaspillage représente les mouvements et gestes inutiles que doivent faire les opérateurs lors de la fabrication de pièces. Ce gaspillage résulte d'une mauvaise organisation du poste de travail. [9]

L'amélioration de l'ergonomie du poste de travail permet à l'opérateur de travailler mieux en se fatiguant moins, améliorant ainsi la productivité de chaque opérateur. Une action permettant de diminuer ces déplacements inutiles est l'étude des mouvements d'un opérateur à son poste de travail, amenant ainsi à modifier le poste de travail et son ergonomie. Cette action doit s'organiser avec la collaboration étroite des opérateurs concernés, afin de comprendre et appréhender tous leurs déplacements et mouvements.

- **Les étapes sans valeur ajoutée ou surprocessing :**

Les étapes sans valeur ajoutée sont communes lors de processus excessifs, comportant diverses étapes d'immobilisation par exemple (stockage excessif), ou encore d'étapes intermédiaires macrophages et n'ayant pas de réel intérêt dans la fabrication des pièces.

Afin de réduire ce gaspillage, il est possible de faire appel aux techniques de l'ingénieur des méthodes industrielles : analyse de la valeur et adaptation de la gamme de fabrication, réduction des coûts de transformation, etc.

- **Les temps d'attente :**

Une attente concerne tout autant l'opérateur, les équipements utilisés pour usiner la pièce et les pièces usinées. Ces temps d'attente peuvent être modélisés par le gaspillage de la main d'œuvre (non utilisation à bon escient des opérateurs), les dysfonctionnements des équipements (pannes des machines), les manques de synchronisation entre la gestion de production et l'encadrement de terrain (provoquant des erreurs de planification des ressources et des ordres de fabrication). Une étude pointue des gammes de fabrication, un suivi précis de l'utilisation des diverses ressources sont primordiaux pour diminuer ce type de gaspillage. [9]

- **Les transports inutiles :**

Tous les transports sont des actions à non-valeur ajoutée. En effet, au cours d'un processus de fabrication, les produits sont déplacés en permanence : acheminement vers les ressources, retour vers les stocks car les ressources sont indisponibles, acheminement vers les postes de contrôle ou de reprise. Un transport inutile peut amener à un risque de dégradation des pièces lors du transport. [8]

Éliminer les transports inutiles représente donc une action importante à effectuer. Lors d'un chantier d'amélioration continue, les distances effectuées sont un indicateur spécifique à mettre en place afin d'évaluer les différentes solutions de réduction des transports.

Remarque : il existe une huitième cause de gaspillage, nommée sous la notion de **sous-utilisation des compétences**. Ce gaspillage peut être modélisé par un manque de formation des opérateurs, un management rigide et autoritaire (réfractaire aux évolutions d'organisation par exemple), peu de motivation, de reconnaissance et d'implication des opérateurs.

La détection de l'ensemble de ces gaspillages, leur traitement et idéalement leur éradication sont des étapes clés permettant de réduire ces gaspillages.

II.1.2.3. Le Kaizen ou Amélioration Continue

Le mot « Kaizen » est la fusion de deux mots japonais : « *Kai* » signifiant « changement », et « *Zen* » signifiant « meilleur ». La traduction française du mot Kaizen est donc « amélioration continue ».

Le Kaizen est donc l'amélioration à « petits pas », et implique tous les acteurs d'un processus. Le Kaizen n'est pas une amélioration brutale, mais graduelle. Il consiste en la proposition de petites actions, à réalisation rapide. Il ne peut réussir sans un engagement fort de la Direction et un changement de culture de l'entreprise.

Dans son ouvrage consacré au Kaizen, Mark R. HAMEL [12] explique les perspectives du Kaizen sur l'amélioration de la performance d'un processus. La Figure 5 illustre ces explications, montrant la possibilité que certaines actions Kaizen peuvent ne pas toujours améliorer la performance. Ce graphique permet également de comprendre la philosophie du Kaizen, qui est d'agir à petits pas, par paliers, illustrés par l'augmentation de la performance en escalier.

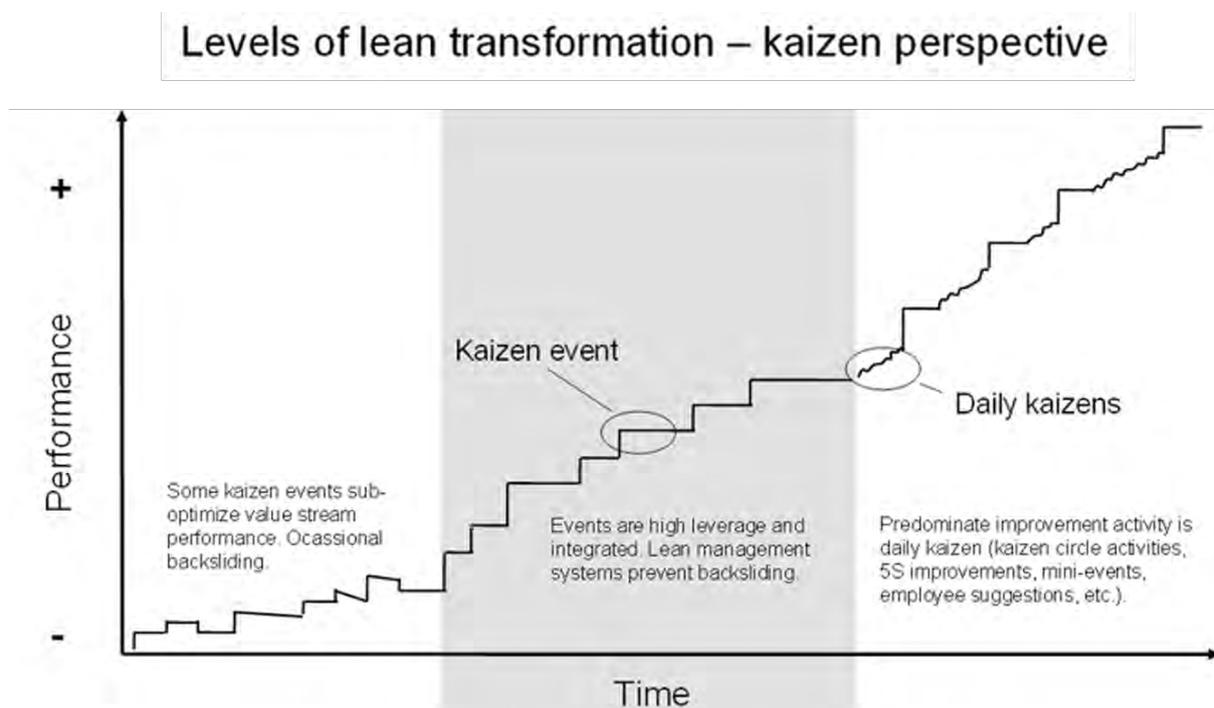


Figure 5 : Démonstration visuelle d'actions Kaizen sur la performance d'un processus.

L'approche Kaizen, ou approche « à petits pas » est contraire à l'approche « Innovation », souvent recherchée dans les entreprises. En effet, une innovation amène à une amélioration subite de la performance, sans amélioration par petit palier. L'approche Kaizen permet donc d'observer rapidement les petites

améliorations, ce qui reste motivant pour les personnes impliquées dans les projets d'amélioration continue.

Afin de mettre en place l'esprit Kaizen au sein d'une entreprise, une méthodologie peut être suivie. La méthode PDCA, décrite par William Edwards Deming, se déroule en quatre étapes :

- **Plan** : consiste en la phase de préparation de l'action d'amélioration. Cette phase permet de définir l'objectif (à partir du diagnostic et de l'état des lieux de la situation actuelle), le plan d'action et les indicateurs mesurables de progrès à mettre en place.

- **Do** : consiste en la phase de déroulement du plan d'action précédemment défini lors de l'étape Plan.

- **Check** : consiste en la phase de contrôle de la réalisation des actions et des effets. Cette phase permet de mesurer l'avancement du plan d'action défini, et d'évaluer l'atteinte ou non des objectifs fixés en étape Plan. Des tableaux de bord et des indicateurs permettent de contrôler les résultats obtenus.

- **Act** : consiste en la phase de réaction en fonction des résultats obtenus lors de l'étape Check. En cas de non atteinte des objectifs, une recherche des causes est effectuée lors de cette phase. En cas d'atteinte de ces objectifs, la phase Act consiste à capitaliser, standardiser et généraliser, puis à valider l'action d'amélioration. Des actions correctives peuvent être lancées si nécessaire.

Cette méthode est modélisée par la roue de Deming. La Figure 6 illustre cette roue de l'amélioration continue. [13]

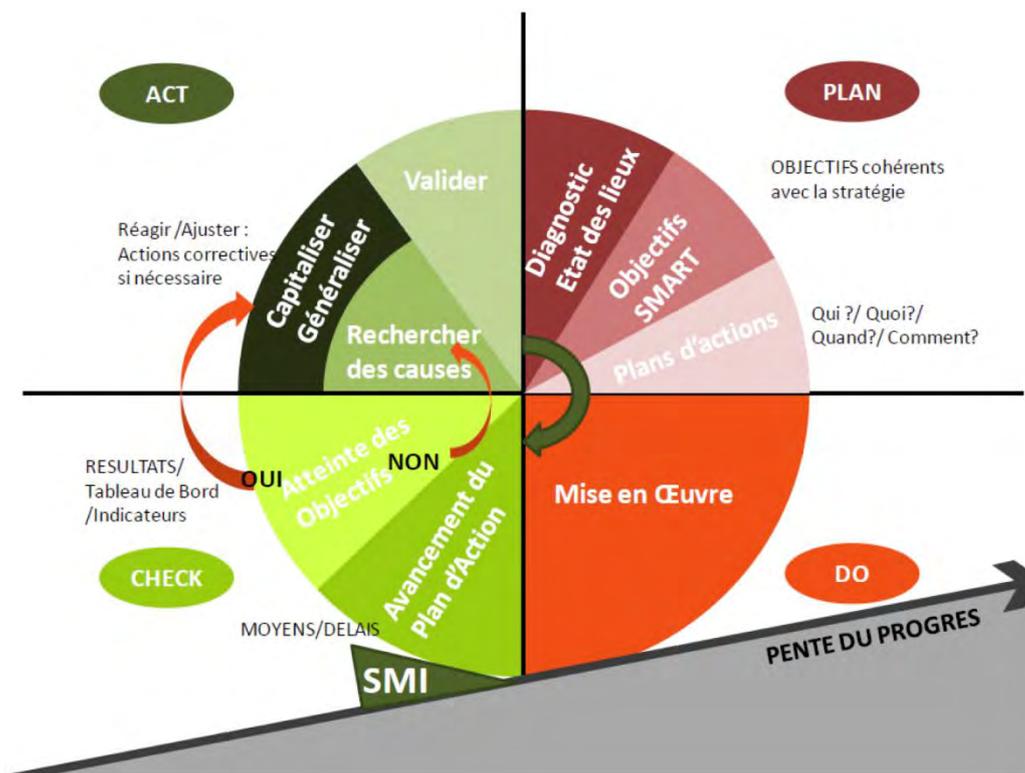


Figure 6 : illustration de la roue de Deming.

En appliquant cette méthodologie « Plan, Do, Check, Act », les actions d'amélioration continue déployées amènent à une amélioration de la performance.

Le Kaizen est donc une fondation à l'édifice LEAN, permettant d'atteindre l'excellence industrielle et le progrès au sein d'un processus.

II.1.2.4. Le lissage de la charge de travail (ou Heijunka)

Afin d'optimiser l'utilisation des outils de production, les entreprises de production ont tendance à privilégier la fabrication de lots de taille importante, dans un but d'économie sur les temps d'arrêts machine (réglages, changement de format...). En règle générale, les conséquences de ces pratiques sont des délais de fabrication plus longs, des stocks d'en-cours et de produits finis importants, mais aussi un risque de ne pas répondre à la demande du client (en privilégiant la fabrication d'un type de production aux dépens de la fabrication d'autres produits), amenant à la non satisfaction des clients.

Le lissage de la charge de travail, encore nommé Heijunka, est une technique d'ordonnancement consistant à lisser la production, à la fois par le volume et le

mélange de produits fabriqués. Cette méthode d'ordonnancement est basée sur le fractionnement de la taille des lots, le volume étant basé sur les moyennes de la demande (étudiées à partir des historiques de ventes et des prévisions de ventes). [14]

Le Heijunka consiste donc à répartir la charge de travail globale, de façon égale sur chaque période de travail. L'entreprise ne doit accepter les commandes qu'à hauteur de sa capacité, et le service responsable de l'ordonnancement doit organiser la charge de production en répartissant équitablement la charge sur chaque équipe.

Le modèle de TPS de Toyota se base sur la satisfaction du client, et pour pouvoir y répondre, ce modèle propose de fractionner les lots.

Afin de comprendre le fractionnement des lots et la répartition des volumes de fabrication, J. LIKER [14] propose un exemple de programme non lissé dans une usine qui fabrique des petits moteurs pour des engins de jardinage (cet exemple est inspiré d'un cas réel). La Figure 7 illustre cet exemple, montrant l'ordonnancement de la fabrication de trois tailles de moteur (petit, moyen et grand). [14] Dans cet exemple, les moteurs de taille moyenne sont fabriqués en début de semaine car sont les plus vendus. Les gros moteurs étant les moins demandés, ils sont fabriqués en fin de semaine. Ce programme de fabrication non lissé présente divers inconvénients :

- la demande des clients (modélisée par leurs achats de moteur) n'est pas prévisible, car les clients peuvent acheter ces moteurs tous les jours d'une semaine. Afin de répondre à tout moment à cette demande, l'entreprise doit donc prévoir des stocks de tous les types de moteurs, entraînant des frais d'immobilisation et de gestion des stocks.

- l'utilisation des ressources n'est pas équilibrée. En effet, la fabrication des moteurs de grande taille peuvent nécessiter d'avantage de ressources, contrairement à la fabrication des moteurs de petite taille. Les risques de surcharge sont donc ici élevés.

- la fourniture des matières premières pour la fabrication des trois types de moteur doit correspondre à l'ordonnancement de fabrication prévu. En cas de

décalage majeur de la production, les fournisseurs de matières premières doivent être très réactifs.

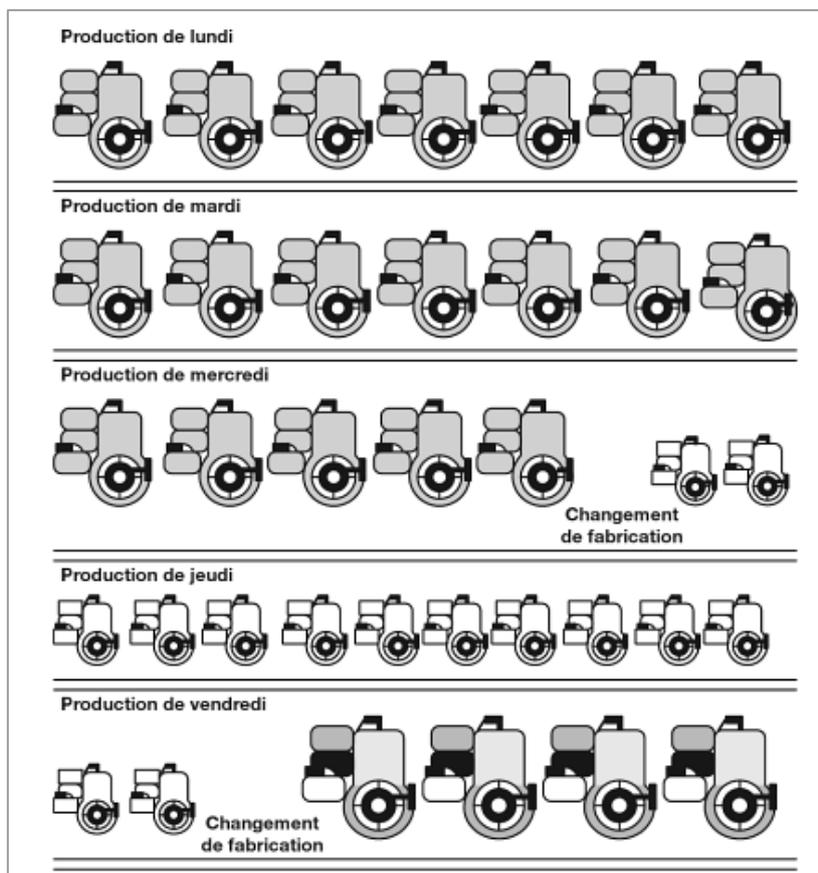


Figure 7 : exemple de production non lissée dans une usine de fabrication de moteurs pour engins de jardinage.

Dans le cas de l'exemple précédemment détaillé, une analyse approfondie de la méthode d'ordonnancement a permis de comprendre qu'un lissage de la charge de travail amène divers avantages :

- le lissage de la charge de travail apporte une certaine flexibilité de fabrication, afin de répondre à la demande du client au moment où le client le souhaite.

- cette nouvelle méthode d'ordonnancement amène à la réduction du risque d'inventus, car l'entreprise fabrique rapidement en fonction de la demande directe du client.

- Les hommes et équipements sont utilisés de manière équitable et équilibrée. Ainsi, l'entreprise peut standardiser les tâches.

La Figure 8 illustre ce nouvel ordonnancement. [14]

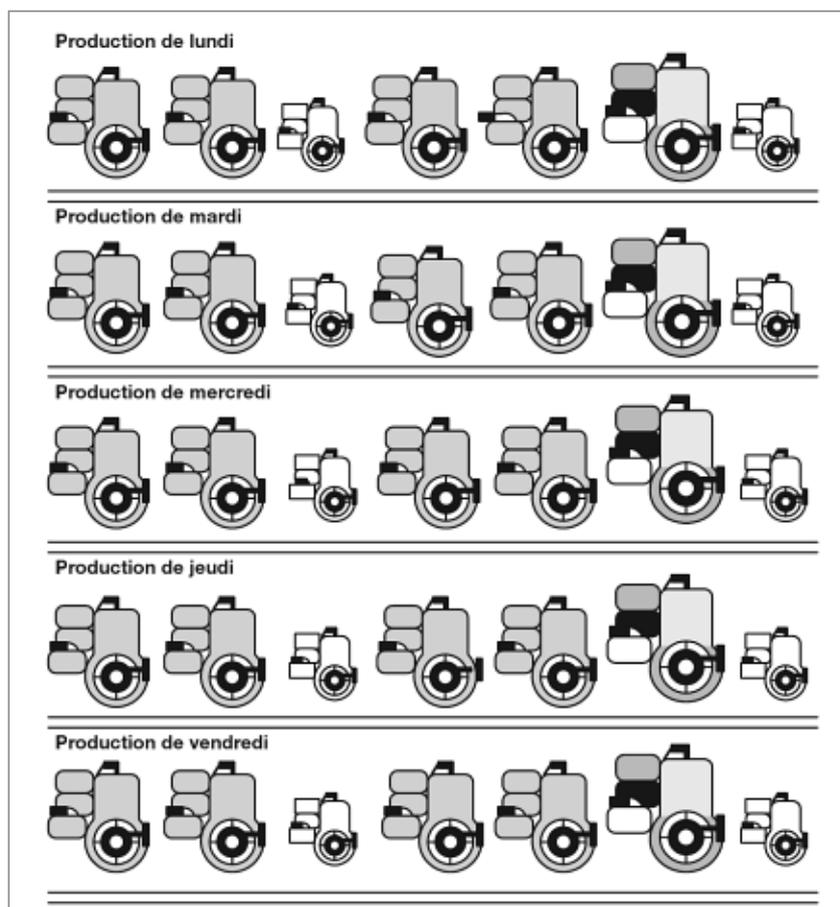


Figure 8 : Exemple de production lissée dans une usine de fabrication de moteurs pour engins de jardinage.

Le Heijunka est donc une méthodologie permettant de répartir de façon équitable les volumes de fabrication entre les différentes équipes, d'anticiper la demande des clients et ainsi de répondre à la satisfaction des clients.

II.1.2.5. La standardisation des actions

La standardisation des actions est une étape permettant de capitaliser les actions d'amélioration continue proposées et déployées, par la mise en place de fiches standardisées par exemple, ou encore le déploiement de l'outil 5S (cf. § III.1.2.).

Afin de mener à bien cette étape de standardisation, il est important de construire une vue d'ensemble des différentes actions à effectuer, des explications claires et concrètes de chacune des actions à mener dans l'organisation, des modèles visuels permettant de guider le bon déroulement des actions. Des opportunités d'échanges

(oraux ou écrits) et de formation/ré-explication sont importantes à développer et à proposer aux personnes devant mener ces actions.

Cette étape de standardisation garantit la progression vers l'excellence industrielle, en évitant la régression des actions d'amélioration continue.

II.1.3. Les piliers de l'édifice LEAN

L'édifice LEAN possède deux piliers, lui permettant de tenir debout et d'atteindre les objectifs de performance et d'excellence industrielle. Ces deux piliers sont le concept de « Just-In-Time » (ou « Juste-à-Temps) et le concept Jidoka (ou automatisation ou « auto-activation »).

II.1.3.1. Le Just-In-Time (ou JIT)

Le Just-In-Time (ou JIT, encore nommé Juste-à-Temps) est une méthode d'organisation et de gestion de la production, issue des travaux effectués par les entreprises Toyota. Historiquement, cette méthode fut développée par Taiichi Ohno et consiste à minimiser les stocks et les en-cours de fabrication.

Ce système est connu dans le monde sous différents noms, comme par exemple « zéro délai » ou encore « 5 zéros » (les cinq zéros correspondants à zéro panne, zéro délai, zéro papier, zéro stock et zéro défaut).

L'objectif du Just-In-Time est de produire seulement ce qui est nécessaire et de le livrer à la date demandée dans les quantités exactes commandées, et tout cela dans les délais les plus courts possibles. Afin d'atteindre cet objectif, l'ensemble des flux de l'usine, ainsi que les flux en amont (fournisseurs) et en aval (distribution) sont organisés en appliquant les principes et outils suivants :

- Takt Time (ou TT)
- principe du Flux Tiré
- Kanban

Chacun de ces principes et outils est explicité et détaillé ci-après.

II.1.3.1.1. Takt Time (ou TT)

Le Takt Time (ou TT) est un mot d'origine allemande signifiant « *tempo, métronome* ». Ce rythme de production correspond au rythme idéal auquel doit fonctionner le système de production afin de répondre aux besoins journaliers exprimés par les clients, et ceci dans un délai minimal. Le TT est un ratio représentant le temps de travail total disponible pour la production (ou temps d'ouverture TO), divisé par la demande totale des clients pour la période considérée. Par exemple, pour produire 100 unités par jour avec un temps d'ouverture de 8h, le TT est de 4.6 minutes ($8/100 * 60 = 4.6$ minutes), ce qui amène à produire une unité toutes les 4.6 minutes.

Le TT permet d'optimiser les flux de matières, afin de livrer les clients en respectant le concept de juste-à-temps. A cet effet, le rythme de la production est réglé sur celui de la demande, éliminant les risques de surproduction (ce qui représente un des 7 Mudas ou gaspillages).

Le TT est utilisé pour équilibrer les activités sur une ligne de flux continu, ce qui permet souvent de réduire l'effectif nécessaire pour fabriquer un produit. La Figure 9 [15] illustre l'équilibrage à un TT de 60 secondes de cinq postes de travail. Une pratique permettant d'améliorer la productivité consiste à ajuster la charge de travail à la valeur du TT pour tous les postes sauf le dernier, auquel est attribué le solde du travail à réaliser (opération n°4 sur la figure, car opération dite goulot, c'est-à-dire utilisée en deçà de ses capacités). A court terme, la capacité non utilisée du dernier poste apporte une certaine flexibilité permettant de traiter des problèmes éventuels au cours du cycle de production. A plus long terme, la fraction restante du cycle de travail pourra faire l'objet d'une action d'amélioration continue.

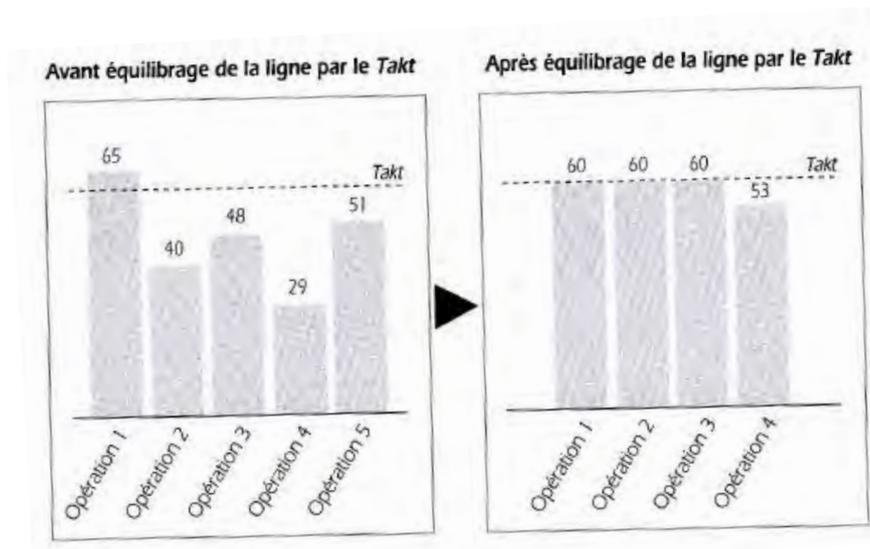


Figure 9 : Productivité améliorée grâce à l'équilibrage par le Takt Time.

Cependant, le TT peut avoir quelques limites. En effet, le TT ne doit être ni trop court (un moindre décalage aura une incidence plus forte), ni trop long (un décalage ne permettra pas de comprendre son incidence car pourra passer inaperçu).

II.1.3.1.2. Flux Tiré

Deux systèmes opposés sont généralement développés dans les entreprises. Le premier système, nommé système en flux poussés (*push*), est un système par le biais duquel l'entreprise fabrique des produits ou propose des services sans commande ferme des clients, amenant dans d'autres termes à pousser les produits ou services vers le client (en se basant sur une prévision du besoin et des ventes). Contrairement au système en flux poussés, le second système, nommé système en flux tirés (*pull*), ne produit que ce dont le client a besoin. [15]

Le flux tiré s'inscrit donc dans la méthodologie de production « Juste-à-Temps ». En effet, le flux tiré est une méthode de gestion de production selon laquelle les matières premières et produits en cours de fabrication ne progressent dans la chaîne de fabrication que lorsqu'une demande est formulée.

Cependant, ce mode de gestion nécessite une prévision des ventes très performantes, amenant à produire selon une réelle demande potentielle, sans erreur qui pourrait conduire à fabriquer trop et ainsi accroître les divers stocks et en-cours.

Si cette méthodologie est maîtrisée, l'entreprise perçoit une réduction considérable de ses stocks sur les produits et matières fréquents et réguliers. [9]

II.1.3.1.3. Kanban

Le Kanban (terme japonais signifiant « *enseigne, panneau, étiquette* ») permet de piloter la fabrication en fonction des consommations réelles clients, et s'inscrit ainsi dans la maîtrise de la production en flux tiré. Le Kanban permet visuellement de connaître les stocks (matières premières, unités fabriquées) et ainsi de piloter les lignes de fabrication. Le Kanban permet également de matérialiser une alerte : en effet, si un stock atteint sa limite basse, le Kanban permet de se rendre compte de cette limite atteinte et ainsi de déclencher le réapprovisionnement de ce stock.

L'objectif du Kanban est donc d'engager une production en fonction de la consommation réelle du client et des stocks au cours de la fabrication des produits.

Le système Kanban coordonne et tire les flux en temps réel. Diverses règles de bases sont proposées pour appliquer avec la meilleure efficacité ce système :

- l'entité en aval prélève le nombre de pièces indiqué sur le kanban à l'entité en amont ;
- l'entité en amont produit la quantité strictement nécessaire et suivant la séquence indiquée par le kanban ;
- aucune pièce ne peut être produite ou déplacée sans Kanban.

Ainsi, une boucle de Kanban est constituée entre un client et son fournisseur.

II.1.3.2. Jidoka

Le Jidoka est un terme japonais signifiant « *autonomation* » ou « *autonomisation intelligente* », ou encore « *auto-activation* ».

L'autonomation est un processus conçu pour permettre aux équipes de production de détecter rapidement les problèmes et de les résoudre efficacement. Il a pour objectifs de rendre plus fiables les équipements, d'améliorer la qualité des produits et de faire progresser la productivité.

Les principes du Jidoka sont ainsi de développer des machines et processus capables de détecter une anomalie le plus tôt possible, de signaler la défaillance. Trois grandes actions permettent ainsi d'atteindre les objectifs du Jidoka : [15]

1. Détecter le problème et arrêter la production :

Les entreprises Toyota ont constaté que la méthode la plus efficace pour faire apparaître un défaut ou une anomalie consistait à en déléguer la responsabilité aux opérateurs. Afin d'aider les opérateurs à détecter les anomalies, Toyota a développé un affichage visuel des standards ainsi que des techniques de détrompages (nommées *Poka-yoke*).

Les techniques *Poka-yoke* servent à prévenir les anomalies, mais aussi à arrêter automatiquement tout processus dans lequel une anomalie a été détectée. La Figure10 illustre un exemple de technique de *Poka-yoke*, permettant d'éviter une erreur lors du branchement d'une prise dans son embout. En effet, l'embout dispose, avant la mise en place d'une technique de détrompage, de deux orifices de diamètre similaire, ne permettant pas d'y insérer les embouts de la prise. Le développement d'un *Poka-yoke* sur cet embout permet de connecter en toute sécurité la prise à cet embout, par la différenciation des deux orifices.

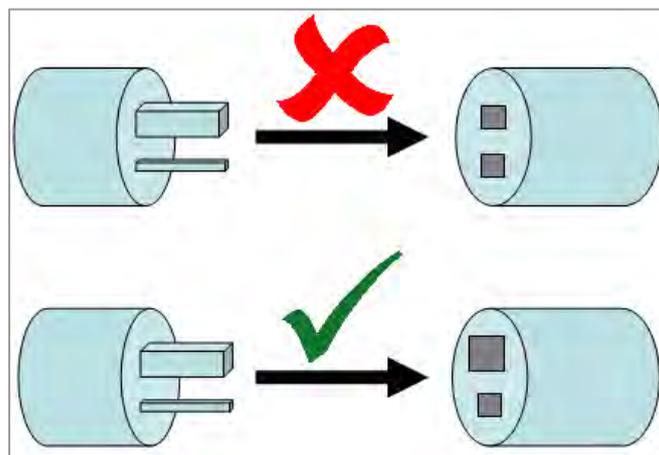


Figure 10 : illustration d'un Poka-yoke ou méthode de détrompage

Lorsqu'un problème est détecté dans un processus, ce dernier doit être stoppé. Cet arrêt peut être effectué manuellement, ou encore automatiquement si le mécanisme d'arrêt est intégré au processus de détection. Dans les industries de process, il n'est pas toujours possible d'arrêter une opération en cours. Les industries de ce type utilisent souvent la maîtrise statistique des procédés (ou MSP, en anglais « *Statistical*

Process Control ») afin de surveiller les processus et détecter les problèmes par le biais de cartes de contrôle.

2. Donner l'alerte :

Le problème ou anomalie étant détecté, une alerte est donnée, soit de manière verbale (entre l'opérateur et son responsable hiérarchique), soit au moyen d'une alarme sonore et/ou visuelle (clignotement). De nombreuses machines sont équipées de systèmes d'alerte tels qu'illustrés en Figure 11.

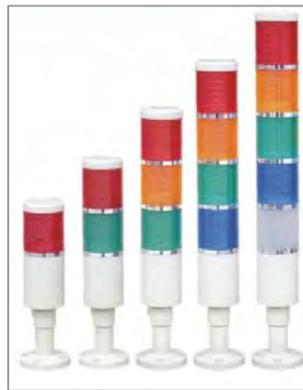


Figure 11 : illustration de systèmes d'alerte, reliés aux équipements de production.

3. Résoudre les problèmes en remédiant aux causes profondes :

Même s'il n'est pas toujours possible de remédier aux causes profondes immédiatement, il est important d'agir afin de neutraliser le problème avant de redémarrer la production. Divers outils de résolution des problèmes seront détaillés ci-après (cf. § III.2.6.).

L'autonomie des machines permet donc aux opérateurs de gérer simultanément un parc de machines sans pour autant attendre que le cycle de fabrication se termine. Le travail est alors standardisé, et amène à une séparation homme/machine.

II.1.3.3. Le « Gemba Walk »

Le *Gemba*, ou *Genba*, est un mot japonais signifiant « *là où se trouve la réalité* ». Le *Gemba* correspond donc à l'endroit où la valeur ajoutée est créée, où les problèmes apparaissent et où les solutions et idées d'amélioration sont retrouvées.

Le concept de « *Gemba walk* », littéralement traduit comme la « *marche Gemba* » ou la « *marche de la valeur* », correspond à un « *tour d'usine ou d'atelier* », durant lequel le responsable se rend sur le terrain, afin de se rendre compte in situ de la situation réelle. [16]

Le « *Gemba walk* » permet de :

- apprécier le travail déjà fait et celui qu'il reste à faire en termes d'amélioration et d'éradication des dysfonctionnements ;
- vérifier si le discours LEAN (avec ses méthodes et ses outils déployés) se retrouve bien dans les pratiques et les faits au sein de l'atelier visité ;
- identifier les lieux et opérations créatrices de valeur, et réciproquement d'identifier les gaspillages.

Le « *Gemba walk* » se déroule suivant quatre phases :

- phase 1 : **Lancement**

Lors de cette phase sont recueillis les besoins et attentes des participants. Les participants sont également formés aux bases du LEAN Manufacturing.

- Phase 2 : **Préparation**

Lors de cette phase, le périmètre géographique du « *Gemba walk* » est défini. Toutes les informations nécessaires au bon déroulement du projet sont également collectées.

- Phase 3 : **Déroulement du « *Gemba walk* »**

Ce « *tour d'atelier* » a pour objectifs d'apprendre aux participants à voir et à comprendre les problèmes, ainsi que de formaliser les observations en vue de restituer les constats et les voies de progrès identifiées.

- Phase 4 : **Bilan et Partage**

Cette phase permet de faire le bilan du projet, d'enrichir les connaissances du groupe par retour d'expérience. Ce bilan permet ainsi d'identifier les besoins d'accompagnements complémentaires (chantiers de progrès cible par exemple). Les participants partagent leur expérience lors cette phase.

II.2. Le LEAN Thinking : la philosophie LEAN

Le LEAN Thinking représente la philosophie LEAN, qui implique l'élimination des gaspillages et des actions inutiles. [17] Dès 1996, le concept initial du LEAN était défini et décrit par cinq principes clés : [18]

1. **Définir la valeur** : il s'agit de définir avec précision les besoins et attentes du client.
2. **Identifier la chaîne de valeur** : il s'agit d'identifier les différentes phases du flux qui apportent de la valeur au produit, ramenant par exemple à éliminer les phases de gaspillage.
3. **Obtenir un flux** : il s'agit de réaliser l'enchaînement des étapes subsistantes (ayant de la valeur ajoutée) de la manière la plus fluide possible.
4. **Tirer la production** : il s'agit de concevoir et produire uniquement ce que le client souhaite et quand il le souhaite, c'est-à-dire répondre au plus juste à ses attentes.
5. **Viser la perfection** : il s'agit de rechercher la perfection en éliminant continuellement les gaspillages dès qu'ils apparaissent.

La Figure 12 résume ces 5 principes.

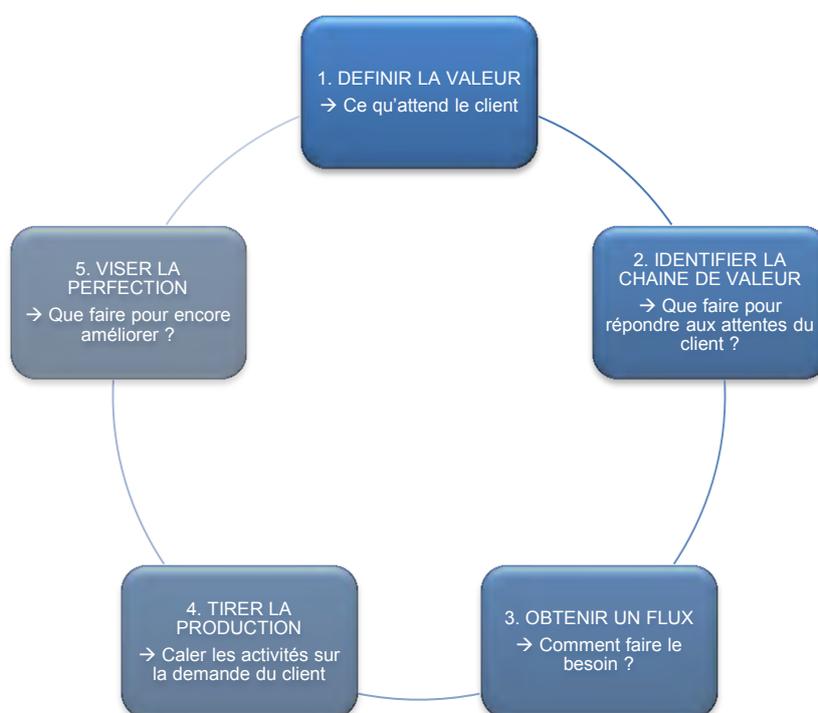


Figure 12 : Les 5 principes clés du LEAN Thinking.

Ainsi, le LEAN Thinking repose essentiellement sur l'identification et l'élimination des gaspillages. A ces principes sont associés divers outils et méthodes, développés dans le paragraphe « Les outils et indicateurs du LEAN Manufacturing ».

Le LEAN Manufacturing a ainsi pour objet d'agir de façon simultanée sur les trois sources d'inefficacité dans une entreprise : les gaspillages, la variabilité et le manque de flexibilité. La gestion et l'implication de l'Homme dans ces démarches sont très importantes, permettant de garantir le succès et la pérennité des outils et méthodes déployés.

II.3. Le LEAN Six Sigma

La méthodologie du LEAN Six Sigma a été introduite par Motorola au cours des années 1980. Cette méthodologie a été par la suite appliquée avec succès dans des firmes telles que General Electric, Sony et Texas Instruments. Les programmes Six Sigma, tout comme d'autres programmes de management de la qualité, mettent l'accent sur l'importance d'être proactifs plutôt que réactifs. [19]

Le Six Sigma répond à diverses définitions, telles que :

- une philosophie de la qualité tournée vers la satisfaction totale du client ;
- une approche visant à réduire la variabilité dans les processus ;
- une méthode de résolution de problèmes DMAICS (Définir, Mesurer, Analyser, Innover / Améliorer, Contrôler, Standardiser / Pérenniser), permettant de réduire la variabilité sur la qualité des produits ;
- une organisation des compétences et des responsabilités des hommes de l'entreprise ;
- un mode de management par la qualité s'appuyant fortement sur une gestion par projet.

Chacun des points précédemment cités sont explicités ci-après.

II.3.1. La qualité tournée vers la satisfaction du client

La méthodologie du Six Sigma doit concilier deux éléments : [20]

- une plus grande rentabilité de l'entreprise ;
- une plus grande satisfaction du client.

Il est évident que la satisfaction des clients passe par l'assurance de les conserver. Cependant, satisfaire les clients en matière de qualité n'est pas si évident à réaliser, car les améliorations de la qualité peuvent être rapidement coûteuses.

Dans la démarche Six Sigma, la recherche des CTQ (*Critical To Quality*), éléments essentiels réclamés par le client, permet de cibler précisément les attentes et le niveau d'exigence du client.

Il est donc primordial de cibler les besoins et attentes du client, afin de ne pas dépenser des sommes considérables dans des améliorations inutiles.

II.3.2. Réduire la variabilité

La variabilité reste un ennemi principal de la qualité. Trois sources primaires de la variabilité existent : [20]

- une conception pas assez robuste, très sensible aux perturbations extérieures ;
- des matières premières et des pièces élémentaires instables ;
- une capacité des processus insuffisante.

La réduction de la variabilité est une action difficile à mener. Divers outils statistiques (tels que des tests de comparaison, des analyses de la variance, des plans d'expérience), couplés à une démarche de résolution de problèmes sont à disposition.

Le Six Sigma permet ainsi de démocratiser et vulgariser les méthodes et outils de la qualité, en fournissant un guide d'utilisation pour permettre au plus grand nombre de réduire la variabilité des processus. La Figure 13 permet d'illustrer le principe de réduction de la variabilité. [21] Ce principe se base sur deux axes : centrer le processus et réduire la dispersion.

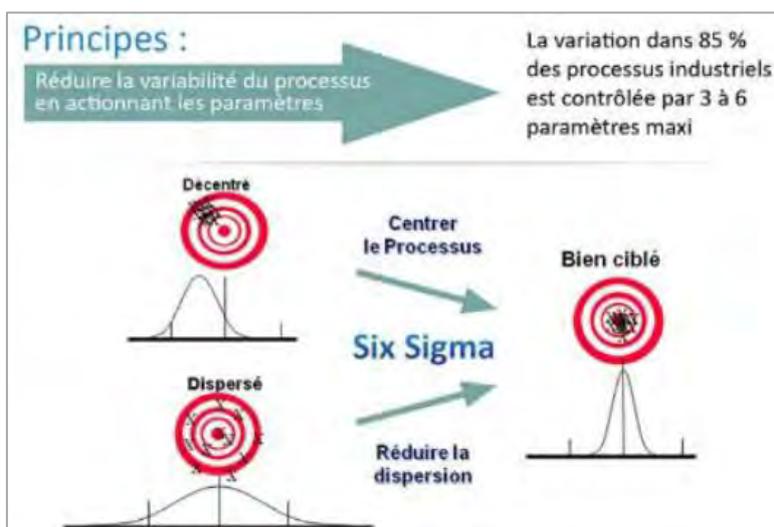


Figure 13 : Représentation de la réduction de la variabilité.

La démarche DMAIC fournit un guide méthodologique (présenté ci-après) permettant de déterminer le parcours amenant à réduire la variabilité. A chaque étape de cette méthodologie sont décrits les objectifs et les outils disponibles pour progresser avec cette démarche.

Des résultats concluants sont obtenus seulement si cette méthode est utilisée par des personnes compétentes, formées et ayant à disposition toutes les données nécessaires.

II.3.3. Maîtriser la variabilité

La démarche DMAICS est une méthode de maîtrise de la variabilité en mesurant le **niveau de qualité**, symbolisé par la lettre **z**. Cette démarche se déroule en 6 étapes, représentées sur la Figure 14. [20]

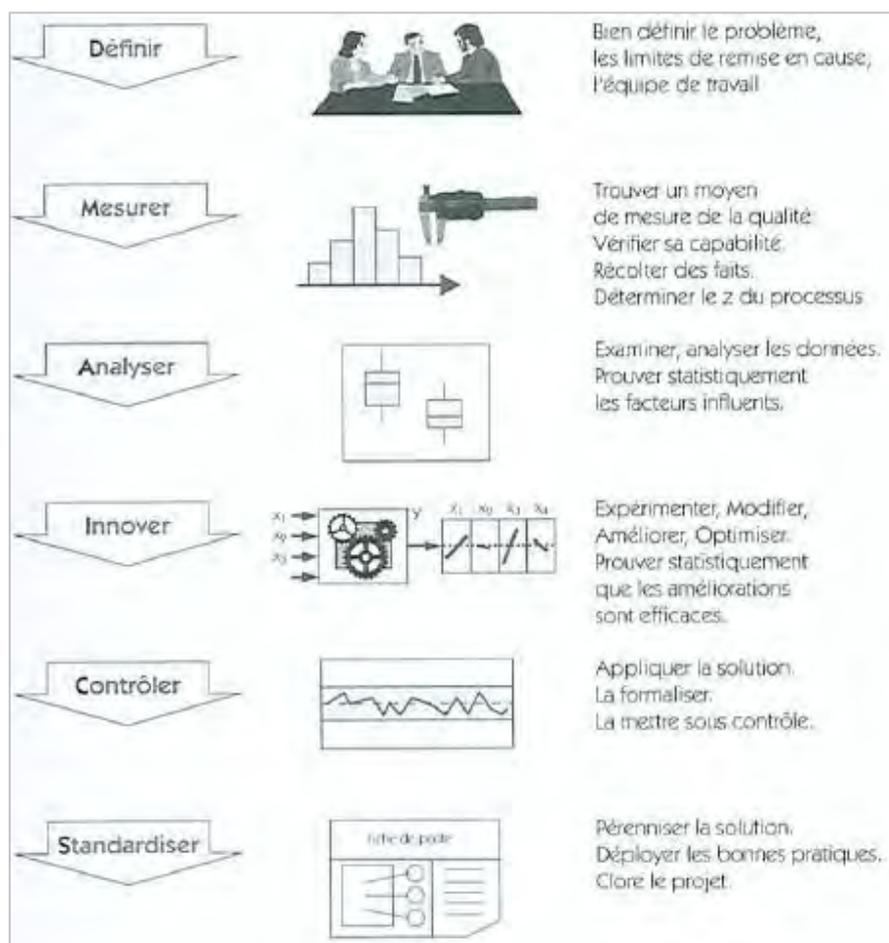


Figure 14 : Les 6 étapes DMAICS de la démarche Six Sigma.

A chaque étape, un objectif est défini en utilisant des outils définis. Le Tableau 1 répertorie les objectifs, résultats et outils principaux de cette démarche. [20]

Tableau 1: Les 6 étapes de la démarche DMAICS et ses outils.

Etapes	Objectifs / Tâches	Résultats	Outils principaux
D Définir	<ul style="list-style-type: none"> - Définir le projet : - gains attendus (pour le client et l'entreprise) - périmètre du projet - responsabilités 	<ul style="list-style-type: none"> - charte du projet - cartographie générale du processus - planning et affectation des ressources 	<ul style="list-style-type: none"> - QQQCCP - Benchmarking - Cartographie - SIPOC
M Mesurer	<ul style="list-style-type: none"> - Définir et valider les moyens de mesure - Mesurer les variables d'entrée, d'état et de sortie du processus - collecter les données - connaître le niveau de qualité (z) du processus 	<ul style="list-style-type: none"> - cartographie détaillée du processus - capacité des moyens de mesure - capacité du processus 	<ul style="list-style-type: none"> - analyse processus, logigramme - répétabilité et reproductivité - analyse des 5M - matrice causes/effets - feuille de relevés Maîtrise statistique des procédés (MSP)
A Analyser	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser les données - Etablir des relations entre les variables d'entrée, d'état et de sortie du processus - Identifier les variables clés du processus 	<ul style="list-style-type: none"> - établissement de la preuve statistique - compréhension du processus 	<ul style="list-style-type: none"> - statistique descriptive - statistique inférentielle - plans d'expériences
I Innover / Améliorer	<ul style="list-style-type: none"> - Imaginer des solutions - Sélectionner les pistes de progrès les plus prometteuses - Tester les améliorations 	<ul style="list-style-type: none"> - processus pilote - amélioration du niveau de qualité (z) - détermination des caractéristiques à mettre sous contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> - méthodes de créativité - vote pondéré - plans d'expériences - AMDEC
C Contrôler	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre sous contrôle la solution retenue - Formaliser le processus 	<ul style="list-style-type: none"> - rédaction de modes opératoires - cartes de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> - auto-maîtrise - maîtrise statistique des procédés (MSP)
S Standardiser / Pérenniser	<ul style="list-style-type: none"> - Pérenniser les solutions - Diffuser les bonnes pratiques - Clôturer le projet 	<ul style="list-style-type: none"> - indicateurs de performance - tableau de bord - plan d'audit - bilan de fin de projet 	<ul style="list-style-type: none"> - auto-maîtrise - audit - Benchmarking - bonnes pratiques

En suivant ces diverses étapes et avec une formation sur cette démarche, l'objectif fixé de variabilité peut être atteint.

Afin de passer d'une étape à une autre, une revue attestant que les objectifs de l'étape précédente ont été atteints est à valider. Cette revue est en règle générale réalisée conjointement par le responsable du projet et le responsable du déploiement du Six Sigma.

II.3.4. Organiser les compétences et les responsabilités

Pour mettre en œuvre la démarche DMAICS, les compétences et les responsabilités de chacun doivent être bien définies. La formation des collaborateurs est donc primordiale.

Une classification des compétences, popularisée par l'entreprise General Electric, permet de hiérarchiser les compétences et responsabilités de chacun. A chaque niveau correspond une dénomination, telle que : *White Belt*, *Yellow Belt*, *Green Belt*, *Black Belt*, *Master Black Belt* et *Champion*. Dans d'autres entreprises, d'autres dénominations existent, telles qu'équipier, pilote, coach. Les fonctions doivent être remplies afin de garantir le succès du déploiement de Six Sigma dans l'entreprise. La Figure 15 détaille les rôles de chacun selon les niveaux de pilotage déterminés. [20]

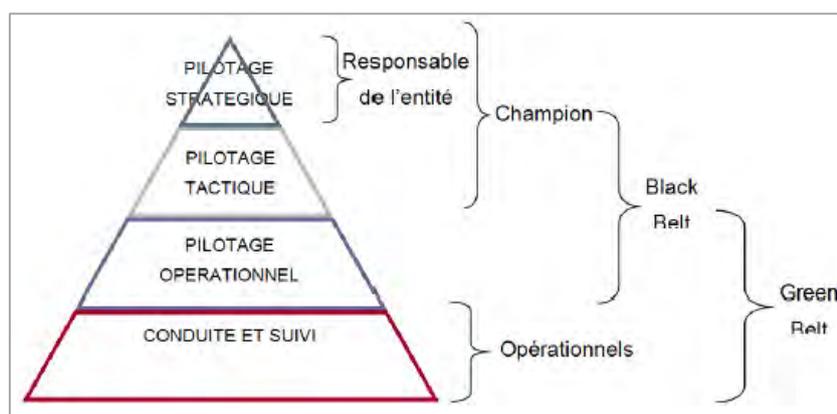


Figure 15 : Les quatre niveaux de pilotage.

Il existe ainsi quatre niveaux de pilotage :

- **Pilotage stratégique** : correspond aux objectifs en termes de coûts, de performances internes, de satisfaction client et de perception externe. Ces

engagements sont pris par le plus haut niveau de l'entreprise, impliquant le responsable de l'entité et les *Champions*.

- **Pilotage tactique** : correspond aux traductions des décisions stratégiques au niveau des services opérationnels. Le *Champion* est fortement impliqué dans cette phase, et est assisté des *Black Belts* pour le choix des chantiers Six Sigma qui seront développés. Le *Master Black Belt*, quant à lui, forme et encadre les *Black Belts*, et est garant du respect de la démarche.

- **Pilotage opérationnel** : correspond à la conduite des chantiers, notamment au travers de l'application de la démarche DMAICS. Le *Black Belt* est le leader de ces chantiers, et est assisté des membres de son équipe (les *Green Belts*).

- **Conduite et Suivi** : correspond à l'application des décisions qui découlent de la démarche DMAICS. Ce niveau implique tous les opérationnels du processus concerné dont les *Green Belts* (qui sont notamment destinés à être des opérationnels). Dans la réalisation du projet, les *Yellow Belts* réalisent les projets en utilisant les méthodes de résolution de problèmes, et sont aidés par les *White Belts*. Ces derniers sont débutants dans la démarche DMAICS mais possèdent les notions de suppression des tâches à non-valeur ajoutée et le fait que la variabilité est « l'ennemi de la qualité ». [22]

II.3.5. Manager par projets

Les méthodes de management par projets apportent une démarche pragmatique et transverse.

L'organisation par projet doit être basée sur une structure matricielle sans modifier l'organisation hiérarchique présente au sein de l'entreprise. En effet, le comité de pilotage est très souvent composé de personnes placées au plus haut niveau de l'entreprise, et doit faire des choix dans l'affectation des ressources.

L'organisation de ces projets doit être dynamique et regroupée autour du chef de projet (le *Black Belt*). La gestion de projets propose à ses équipes des objectifs clairs, des délais établis, des budgets cohérents et des priorités précises. [20]

Divers points essentiels d'un management de projet existent et sont les suivants :

- initiation et écriture du projet par le chef d'entreprise ;
- choix du chef de projet ;
- choix des compétences (internes ou externes à l'entreprise) ;
- choix d'un référent au projet (le *Champion*) ;
- définition des objectifs et des limites du projet ;
- détermination d'un budget et suivi de ce budget au travers d'un tableau de bord financier et d'études de coûtéance ;
- définition des modes de validation de l'avancement du projet ;
- définition des modes de communication.

III. Les outils et indicateurs du LEAN Manufacturing

Le LEAN Manufacturing propose de nombreux indicateurs et outils, leur mise en place et leur déploiement ayant pour objectif d'améliorer la performance industrielle.

Afin d'atteindre les objectifs fixés lors de leur déploiement, il est important de s'appuyer sur une mise en œuvre méthodique, pouvant être divisée en quatre grande étapes : [23]

1. Phase d'initialisation :

- **identifier la situation que l'on souhaite traiter.** Cette situation est révélée en fonction de sa nature :

. par la conception et/ou l'industrialisation d'un nouveau produit pour répondre à une demande (organisation) ;

. par des indicateurs révélant des écarts entre les résultats obtenus et les objectifs (correction) ;

. par des gisements de progrès.

- **décrire cette situation et fixer l'objectif à atteindre**, de manière à évaluer en toute exactitude le travail à réaliser ;

2. Phase d'analyse :

- **collecte de données « terrain »**, afin d'identifier la situation actuelle. Ces données « terrain » peuvent être consolidées par le déroulement de « Gemba Walk » (cf. § II.1.3.3).

- **rechercher les causes racines** de l'écart entre la situation actuelle et la situation souhaitée ;

- **rechercher des solutions** permettant de traiter ces causes racines.

3. Plan d'action :

- **choisir les solutions les plus pertinentes** ;

- **présenter un plan d'action.**

4. Phase de déploiement :

- **planifier et mettre en œuvre les solutions retenues** ;
- **valider l'efficacité des solutions** par un **suivi** ;
- **standardiser** pour assurer la pérennité ;
- **former** les collaborateurs étant acteurs dans le déploiement des méthodes et outils.

Les outils et indicateurs du LEAN Manufacturing présentés ici sont développés selon deux axes : les outils et indicateurs permettant d'améliorer l'organisation, et les outils et indicateurs permettant d'augmenter le rendement industriel.

III.1. Améliorer l'organisation

III.1.1. La Value Stream Mapping (ou VSM)

III.1.1.1 Définition de la VSM

La Value Stream Mapping (ou cartographie des flux de valeur) est une méthode développée par Toyota au début des années 1980. Cet outil du LEAN Manufacturing est modélisé par la cartographie de la chaîne de valeur, permettant de cartographier visuellement le flux global des matières et d'information allant de la matière première jusqu'au produit fini. Il permet d'obtenir une vision simple et claire d'un processus, en prenant en compte l'ensemble des ressources et des étapes du processus.

La chaîne de valeur représente l'ensemble des étapes déterminant la capacité d'une organisation à offrir un produit ou un service à valeur ajoutée pour le client.

Un des objectifs principaux de la VSM est de pouvoir rendre compte du Lead Time (ou temps de défilement) d'un produit déterminé. L'analyse de la VSM permettra par la suite de cibler les étapes critiques n'amenant pas de valeur ajoutée et devant donc être optimisées.

La VSM dispose d'une place de choix dans les outils du LEAN Manufacturing : cette cartographie des flux de valeur est un outil fondamental dans une démarche LEAN

au sein d'une entreprise. En effet, cet outil permet de mettre en avant les étapes à valeur ajoutée et celles à non-valeur ajoutée, et ainsi d'identifier les types de gaspillages existants tout au long du processus. [24] Il est important de noter que cette cartographie est une photographie du processus à un instant t, et peut ainsi être amenée à changer au cours du temps (modification du processus par exemple).

III.1.1.2 Réalisation d'une VSM

Plusieurs étapes permettent de réaliser une VSM :

III.1.1.2.1 Cibler le produit sur lequel l'on souhaite travailler :

Le diagramme de PARETO (ou « diagramme des 80/20 ») est une alternative pour pouvoir cibler en toute efficacité le produit demandant des actions d'amélioration en priorité. Ce diagramme, présenté sous forme d'histogramme, permet de visualiser les éléments les plus importants et l'importance relative des éléments entre eux.

Cet outil est élaboré en suivant diverses étapes : [25]

1. Définir les éléments à comparer :

Cette étape est la base de l'élaboration de cet outil, et doit être déterminée avec le plus de finesse possible. Une fois les éléments à comparer choisis, il reste à déterminer l'unité de mesure (coût, fréquence, quantité,...).

2. Collecter les données :

Cette étape se déroule sur une période préalablement déterminée. Les données sont collectées à l'aide de feuilles de relevés. Ces feuilles de relevés se présentent généralement sous forme de tableau, afin d'évaluer qualitativement ou quantitativement, et cela de façon organisée. Elles indiquent notamment la nature, le volume et la fréquence de l'évènement observé.

3. Ordonner les données par ordre décroissant de valeur :

Après analyse des feuilles de relevés, il reste à déterminer les pourcentages de chaque élément, de les classer par ordre décroissant de valeur, puis de calculer le pourcentage cumulé de tous ces éléments.

4. Représenter les résultats obtenus sous forme d'un histogramme :

Chaque élément est représenté dans un graphique ayant pour abscisse les catégories d'éléments étudiés, et pour ordonnée l'échelle des valeurs étudiées. La hauteur de chaque rectangle de l'histogramme est proportionnelle à la valeur de l'élément correspondant. Les éléments à valeurs les plus élevées sont placés sur la

gauche, et les éléments à valeurs moins élevées sur la droite du graphique. L'évolution du pourcentage cumulé est représentée par une courbe se superposant à l'histogramme. La Figure 16 illustre un exemple de diagramme de PARETO.

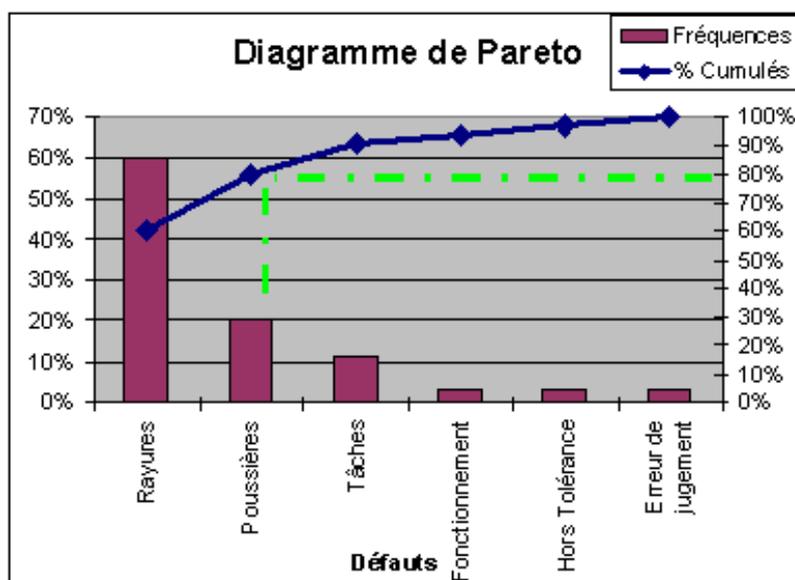


Figure 16 : Illustration d'un exemple de diagramme de PARETO.

5. Analyser le diagramme de PARETO :

En référence à sa dénomination (« diagramme des 80/20 »), l'analyse de ce diagramme repose sur le repérage sur la courbe des pourcentages cumulés de l'atteinte des 80% (en ordonnées). A ce point correspond des éléments en abscisse : tout élément à gauche de ce point en abscisse est considéré comme élément à étudier en priorité. Dans l'exemple présenté en figure..., les éléments « rayures » et « poussières » sont des éléments à étudier en priorité, car représentent les 20% de causes amenant à 80% des effets constatés.

Cette analyse via le diagramme de PARETO permet donc de cibler le produit sur lequel l'on souhaite travailler.

III.1.1.2.2. Collecter les données

Cette collecte de données est à effectuer de préférence directement sur le terrain, c'est-à-dire avec les acteurs principaux agissant sur le processus de fabrication du produit ciblé. Cette étape s'effectue par observation du processus en atelier, par mesure de la durée de chaque étape (chronométrage).

La collecte des données peut s'effectuer lors d'un « Gemba walk » organisé.

III.1.1.2.3. Créer la cartographie actuelle du processus

Afin de créer une cartographie relatant avec précision la situation du actuelle, il est important d'analyser au préalable l'état actuel : cette analyse permet d'étudier et de comprendre la situation actuelle et l'organisation de l'atelier.

Des symboles propres au « langage VSM » sont à utiliser et permettent une compréhension facile des flux. Une liste non exhaustive est présentée en Figure 17.

	Processus de fabrication	Une case représente un poste de charge. Nommer les processus. La case peut aussi représenter un service de l'entreprise (contrôle de la production,...)
	Source extérieure	Représente des clients, fournisseurs ou sous traitants
	Case données	Recense les informations relatives à un poste de charge (temps de cycle, temps de changement de série, taux d'efficacité, taux d'utilisation, rendement,...)
	Stock	Noter la quantité en stock et la durée moyenne de stockage 225 pièces 1,5 jours
	Transports routiers, aériens,...	Indiquer la fréquence des trajets
	Mouvement d'un produit en flux POUSSÉ	Matière poussées vers le poste de travail suivant, avant que celui-ci en fasse la demande. Ce mouvement est généralement commandé par un programme central
	Mouvement de produits finis vers le client	
	Supermarché	En-cours de pièces servant à réguler la production d'un poste amont
	Prélèvement de matière	Mouvement d'un produit en flux TIRE d'un supermarché
	Transfert entre processus en appliquant la règle « Premier entré, premier sorti »	Aménagement visant à limiter les quantités et à permettre un flux selon le système PEPS
	Flux d'informations électroniques	Par exemple des flux d'informations via Electronic Data Interchange
	Information	Décrit un flux d'informations ou une étape de planification
	Carte kanban de production	Carte (ou autre dispositif) qui indique à l'opérateur d'un processus la quantité de ce qui peut être produit et lui en donne l'autorisation
	Action coup de poing	Repère les améliorations spécifiques nécessaires (SMED, Qualité,...) pour atteindre « l'état futur »

Figure 17 : Exemples de symboles utilisés dans l'élaboration d'un VSM.

Ces symboles standardisés permettent à toute personne formée à l'analyse d'une VSM de comprendre la situation décrite.

Chaque opération à valeur ajoutée est caractérisée par un temps d'exécution (ou temps à valeur ajoutée). Entre chacune de ces opérations, un temps d'attente est renseigné (très souvent dû au stockage). La Figure 18 illustre une courbe à créneaux (appelée « Time Line ») permettant de visualiser ces données :

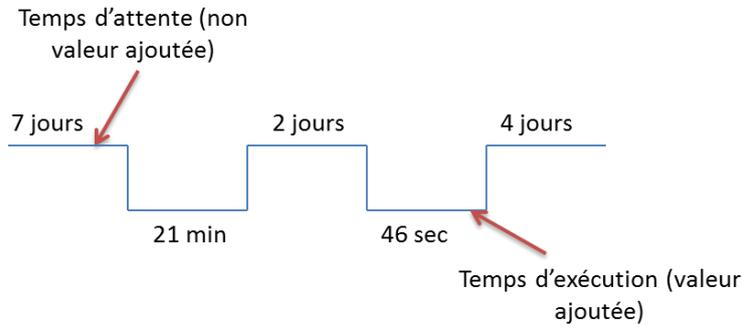


Figure 18 : Courbe à créneaux (« Time Line ») référençant les temps d'exécution et temps d'attente d'un processus.

L'ensemble des données collectées permet de dessiner la cartographie de la situation actuelle. La Figure 19 présente un exemple de VSM de l'état actuel d'un processus.

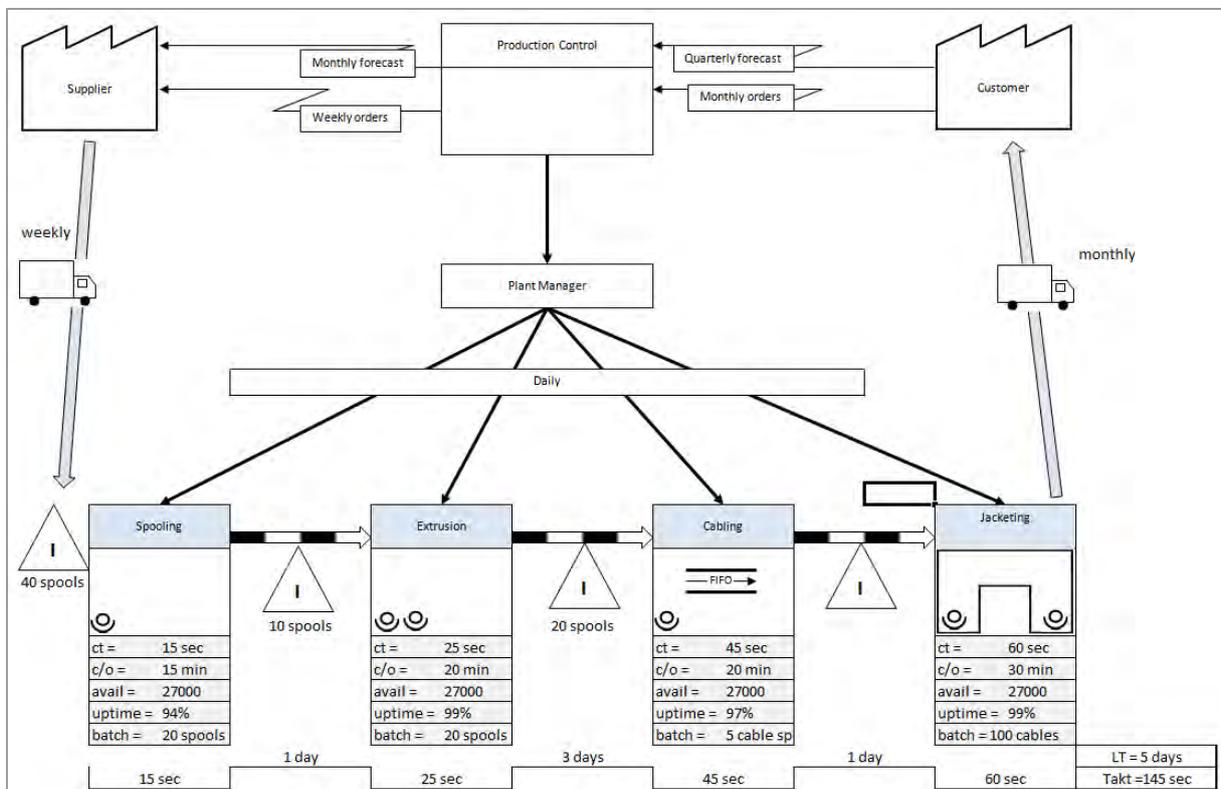


Figure 19 : Exemple de cartographie des flux de valeur d'un état actuel.

A partir de ces données temporelles recueillies, il est possible de calculer le taux de valeur ajoutée (ou taux de VA), permettant d'analyser la valeur du processus. En effet, le taux de VA est obtenu en divisant la somme des temps d'exécution par le temps total de traversée des produits (Lead Time).

Le Takt Time est également à calculer, et permet de comprendre la cadence du cycle de fabrication du processus étudié.

Le Pitch Time est un autre indicateur pouvant être calculé : il est déterminé en multipliant le Takt Time et le nombre d'unités produites en fin de processus.

III.1.1.2.4. Créer la cartographie future du processus

A partir de l'analyse de la cartographie précédemment dessinée, des pistes de modification du processus sont envisageables et donc à étudier. La cartographie future est élaborée en étudiant les pistes de modification et en proposant les améliorations permettant d'optimiser les performances du processus. La Figure 20 présente une cartographie proposant des pistes d'amélioration du processus (matérialisées par les figures jaunes sur certaines étapes du processus décrit).

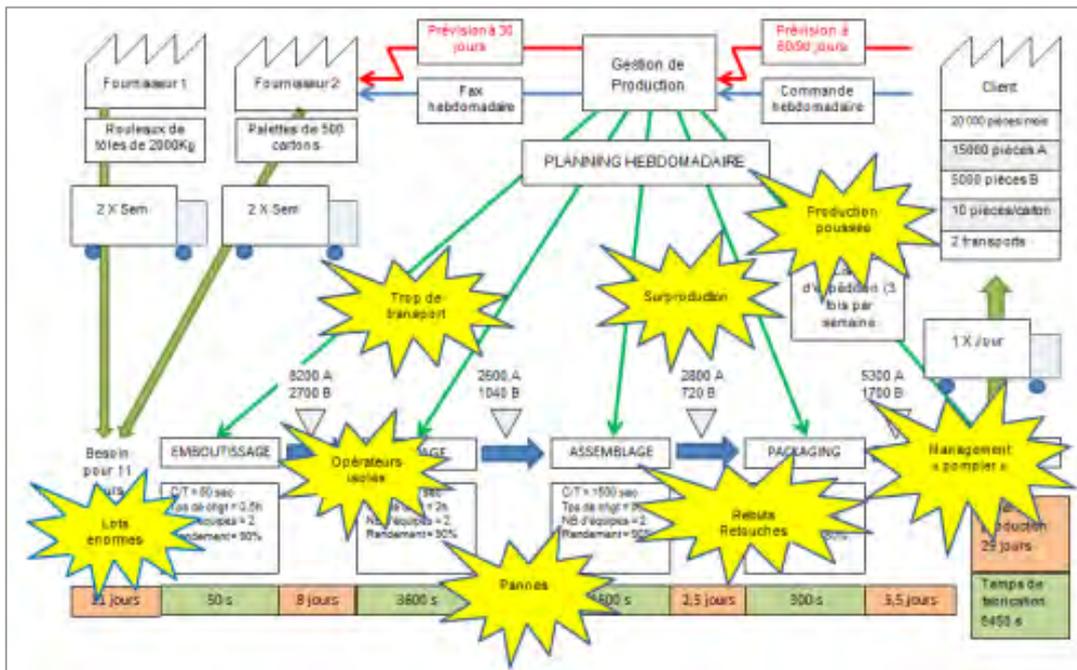


Figure 20 : Exemple de cartographie proposant des pistes d'amélioration du processus.

A partir de cette analyse, une nouvelle cartographie représentant maintenant l'état futur souhaité (après optimisation du processus) est élaborée et permet de fixer les objectifs à atteindre.

III.1.1.2.5. Mettre en œuvre un ou plusieurs plan(s) d'action (Kaizen) pour atteindre l'état futur et implanter des outils d'amélioration continue

La cartographie de l'état futur est une représentation des objectifs à atteindre. Elle permet d'élaborer et de mettre en œuvre divers plans d'action, ces plans d'actions amenant à remplir les objectifs fixés par cette cartographie de l'état futur.

Les plans d'action élaborés disposent de divers outils d'amélioration continue à implanter.

III.1.1.2.6. Suivre les améliorations

Afin de garantir les résultats d'optimisation des améliorations proposées, il est important de suivre ces améliorations, en analysant les indicateurs préalablement déployés.

Cette étape de suivi reste primordiale pour la garantie du succès des propositions d'amélioration.

III.1.1.2 Intérêts de la Value Stream Mapping

La VSM représente un support permettant de comprendre et de mettre en avant les étapes à optimiser, de fixer les objectifs à atteindre (par le biais de l'élaboration de la cartographie de la situation future) et d'implanter les actions d'amélioration.

La VSM permet ainsi l'utilisation justifiée de divers outils et indicateurs du LEAN Manufacturing.

L'action de débarrasser ne consiste pas à tout jeter, mais à comprendre quels sont les éléments utiles au travail à réaliser, et à ne garder que ceux-ci. Il est important que la vision de l'équipe dans sa globalité prenne le pas sur une vision individuelle, afin de ne pas se débarrasser d'objets pouvant être utiles à certaines personnes de l'équipe. [24] Cette étape du 5S peut être complétée par l'établissement de règles pour hiérarchiser selon la fréquence d'utilisation, jeter ou relocaliser.

- **SEITON** ou « ranger »

Le poste de travail est organisé afin que tous les objets fréquemment utilisés soient accessibles immédiatement, disposés à la bonne place et dans un emplacement ergonomique. La fréquence d'utilisation est le critère principal permettant de déterminer la distance de rangement et est déterminé avec le soutien et la participation des utilisateurs concernés. Des marquages visuels peuvent, par exemple, être utilisés afin de définir l'emplacement de chaque objet. Du matériel de rangement (armoires identifiées, supports avec empreinte pour outils,...) peut également être utilisé. [25]

Différents critères de rangement peuvent être utilisés :

- efficacité (prise et remise facile)
- sécurité (ne pas tomber, heurter, rouler)
- qualité (pas de rouille, coup, erreur, mélange)
- environnement (tri des déchets et respect des consignes)

- **SEISO** ou « nettoyer » ou « Décraiser pour Détecter les anomalies »

La propreté du poste de travail est un gage de qualité et permet de se rendre compte visuellement du bon entretien des matériels et équipements utilisés. La propreté permet non seulement d'arriver au résultat d'emplacement nettoyé mais aussi permet de comprendre les modes de dégradations apparents, et donc d'y remédier. Ainsi, cette étape permet par exemple d'identifier les sources de salissures et de mettre en place des actions permettant d'éliminer ces sources de salissures. [25]

- SEIKETSU ou « ordonner, rendre évident »

Un poste ordonné permet de gagner du temps, d'éviter des erreurs et de rendre le travail plus agréable pour tous. Cette étape de standardisation est favorisée par l'utilisation d'outils visuels (comme par exemple des tableaux, des couleurs, des symboles signifiants,...).

Cette standardisation permet à tout individu externe de comprendre l'organisation du poste de travail. [24]

- SHITSUKE ou « pérenniser » ou « être discipliné »

Lorsque les étapes précédentes ont été réalisées, il s'agit maintenant de respecter les standards établis, autrement dit de « s'auto-discipliner ». Cette étape consiste à systématiser le respect des meilleures pratiques, à utiliser ces bonnes pratiques et à les améliorer en permanence. L'audit régulier permet de suivre le respect de la discipline établie. La méthode PDCA (ou roue de Deming) est un très bon outil pour suivre le plan d'action issu des audits. [25]

L'application de la méthode 5S peut se décomposer en plusieurs étapes lors de son premier déploiement « terrain » :

- débiter l'application par un secteur pilote, afin d'acquérir de l'expérience sur cette méthode, de montrer que des résultats sont possibles, de montrer aux équipes le bénéfice existant de cette méthode ;

- mettre en place un plan d'action au travers d'audits réguliers et suivre son état d'avancement ;

- appliquer le plan d'actions, en s'efforçant d'impliquer tout le personnel. Cette étape est primordiale pour la réussite de cette méthode.

Cette méthode consiste à recenser tous les articles avoisinant un poste de travail et à déterminer la fréquence d'utilisation. Les articles rarement utilisés sont écartés du poste de travail, alors que ceux fréquemment utilisés sont rapprochés en se voyant

attribuer un emplacement. Tous les utilisateurs doivent, après utilisation, replacer les articles à leur place assignée.

La méthode 5S permet donc d'apporter des résultats immédiats en termes de qualité, de coûts, délais et sécurité, grâce à une plus grande efficacité au poste de travail. L'amélioration de ces points amène à optimiser la performance industrielle en atelier. Cette méthode permet également d'augmenter fortement et durablement la motivation, l'état d'esprit des divers collaborateurs, et d'améliorer ainsi leur formation personnelle et leur implication dans le bon entretien de leur atelier ou bureau.

L'implication entière du personnel dans le déploiement de cette méthode est primordiale, afin de garantir la réussite de cette méthode. Le personnel est directement concerné par les améliorations apportées par cette méthode.

III.2. Augmenter le rendement industriel

Divers outils sont à disposition des entreprises et permettent d'augmenter le rendement industriel. Ils vont principalement agir sur l'optimisation du temps, l'organisation de l'atelier (et son système de management) et la résolution de problèmes.

III.2.1. Le temps de travail

La maîtrise du temps est à la base du management des opérations. La Figure 22 illustre la répartition type du temps de travail. [4]

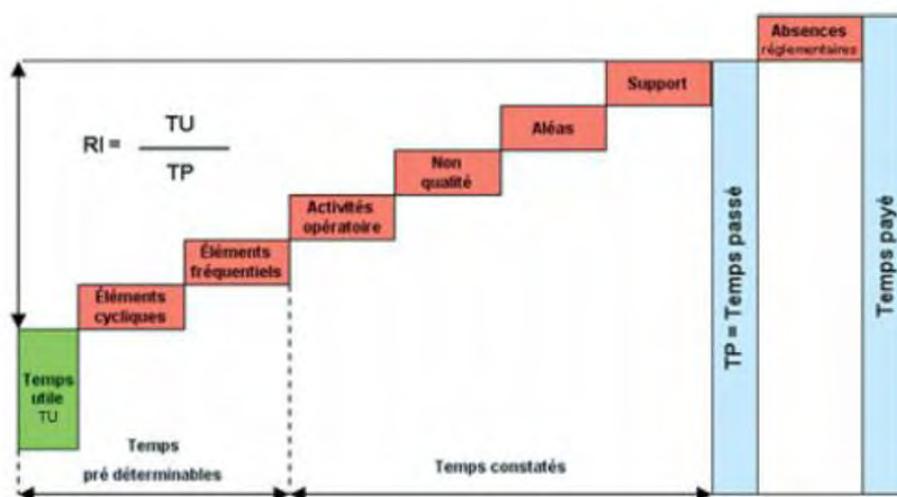


Figure 22 : Répartition type du temps de travail.

Le rendement industriel (RI) est l'indicateur pilote des ateliers, il peut également être appelé taux de rendement synthétique (TRS). Il se calcule en faisant le ratio entre le temps utile et le temps passé. Les temps, représentés sur la Figure 22, sont définis de la manière suivante :

- Le temps utile : correspondant à la production de la valeur ajoutée (VA) ;
- Eléments cycliques : correspondent aux travaux à non-valeur ajoutée (NVA) effectués systématiquement (déplacements, contrôles, travaux administratifs...) ;
- Eléments fréquents : correspondent à des tâches à NVA se répétant tous les n cycles (approvisionnements, évacuation produits, changements de série...) ;
- Activité opératoire (conditions de travail difficiles, accoutumance, absences non réglementaires...) ;

- Non-qualité (erreur de montage, traitements de rebuts et tri de pièces...);
- Aléas (ruptures d'approvisionnement, pannes et dysfonctionnements...);
- Support (régleur, formateur, approvisionneur de ligne...);
- Absences réglementaires (pauses, congés, formation...).

Ainsi, hors absences réglementaires, l'ensemble de ces temps constitue le temps passé (TP) ou temps d'ouverture (TO).

III.2.2. Le Taux de Rendement Synthétique (ou TRS)

Le Taux de Rendement Synthétique est un indicateur destiné à suivre la performance et le taux d'utilisation des équipements. Il se calcule en effectuant le rapport entre le temps utile TU (temps qu'il aurait fallu dépenser dans des conditions nominales pour réaliser la même production) et le temps d'ouverture.

Le TRS constitue un outil de suivi et de pilotage des actions d'améliorations et de progrès.

Son objectif principal est de mesurer l'importance des fluctuations aléatoires (arrêts, non-qualité, ralentissements) sur l'efficacité des équipements de production, et en particulier sur les contraintes. [23]

L'application et le suivi du TRS présente divers enjeux :

- mettre en évidence les fluctuations de production et identifier des actions d'amélioration ;
- augmenter la capacité nette des équipements de production ;
- réduire les coûts de revient ;
- développer l'activité ;
- définir les investissements ;
- rationaliser les équipements.

Le TRS peut être calculé de deux manières : le TRS est le rapport entre le temps utile et le temps requis, ou encore est le produit du taux de qualité, du taux de performance et du taux de disponibilité opérationnelle. La Figure 23 illustre ces deux méthodes de calcul.

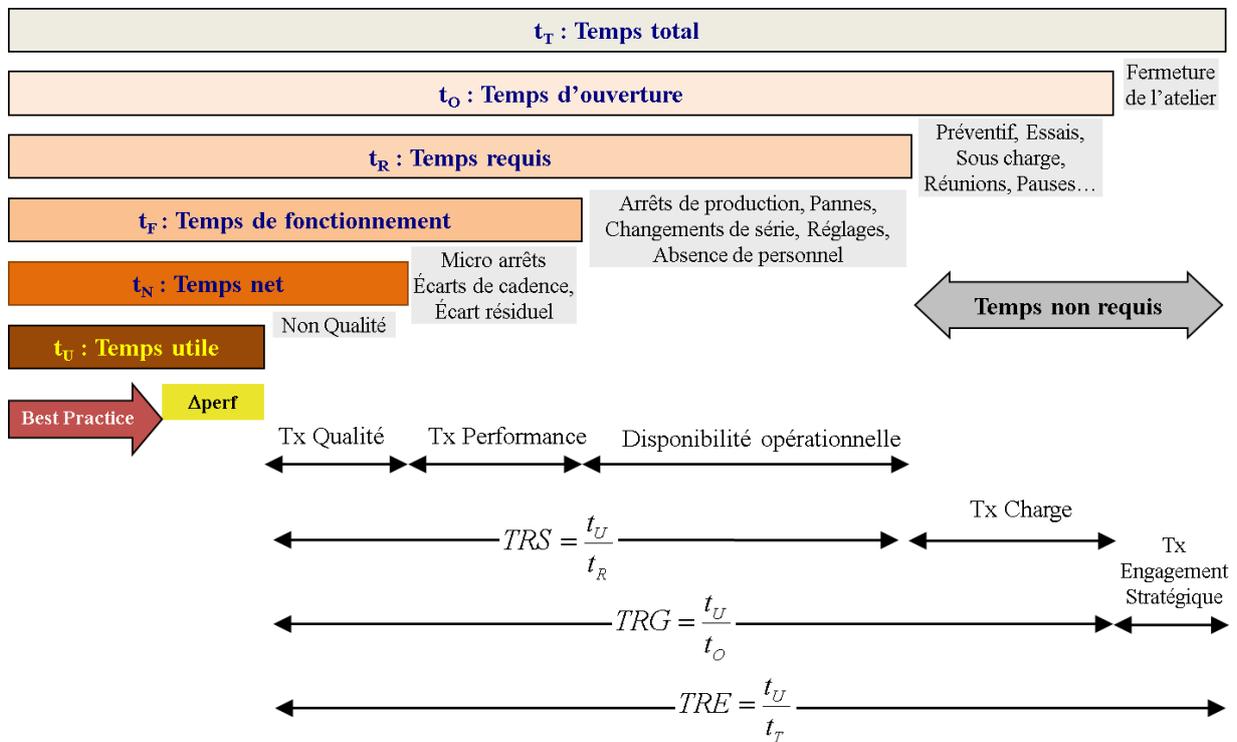


Figure 23 : Schéma explicatif de la mesure du TRS.

Le temps utile TU peut également être défini comme le rapport entre la quantité produite et la cadence.

Ainsi, afin de faire progresser le TRS, il est important d'analyser et d'agir les actions « non-TRS », comme :

- la fermeture de l'atelier ;
- les arrêts organisationnels (essais de qualification, réunions,...) ;
- les non-performances (arrêts de production, pannes, réglages,...) ;
- les écarts de cadence, micro-arrêts,... ;
- la non-qualité (rebuts,...).

La mise en application du TRS en atelier nécessite une phase de préparation, consistant à définir le référentiel temps de cycle sur une gamme optimisée (ce temps représente le temps optimal permettant de réaliser des produits conformes, dans un contexte de sécurité et de fiabilité). Une feuille de relevés est créée, affectée à un équipement, pour une période donnée, renseignée sur le poste de travail à intervalles réguliers au préalable définis. [23]

L'analyse des données permet de calculer les TRS, par équipement et/ou par équipe. L'évolution du TRS sur une période donnée et à communiquer et à analyser, sachant qu'un « TRS objectif » est à déterminer et à atteindre.

L'exploitation des résultats obtenus doit être effectuée de façon journalière (afin de corriger rapidement les dérives et d'être réactif) et de façon mensuelle (dans le but d'engager des actions d'amélioration sur les points les plus importants).

III.2.3. La Total Productive Maintenance (ou TPM)

La TPM (Total Productive Maintenance, parfois étendue au terme de Total Productive Management), connue au Japon depuis les années 1970, est une démarche d'amélioration continue de la performance industrielle de plus en plus utilisée dans les milieux industriels. En effet, ses résultats sont spectaculaires et surtout pérennes.

Cette démarche est un projet à part entière, prenant en compte les aspects techniques, organisationnels et surtout humains. La TPM consiste à traiter essentiellement de manière préventive toutes les pannes et dysfonctionnements qui pénalisent les équipements et qui, de ce fait, entraînent une incapacité à satisfaire les exigences des clients.

La TPM présente une connotation « maintenance » car est centrée sur un meilleur fonctionnement des équipements, par l'amélioration de la fiabilité et de la disponibilité des machines. La maintenance devient donc l'affaire de tous, ce qui se traduit par le fait que l'industriel assure une partie des tâches dites de « maintenance autonome ou de niveau un » (comme le graissage, la surveillance, le nettoyage et le contrôle). [26]

Afin de mener à bien cette démarche TPM au sein d'une entreprise, un groupe TPM, constitué d'environ deux à trois opérateurs en général du secteur concerné, d'un interlocuteur maintenance, d'un interlocuteur qualité et d'un animateur, est formé. Ce groupe présente divers rôles :

- à partir d'un constat réel du terrain et des performances des systèmes (et ce grâce aux relevés journaliers de ces informations par les opérateurs), ce groupe définit des indicateurs de suivi (TRS, indicateur permettant de suivre les dysfonctionnements,...) ;

- analyser les dysfonctionnements, afin de comprendre les pertes de performance ;

- proposer des améliorations dont le retour sur investissement peut être mesuré ;

- suivre la réalisation des améliorations proposées ;

- mesurer les résultats obtenus par rapport aux objectifs. Si les résultats escomptés ne sont pas obtenus, il est nécessaire de prendre conscience de la faiblesse de l'analyse et d'insister de nouveau sur la rigueur nécessaire avant de lancer les plans d'actions. [26]

Le système de mesure des résultats est un élément clé pour motiver l'ensemble du personnel et pour progresser. Dans la démarche TPM, le TRS est l'indicateur de base auquel peuvent être joints d'autres indicateurs (tels que le temps moyen d'intervention ou MTTR, le temps moyen d'arrêt ou MDT, le temps moyen de bon fonctionnement ou MTBF), qui seront communiqués visuellement.

Il est important également de mesurer les pertes. Elles se mesurent sur un périmètre bien défini, qui peut être soit une machine, un équipement, une ligne de production, ou encore un secteur de l'entreprise. Ces pertes peuvent avoir diverses origines comme :

- Les pannes ;

- Les changements de série et/ou réglages ;

- Les marches à vide et/ou les micro-arrêts ;
- Les ralentissements, les sous-vitesses ;
- Les défauts sur pièces ou rebuts, retouches ;
- Les pertes au démarrage ou au redémarrage.

La démarche TPM a pour objectif de réduire ces pertes afin d'atteindre les objectifs fixés. Il est donc important de comprendre et de savoir identifier ces pertes.

III.2.3.1 Les pannes

La place qu'occupent les pannes est souvent importante. Mais lors de l'analyse, il apparaît que de nombreux arrêts n'étant pas des pannes (comme par exemple l'arrêt pour non-maîtrise du procédé) sont néanmoins considérés comme des pannes, faussant ainsi la quantification des pannes réelles.

III.2.3.2 Les changements de série et/ou réglages

Les changements de série permettent de modifier l'ensemble des réglages entre deux lots différents par exemple. Ces réglages sont plus ou moins complexes, et sont donc plus ou moins chronophages. Leur durée dépend de l'équipement concerné, du matériel mis à disposition du personnel effectuant les réglages et de la formation de ce personnel. La méthode SMED (ou Single Minute Exchange of Die) est une méthode destinée à réduire ces durées de réglages et de changements de série avec un objectif de durée inférieure à 10 minutes.

III.2.3.3 Les marches à vide et/ou les micro-arrêts

Les marches à vides regroupent les temps où les équipements fonctionnent mais ne produisent pas.

Les micro-arrêts ou micro-défaillances sont beaucoup plus difficiles à piéger car sont des arrêts très brefs (20 à 30 secondes), pouvant être fréquents et qui ne sont généralement pas notifiés. Il est donc difficile de les quantifier et donc de les analyser et de les supprimer.

Deux possibilités existent pour piéger ces micro-arrêts :

- Faire des relevés fins par campagne (par exemple une semaine de relevés tous les deux mois) avec des fiches de relevés permettant d'analyser ces micro-arrêts ;
- Créer une rubrique non-performance qui ne mesure pas ces micro-arrêts, mais qui permet d'estimer le poids de ceux-ci.

III.2.3.4 Les ralentissements, les sous-vitesses

Ce type de pertes existe lorsque l'équipement ne fonctionne pas à sa vitesse nominale. Différentes causes peuvent expliquer ces ralentissements ou sous-vitesses : usure prématurée des outils, mauvaise qualité des produits, réglages différents suivant les équipes.

Afin de garantir l'identification de ces causes, un contrôle des conditions optimales doit être effectué périodiquement, soit dans le cadre de la maintenance de premier niveau, soit dans le cadre d'un plan de maintenance.

III.2.3.5 Les défauts sur pièces ou rebuts, retouches

Ce type de pertes regroupe la non-qualité globale. Celle-ci correspond au temps passé à fabriquer des produits non-conformes et à les rendre conformes (tri, retouches...).

III.2.3.6 Les pertes au démarrage et au re-démarrage

Dans cette rubrique se trouvent les temps de non-fonctionnement pour attente des conditions optimales de fonctionnement. Les exemples suivants peuvent être cités :

- En début de semaine : attente de mise en température des équipements des lignes de production ;
- A chaque changement d'équipe : passation de consignes ;
- Après une panne ou un changement de série : temps pour retrouver la cadence nominale.

Au travers de l'analyse de ces six types de pertes, le groupe TPM peut proposer des plans d'actions afin d'améliorer le TRS.

En plus de ces six pertes dues principalement à l'équipement, il existe aussi :

- Des pertes liées à l'organisation, comme un manque de personnel, un personnel manquant de formation ;
- Des pertes liées à la logistique, comme un manque de matière, un manque de composants, un manque de support de stockage ou de manutention, un changement de série ou de format injustifié ou trop fréquent.

L'analyse de ces pertes d'organisation et de logistique permette de passer de la TPM basique maintenance à une TPM de type management.

III.2.4. Le Single Minute Exchange of Die (ou SMED)

Le SMED, acronyme de « *Single Minute Exchange of Die* » (ou « changement d'outils en moins de 10 minutes ») est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié. La méthode SMED vient d'un constat fait par Shingo (Japan Management Association ou JMA) et Ohno (Toyota), qu'il fallait diminuer drastiquement les temps de changements pour accélérer les flux. Ceci permettrait d'avoir une bonne maîtrise des changements, les lots pouvant donc être de plus petite taille et correspondre au principe de « Just-In-Time » expliqué précédemment.

Cette méthode permet un gain de temps lors du changement de séries (entre deux lots par exemple). Le changement de série correspond à un temps non productif. La Figure 24 illustre les différentes phases d'un changement de série et les étapes de chacune de ces phases.

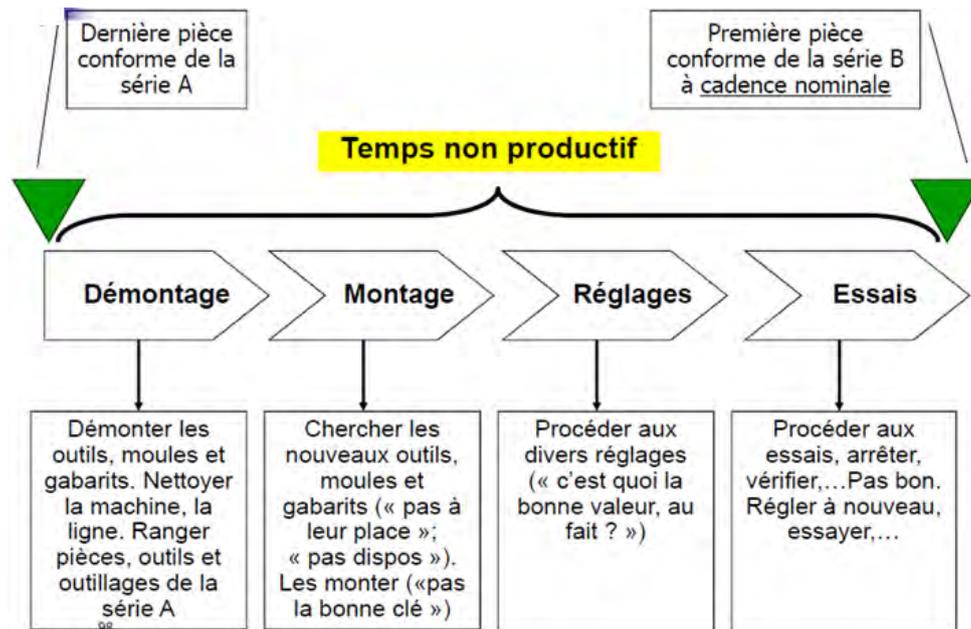


Figure 24 : Les phases du processus de changement de série.

Il apparaît qu'un changement de série commence dès lors que la dernière pièce conforme de la série A est fabriquée, et se termine à partir du moment où la première pièce conforme de la série B est produite à cadence nominale.

L'objectif du SMED est de diminuer au maximum ce temps non productif. Pour cela, l'idée de base est de transférer en temps masqués le plus de tâches possibles qui sont réalisées, au départ, pendant que la machine est arrêtée. [25]

Cette méthode repose sur des principes à respecter afin d'obtenir des résultats concluants : [9]

- Distinguer les opérations de réglages externes à la machine, les opérations internes et les opérations inutiles ;
- Supprimer l'inutile et convertir les opérations internes en opérations externes pour lesquelles il est possible d'opérer en temps masqué ;
- Réduire le temps des activités de réglages internes et externes en appliquant quelques règles simples d'amélioration :
 - Utilisation de systèmes à bridage ou à serrage rapide ;
 - Standardisation des outils de réglages et application des 5S ;

- Uniformisation des hauteurs d'outils, limitation des degrés de libertés, emploi de pré réglage (temps masqué) ;
- Synchronisation des activités à l'aide d'un mode opératoire standard chronométré décrivant les gestes de chacun.

La démarche SMED présente diverses étapes, devant être réalisées de préférence par les opérateurs eux-mêmes. Ceci suppose une formation préalable des opérateurs.

Etape 1 ou « Identifier » : Observation du processus et identification des opérations ; Cette étape peut s'effectuer par le biais de l'enregistrement d'un film vidéo.

Etape 2 ou « Extraire » : Transfert d'opérations internes en opérations externes sans coûts supplémentaires. Une opération externe est une opération réalisée pendant que la machine fonctionne. Une opération interne est une opération faite pendant l'arrêt de la machine.

Etape 3 ou « Convertir » : Conversion d'opérations internes en opérations externes.

Etape 4 ou « Réduire » : Réduction de la durée des opérations internes restantes.

Ces différentes phases peuvent être résumées comme illustré en Figure 25. [27]

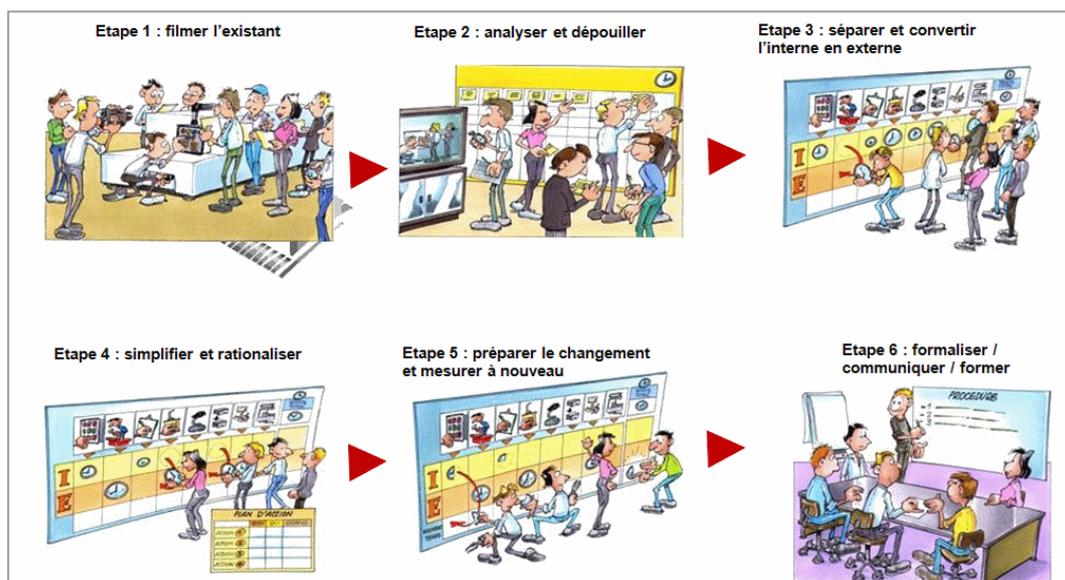


Figure 25 : Illustration des étapes de la démarche SMED.

Afin de garantir la réussite d'un chantier SMED, le personnel doit être impliqué, formé, les méthodes doivent être standardisées (afin de garantir la pérennité des modifications proposées).

III.2.5. Le management visuel

Le management visuel contribue à la communication et à l'image de marque de l'entreprise.

Son objectif est de définir, à l'aide de divers outils visuel, un environnement de travail ayant les qualités suivantes :

- Etre le plus près possible de l'opérateur ;
- Faciliter la réactivité et donc être une aide à la prise de décision ;
- Faciliter et simplifier la définition des objectifs.

Le management visuel est ainsi modélisé en atelier, au plus près des personnes concernées, par un tableau de bord. Le tableau de bord permet de matérialiser l'implication de la Direction de l'entreprise sur le terrain, afin de challenger les équipes sur les moyens de progresser.

Le tableau de bord est un outil de mesure qui permet, grâce à un ensemble d'indicateurs de pilotage, de prendre des décisions et de mener des actions dans le but d'atteindre les objectifs de performance. Pour ce faire et selon le positionnement de l'entreprise, il existe trois types de tableaux de bord : [28]

- **Tableau de bord « fonctionnel »** : appliqué à la gestion d'une direction, d'un département, d'un service ou d'une tout autre entité
- **Tableau de bord « projet »** : axé sur le pilotage et le suivi d'un projet sous les aspects techniques, qualité, coûts, délais.
- **Tableau de bord « stratégique »** : axé sur le positionnement de l'entreprise vis-à-vis de ses marchés et de ses opportunités à court, moyen et long termes. Critères externes à l'entreprise (concurrence) et internes (fonctionnement et résultats économiques).

Le tableau de bord a plusieurs fonctionnalités, à savoir :

- **Réduire la prise de risque**

Mettre en place cet outil au sein d'une entreprise réduit les risques d'incertitude et permet de mieux évaluer les risques. Cet outil sert également à détecter les nouveaux risques potentiels associés à l'environnement de l'entreprise. Prendre des décisions devient ainsi plus facile.

- **Améliorer la communication**

Le tableau de bord favorise aussi bien la communication interne à l'entreprise que sa communication avec les autres entreprises. C'est un support de communication pertinent utilisé comme référentiel commun lors de discussions. De plus, il permet de stabiliser l'information, qui est changeante par nature. Il permet de ne présenter que l'essentiel, ce qui est indispensable pour le décideur.

- **Étudier la situation de l'entreprise**

Cet outil peut contenir différents aspects de l'information de l'entreprise. En effet, on retrouve aussi bien des informations concernant les secteurs financiers, techniques, de gestion des RH, de gestion commerciale et de gestion de production. Il reflète l'état de l'entreprise à tout instant. Il est ainsi possible de repérer les points forts et les dysfonctionnements de l'entreprise très rapidement. Des éléments de résolution sont ensuite facilement mis en évidence.

- **Dynamiser la réflexion**

Le tableau de bord ne se contente pas de gérer les alertes, il propose aussi des outils d'analyse pour étudier la situation et suggérer des éléments de réflexion.

Plus précisément, un tableau de bord sert principalement à : piloter les activités et projets, contrôler les dépenses, respecter les budgets, analyser des tendances, mesurer des écarts, exploiter des résultats, évaluer des risques, consulter un bilan d'activité, prendre connaissance du fonctionnement d'une direction, suivre l'évolution d'un projet, déclencher diverses actions (réunions, audits,...). [29]

Prioritairement, un tableau de bord doit pouvoir être lu et compris par toutes les personnes qu'il concerne. Chaque visuel utilisé se doit d'être visible par chacun. Ce fait est la ligne à suivre tout au long de l'élaboration d'un tableau de bord. [30]

Les points suivants sont également à prendre en compte :

- Une présentation orale impose son rythme et son tempo à l'auditoire qui lui fait face. Les tableaux de bord doivent donc correspondre aux attentes et aux besoins en informations des personnes présentes pour captiver leur attention et être véritablement efficaces.
- L'inconvénient des consultations individuelles (sur écran ou sur papier) est d'être seul. Dans ce cas, les tableaux de bord doivent être réalisés de façon à ne pas nécessiter d'aide ou de conseil extérieurs.

Dans l'idéal, il est préférable de combiner ces deux types de communication (orale et écrite) pour transmettre un message à un maximum de personnes. La compréhension du message sera d'autant meilleure que le support réalisé s'adaptera à la situation et à son auditoire.

III.2.6. Les outils pour la résolution de problèmes

Pour certains problèmes détectés, les causes ne sont pas clairement identifiées. Les solutions proposées ne permettent donc pas de résoudre les problèmes détectés.

Il est donc capital d'identifier les causes racines. Pour cela, le LEAN Manufacturing propose divers outils pour la résolution de problèmes.

III.2.6.1. Le QQOQCCP

Le QQOQCCP est un outil simple et fréquemment utilisé pour définir, caractériser ou décrire une situation ou plus précisément un produit, un service ou un événement.

Cet outil comporte six questions clés, posées systématiquement afin d'obtenir une réponse précise et spécifique :

- Quoi ?
- Qui ?

- Où ?
- Quand ?
- Comment ?
- Combien ?
- Pourquoi ?

Le Tableau 2 présente décrit chacun des six points de cet outil, les questions à poser et les cibles. [25]

Tableau 2: La méthode QQQCCP

QQQCCP	Description	Questions à poser	Cibles
Quoi ?	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,...
Qui ?	Description des personnes concernées, des parties prenantes, des intervenants	Qui est concerné ? Qui a détecté le problème ?	Personnel, clients, fournisseurs,...
Où ?	Description des lieux	Où cela s'est-il produit ? Où cela se passe-t-il ? Sur quel poste ?	Lieux, atelier, poste, machine,...
Quand ?	Description du moment, de la durée, de la fréquence	Quel moment ? Combien de fois par cycle ? Depuis quand ?	Mois, jour, heure, durée, fréquence, planning, délai,...
Comment ?	Description des méthodes, des modes opératoires	De quelle manière ? Dans quelles circonstances ?	Moyens, fournitures, procédures, mode opératoire,...
Combien ?	Description des moyens, du matériel, des équipements	Quel coût ? Quels moyens ? Quelles ressources ?	Budget, pertes, nombre de ressources,...
Pourquoi ?	Description des raisons, des causes, des objectifs	Dans quel but ? Quelle finalité ?	Actions correctives, préventives, former, atteindre les objectifs,...

III.2.6.2 Les 5 Pourquoi

La méthode des 5 Pourquoi (ou « 5 Why ») consiste à remonter jusqu'à la source du problème en se posant la question : « Pourquoi ? ».

La Figure 26 permet de comprendre cette méthode par l'application à la situation problématique suivante : « les aliments ne sont plus frais ». La question « Pourquoi » est ainsi posée cinq fois, à la réponse précédemment déterminée. Des actions sont donc proposées afin de remédier au problème.

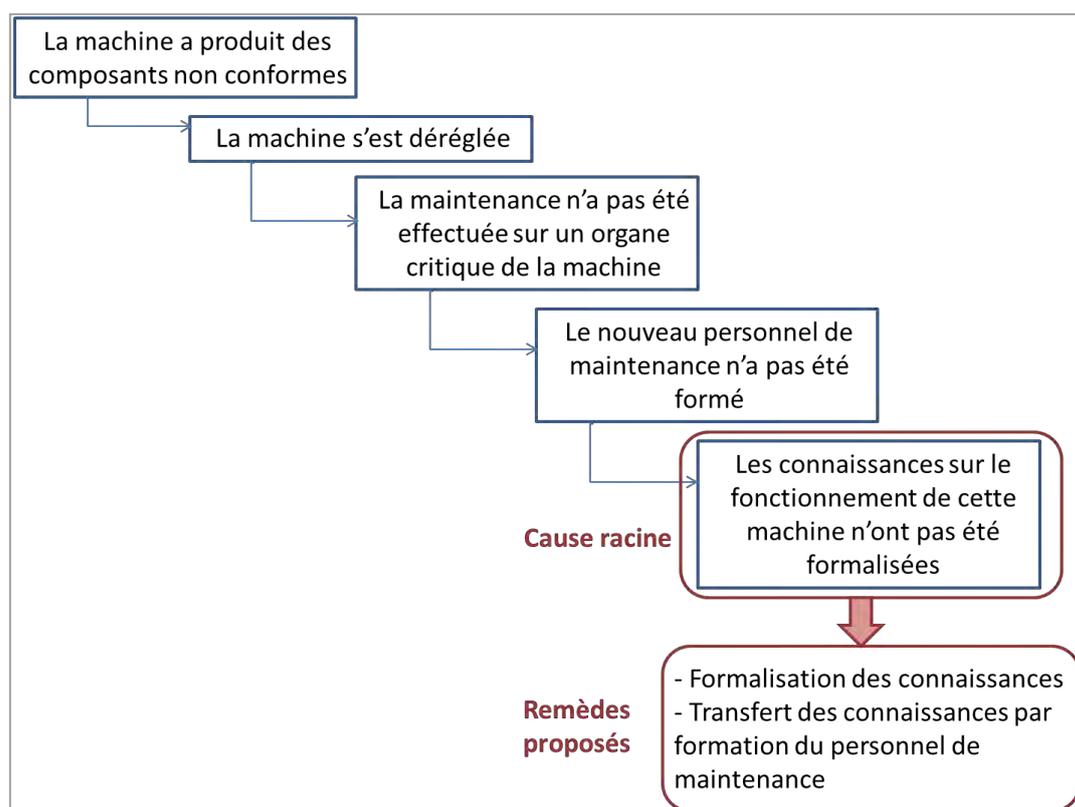


Figure 26 : Exemple de l'application de la méthode des 5 Pourquoi.

Cette méthode permet ainsi de déterminer les causes premières d'un problème. Elle peut s'utiliser dans un cadre préventif comme dans un cadre curatif.

III.2.6.3 Les 6M et le diagramme d'Ishikawa

Le diagramme d'Ishikawa (ou diagramme causes/effet, également nommé « diagramme en arête de poisson ») consiste à classer par famille les causes susceptibles d'être à l'origine d'un problème, afin de rechercher les solutions pertinentes.

Les causes sont donc classées en six familles, encore nommées 6M :

- **M**atière
- **M**atériel
- **M**ain d'œuvre
- **M**esure
- **M**éthode
- **M**ilieu

La Figure 27 présente le diagramme d'Ishikawa standard.

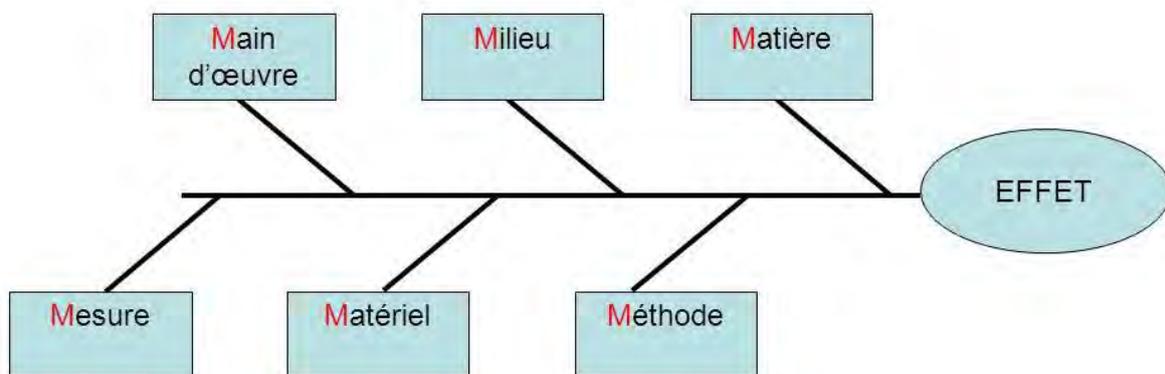


Figure 27 : Diagramme d'Ishikawa ou diagramme causes/effet

Ce diagramme permet donc d'identifier les causes amenant à un effet, en les classant en six familles.

Ces trois méthodes de résolution de problèmes permettent de cibler avec plus de précision un problème non résolu, d'en comprendre le contexte et ainsi de trouver les causes racines afin de solutionner le problème identifié.

CONCLUSION PARTIE 1

Cette première partie a développé l'ensemble des principes, méthodes et outils du LEAN Manufacturing. La seconde partie nous permet d'illustrer certains des points théoriques présentés par des applications concrètes effectuées en atelier de production. Les méthodes et outils développés sont la méthode 5S, le management visuel, l'outil QQQCCP et le diagramme d'Ishikawa.

**PARTIE 2 : APPLICATION
PRATIQUE DES METHODES
ET OUTILS DU LEAN
MANUFACTURING EN
ATELIER DE PRODUCTION**

I. Présentation du contexte

I.1. Présentation du groupe LFB

I.1.1. Le LFB, un laboratoire pharmaceutique au service de la santé

Le groupe LFB est un groupe biopharmaceutique spécialisé dans les protéines thérapeutiques. Le groupe LFB développe, fabrique et commercialise des médicaments indiqués dans la prise en charge de pathologies graves et souvent rares dans des domaines thérapeutiques majeurs : l'immunologie, l'hémostase et les soins intensifs.

Numéro un en France et au 6^{ème} rang dans le monde dans le domaine des médicaments dérivés du plasma, le groupe LFB est également une des premières entreprises européennes dans le développement et la production de protéines et de traitements innovants issus des biotechnologies.

Avec un effort de recherche très soutenu, le groupe LFB met en œuvre une stratégie de croissance axée sur le développement de ses activités à l'international à travers l'achat et le développement de structures à l'étranger ou de transfert technologique (Etats-Unis, Brésil...) et sur la mise au point de thérapies innovantes.

Les médicaments dérivés du plasma du LFB sont produits en France, dans deux usines complémentaires : le site des Ulis (où les étapes « amont » des procédés sont réalisées, allant du plasma congelé à des intermédiaires stabilisés) et le site de Lille (où les étapes « aval » des procédés sont réalisées, partant de ces intermédiaires stabilisés jusqu'aux produits finis répartis).

I.1.2. Les médicaments du LFB

Le LFB produit des médicaments pour trois domaines thérapeutiques : les soins intensifs, les maladies de l'hémostase/maladies rares, et l'immunologie. L'ensemble des médicaments produits par le LFB sont présentés dans la Figure 28. [31]

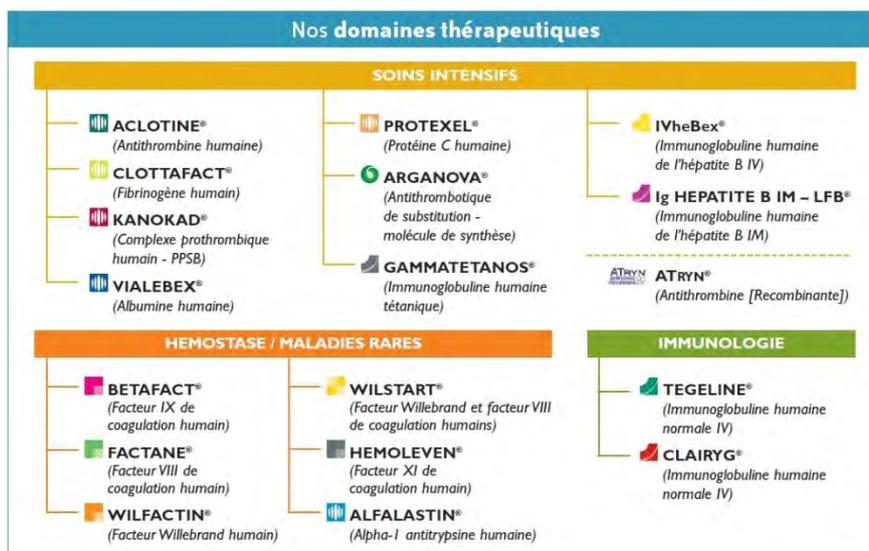


Figure 28 : Les médicaments produits par le LFB.

Tous ces médicaments (en dehors d'Arganova®, molécule chimique et d'Atryn® produite dans le lait de mammifère) sont obtenus à partir de poches congelées de plasma sanguin humain. Différentes voies de process sont développées au sein du site des Ulis : la voie Albumine, la voie des Immunoglobulines, la voie aDEAE (pour isoler la protéine alpha-1 antitrypsine entre autres) et la voie des fractions coagulantes. Chacune de ces voies est supervisée par un atelier distinct. Les différents ateliers sont présentés ci-après.

La Figure 29 illustre le schéma général d'extraction des diverses protéines d'intérêt pour le LFB.

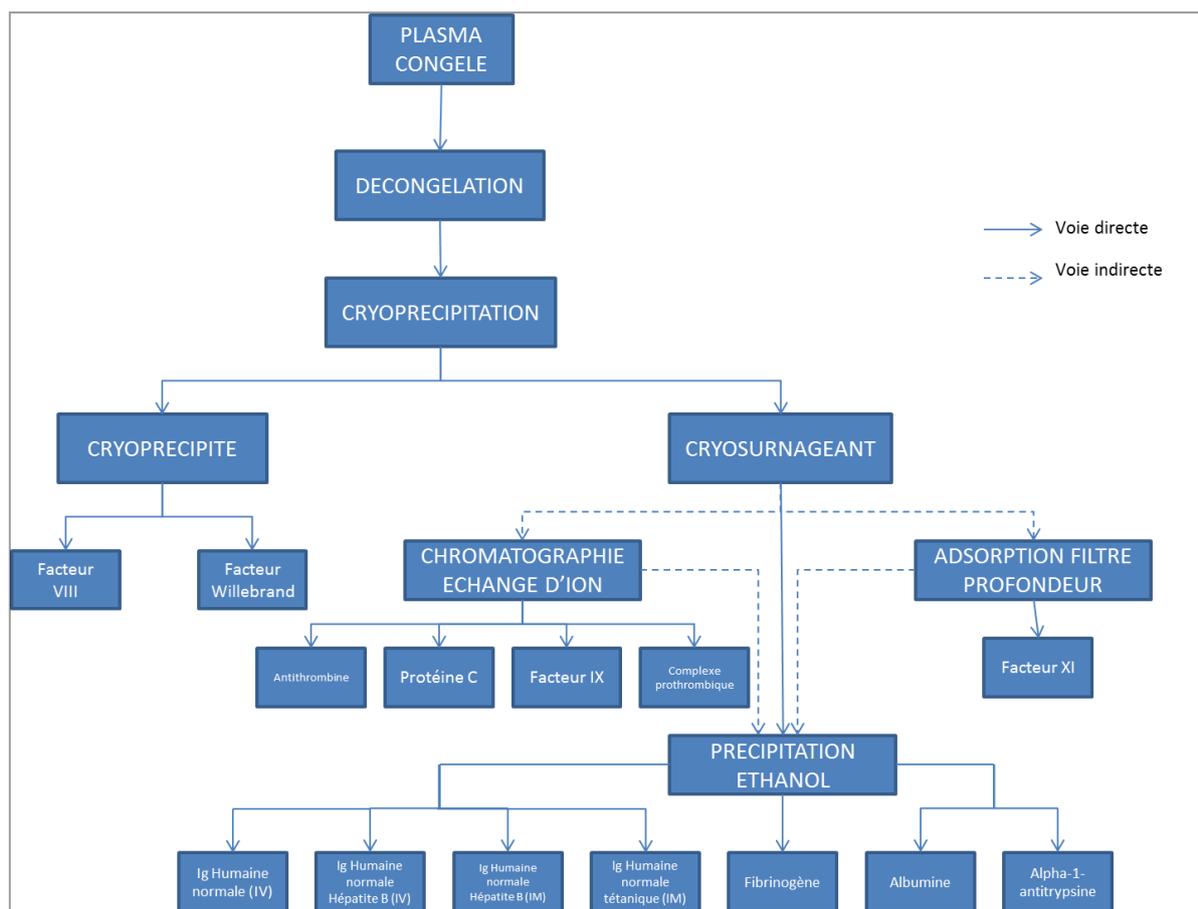


Figure 29 : Schéma général du fractionnement des protéines au LFB.

I.2. Le contexte d'étude

Les ateliers de production du site des Ulis (classés en zone C dans la classification des Zones à Atmosphère Contrôlée [32]) sont segmentés en cinq ateliers :

- Atelier « Décongélation »
- Atelier « Fractionnement Albumine »
- Atelier « Fractionnement Immunoglobulines »
- Atelier « ADEAE »
- Atelier « Fractions Coagulantes »

Les ateliers de fabrication produisent des produits intermédiaires en répondant aux Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF).

Le volume de production de l'atelier « Fractionnement Albumine » approche sa capacité maximale de fonctionnement. Deux axes sont privilégiés pour augmenter la performance globale de cet atelier : d'une part l'amélioration continue et d'autre part la recherche d'optimisations pour réduire les durées de fabrication, améliorer les enchaînements, satisfaire aux plannings et réduire les risques d'erreur.

Mes sujets d'étude sont organisés au sein de l'atelier « Fractionnement Albumine ». Ce service, au cœur du process de fabrication du médicament VIALEBEX® (Albumine humaine), représente une grande part de l'activité industrielle du site. En effet, le plasma est composé à environ 7% de protéines plasmatiques, l'albumine représentant 60% de celles-ci. La Figure 30 illustre ces données. [31]

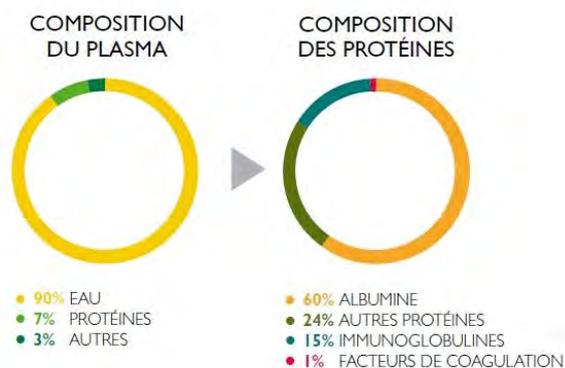


Figure 30 : Composition du plasma humaine, et répartition des protéines plasmatiques.

L'atelier « Fractionnement Albumine » peut se découper en 3 sous-ateliers (ces 3 sous-ateliers se succèdent en termes de déroulement du process) :

- **Process Albumine**, permettant d'isoler l'albumine des autres protéines plasmatiques présentes dans les poches de plasma congelé. Nota : le plasma congelé est traité en amont par l'atelier « Décongélation », faisant une étape de pré-décongélation, de décongélation et de centrifugation (la partie liquide récupérée après centrifugation, appelée cryosurnageant, est envoyée à l'atelier « Fractionnement Albumine » pour continuer le process Albumine).
- **Process Ultrafiltration**, permettant de purifier, stabiliser et concentrer l'albumine précédemment isolée.

- **Process Mise en Poches**, permettant de mettre en poches (plusieurs poches de 20L ou 2 containers de 500L) l'Albumine purifiée stabilisée concentrée. Ces poches sont ensuite envoyées sur le site LFB de Lille afin de poursuivre la mise en forme pharmaceutique (flacons stériles contenant l'albumine en solution).

I.3. Les axes d'étude développés pour l'amélioration de la performance de l'atelier « Albumine »

Dans le cadre de mon stage de fin d'études, et en suivant l'objectif de l'amélioration de la performance de l'atelier « Atelier » en appliquant des méthodes et outils du LEAN Manufacturing, divers sujets (relatifs au suivi de la production et au support amélioration continue) m'ont été proposés. Ces sujets sont présentés selon trois axes d'étude :

I.3.1. Projet « c'est notre atelier ! »

Avant d'élaborer et de déployer ce projet, des fiches de suivi du bon état des ateliers étaient utilisées. Ces fiches sont présentées sous forme d'un tableau résumant l'état de chaque salle des ateliers (chaque salle se voyant attribuée une annotation « OK » si la salle inspectée est en bon état). L'inconvénient principal de ces fiches réside en le manque de détail possible sur l'état de la salle. En effet, la seule annotation « OK » était possible, mais cette annotation ne permet pas de comprendre ce que l'on peut retrouver si la salle n'est « pas OK ».

Le service Production, dans un objectif de suivi des ateliers et de garantie du bon maintien des équipements et des locaux, a demandé une amélioration de ces fiches, en mettant au point des fiches spécifiques pour chaque salle.

Cet axe d'étude consiste donc en l'optimisation de ces fiches, basée sur la méthode 5S. A chaque pièce des ateliers (« albumine », « immunoglobulines » et « décongélation ») correspond une fiche, basée sur les 5 étapes de la méthode 5S : ôter l'inutile, ranger, décrasser pour détecter les anomalies, rendre évident, être discipliné. L'acronyme ORDRE est ainsi un moyen simple pour mémoriser ces 5 étapes.

1.3.2. Management visuel en atelier

A ce jour, il n'existe pas en atelier de production de tableau de bord général, permettant de communiquer sur divers indicateurs et informations utiles au bon fonctionnement de l'atelier. Cette part de projet a pour but de proposer des solutions de communication pour les producteurs, afin qu'ils puissent avoir un visuel disponible sur leurs activités et leur sécurité.

1.3.3. Amélioration des performances de production

Concernant les volets **Qualité** et **Coût** des performances de production, un sujet concernant un équipement présentant des déviations majeures a été proposé. Cet équipement est le filtre presse et lorsqu'il est mal monté ou mal vérifié, ceci engage des pertes de temps de process, des pertes de produits intermédiaires et donc des défauts en approvisionnement en médicament pour le patient. Une étude du montage et des vérifications de cet équipement a été menée, l'intérêt étant de réduire les erreurs sur ce type d'équipements, et ainsi réduire les destructions et les non conformités.

Concernant le volet **Qualité** des performances industrielles, un sujet sur les tableaux de pontage a été proposé. Le but de ce sujet est de déterminer une solution pratique permettant de s'assurer que les connections des tableaux de pontage soient toujours bouchées (afin d'éviter les risques de contamination croisée des canalisations et donc des équipements pouvant contenant les solutions thérapeutiques). Ce sujet s'inscrit en partie dans un projet 5S en atelier.

Concernant le volet **Délai** des performances de production, l'optimisation du flux de revue des dossiers de fabrication est demandée. Le but est de réduire les délais de mise à disposition des dossiers de fabrication et d'améliorer la revue de ceux-ci (afin d'optimiser le flux des dossiers de fabrication, de réduire et donc de maîtriser les stocks).

II. Déroulement de l'étude

Trois axes d'étude étant proposés, chaque sujet de ces axes d'étude a été traité en parallèle.

II.1. Méthodologie suivie

II.1.1. Présentation de la méthodologie générale

La méthodologie générale suivie durant mon stage de fin d'études est basée sur la **méthode DMAIC** : **D**efine (Définir), **M**easure (Mesurer), **A**nalyze (Analyser), **I**mprove (Améliorer), **C**ontrol (Contrôler).

Pour chaque sujet, cette démarche similaire d'action a été utilisée :

- **Define / Measure** : Etat des lieux, constat de la situation actuelle (à un instant t)
- **Analyze** : Recherche d'actions permettant l'amélioration : questionnement auprès des techniciens (concernant leurs besoins, leurs attentes), auprès des services connexes à la production (Assurance Qualité, Contrôle Qualité, Services Techniques, Logistique, Méthodes)
- **Improve** : Proposition d'actions d'amélioration, par le biais de réunions avec les services concernés et les personnes concernées
- **Improve** : Application de ces actions, avec communication auprès des personnes concernées par ces actions d'amélioration.
- **Control** : Vérification de l'efficacité des actions

Le service Production étant un service qui demande de la réactivité et au sein duquel des événements imprévus se déroulent, certains sujets (notamment les sujets relatifs aux performances de production) ont dû être traités en priorité. Tous les sujets ont néanmoins pu être avancés, en devant ainsi décaler le plan d'action initialement prévu.

En fonction des sujets, nous avons été amenés à utiliser et à appliquer des méthodes et outils du LEAN Manufacturing.

II.1.2. Livrables associés

Chaque axe d'étude présente un ou des livrables associés, obtenu(s) grâce à la démarche suivie explicitée précédemment.

II.1.2.1. Projet « c'est notre atelier ! »

Ce projet, basé sur un audit hebdomadaire de l'ensemble des locaux des ateliers « Albumine », « Immunoglobulines » et « Décongélation », propose l'optimisation de fiches basées sur la méthode 5S, propre à chaque pièce des ateliers. Ces fiches permettent de calculer un score par pièce, puis un score global d'une zone (au préalable définie). Un affichage hebdomadaire est organisé (cf. management visuel), permettant de visualiser les résultats du tour d'atelier et de suivre les plans d'action proposés.

II.1.2.2. Management visuel

Le management visuel est associé ici à la création de tableaux de bord en atelier, permettant de communiquer aux équipes de production sur divers points, à travers des indicateurs visuels. Divers indicateurs et outils (fiches 5S pour les tours d'atelier hebdomadaires, tableaux relatifs à la revue documentaire, etc...), relatifs à différents points nécessaires à la Production, sont développés.

II.1.2.3. Performances industrielles

Concernant les actions sur les filtres presses (représentant une étape critique du process), des réunions sont animées avec les techniciens, le service Assurance Qualité et le Service Technique. La mise à jour du mode opératoire a été effectuée, une discussion autour de solutions techniques d'amélioration est prévue.

Dans le cadre du projet 5S « c'est notre atelier ! », une revue de tous les tableaux de pontage des ateliers « Fractionnement » (Albumine et Immunoglobulines) et « Décongélation » a été effectuée, permettant d'énumérer les bouchons manquants aux tableaux, de faire une étude économique (comparaison de différents fournisseurs) et de commander les bouchons. Une nouvelle méthode d'accroche (permettant de garantir que tous les bouchons sont en place sur tous les tableaux de pontage) est mise en place.

Concernant le flux de revue de dossiers de fabrication, une description de ce flux a été faite, amenant à proposer des pistes d'amélioration (afin d'éviter les retards de libération des dossiers par la production). En termes d'action immédiate, une

nouvelle fiche, permettant d'attester de la revue de chaque dossier de fabrication par l'équipe avant la fin de tranche horaire, est éditée. Un suivi de la bonne utilisation (et du bon renseignement) de ces fiches par le responsable d'équipe est demandé. L'objectif de l'amélioration de ce flux de revue de dossiers de fabrication est d'optimiser les délais de revue de ces dossiers, mais aussi d'améliorer l'indicateur « Bon du Premier Coup » (BPC) sur la qualité de renseignement des dossiers.

III. Résultats obtenus

Les résultats de chaque axe d'étude proposé sont développés ci-après. L'utilisation de méthodes et outils du LEAN Manufacturing ont permis d'obtenir ces résultats.

III.1. Projet « c'est notre atelier ! »

III.1.1. Contexte de mise en place

Compte tenu de diverses remarques formulées lors de visites d'ateliers ou lors d'audits (internes et externes), la mise en place d'un tour d'atelier plus pointu a été décidée. Pour cela, le projet « c'est notre atelier » (mettant l'accent sur l'appropriation des locaux par les équipes) est conduit par la mise en place de fiches 5S. Ces fiches sont à renseigner de façon hebdomadaire.

Ce projet s'inscrit dans une dynamique de suivi des équipements et des locaux : les phases « Débarrasser » et « Ranger » ont au préalable été effectuées. Ce projet a donc pour objectif d'agir sur les phases « Nettoyer », « Maintenir en ordre » et « Suivre, instaurer la rigueur ».

III.1.2. Découpage des ateliers en zones

Les ateliers ont été segmentés en 5 zones distinctes. Le service Production fonctionnant 7 jours sur 7, et ceci 24h sur 24, cinq équipes se relaient pour garantir cette production sans interruption. Ainsi, chaque équipe devient responsable d'une zone. La Figure 31 illustre le découpage des cinq zones. Un roulement entre les équipes est prévu sur un rythme trimestriel : en un peu plus d'une année, toutes les équipes auront été en charge des audits de toutes les pièces des ateliers.

Rez-de-chaussée

Sous-sol



Figure 31 : découpage des ateliers en cinq zones.

Un code couleur est attribué pour chaque zone, permettant aux équipes de visualiser rapidement et simplement les pièces de leur zone à auditer.

Ce découpage permet donc de déterminer la liste de pièces qu'une équipe doit auditer.

III.1.3. Présentation des fiches 5S, supports lors de l'audit

Chaque pièce de chaque zone dispose d'une fiche 5S. Un exemple de fiche 5S est présenté en Annexe 1.

L'analyse 5S est divisée comme suit : Débarrasser/Ranger, Nettoyer, Impliquer/Suivre.

A chaque ligne de vérification correspond une cotation permettant de calculer un score total pour la pièce. Le système de cotation est divisé en 4 scores, déterminés suivant l'état de la pièce vérifiée et la réponse aux critères exprimés sur chaque ligne. Le score objectif correspond à 70% du score maximal pouvant être obtenu. L'indicateur « smiley » prend trois couleurs différentes, suivant le score total obtenu : rouge si le score total est strictement inférieur à 50% du score maximal, orange si le score total est compris entre 50% et 70% du score maximal, et enfin vert si le score total est supérieur ou égal à 70% du score maximal.

Au bas de chaque fiche est présenté un tableau de suivi des actions. Ce tableau permet au technicien auditeur de proposer une action en cas de score non satisfaisant obtenu à une étape. Cette action est à valider auprès de son responsable, qui lui-même désignera une personne responsable du suivi de cette action, en indiquant le délai souhaité. Cette partie des fiches a pour objectif de rendre les auditeurs proactifs, de proposer des solutions et de les faire appliquer.

III.1.4. Présentation de la fiche de suivi d'une zone

Chaque équipe possède sa propre fiche de suivi de sa zone (présentée en Figure 32), récapitulant la liste des pièces à auditer. Cette fiche (plastifiée, afin d'être directement complétée par les équipes) représente un véritable support visuel, consultable par toutes équipes et permettant de suivre rapidement l'état de chaque pièce (en se reportant au tableau indiquant l'indicateur « smiley » obtenu pour chaque pièce). Afin de compléter ces fiches, des feutres pour tableau blanc sont mis à disposition des techniciens.

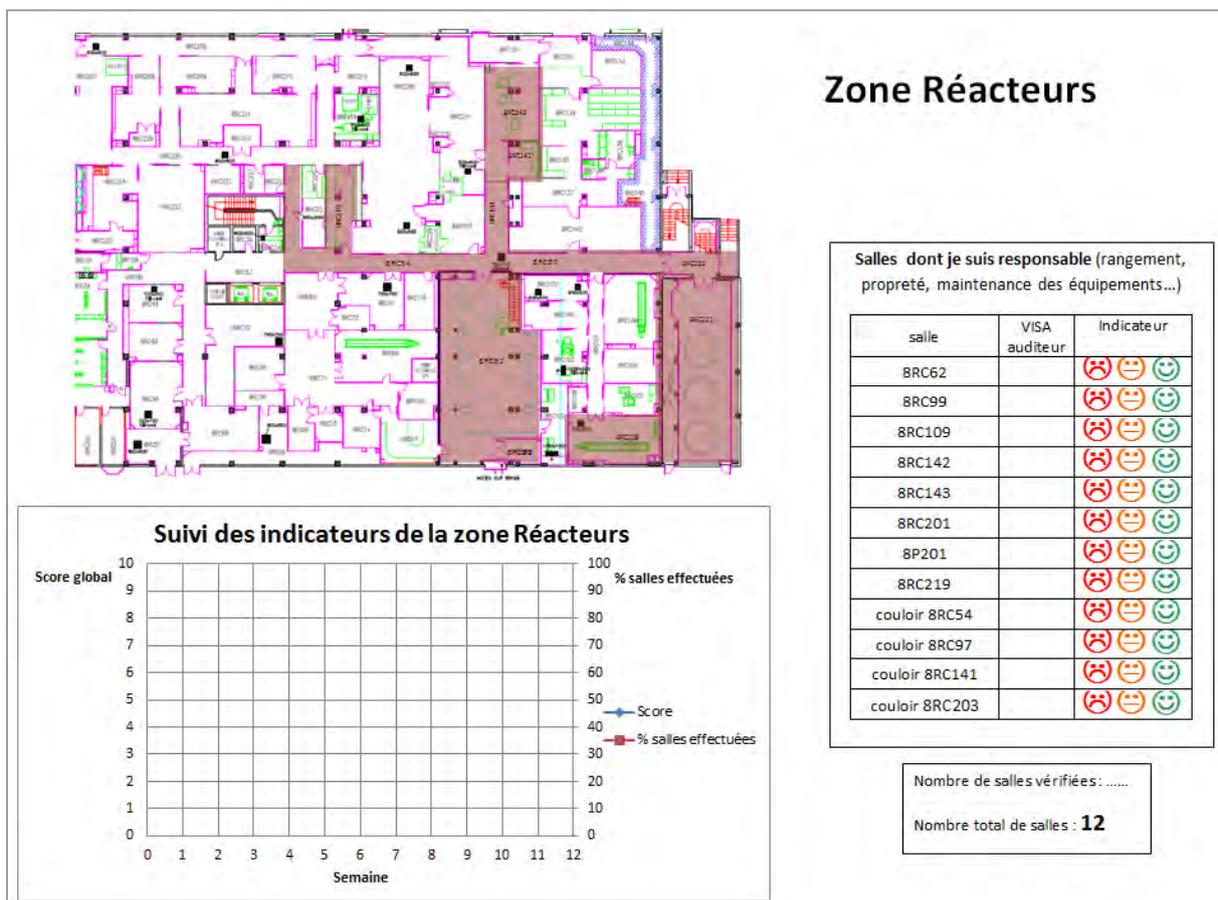


Figure 32 : Exemple de fiche récapitulant les scores 5S de la zone Réacteurs.

Le plan permet de visualiser les pièces de la zone (ici en rouge).

Le tableau est à remplir lorsque la vérification d'une pièce est faite, en renseignant l'indicateur « smiley » obtenu.

Un graphe nommé « suivi des indicateurs de la zone Réacteurs » permet de visualiser les variations de score global et de pourcentage de pièces effectuées d'une zone. Le score global correspond au score moyen obtenu par toutes les pièces auditées.

Les fiches de suivi de chaque zone sont affichées sur les tableaux de communication supports au management visuel (cf. § III.2.2.7.). Elles sont complétées à l'aide de feutres pour tableau blanc (car sont plastifiées).

III.1.5. Création d'un mode d'utilisation des outils du projet « c'est notre atelier ! »

Afin de garantir la bonne utilisation et ainsi la bonne exploitation des résultats obtenus, nous avons procédé à la formation des techniciens. Cette formation orale est appuyée par la mise à disposition d'un mode d'utilisation des fiches 5S (présenté en Annexe 2), permettant de standardiser les bonnes pratiques d'utilisation et d'exploitation des résultats. Ce mode d'utilisation est consultable et disponible en version papier auprès des techniciens dans les ateliers de production.

La mise en place du projet « C'est notre atelier » permet d'impliquer les techniciens, de les faire participer à l'inspection de salles qu'ils n'utilisent pas toujours. Ce projet présente une étape de formation et d'explication très intéressante. Les difficultés pouvant ressortir de ce projet sont principalement reliées à la résistance au changement exprimée par certains techniciens. En effet, ce projet est novateur et chronophage (surtout au début de son déploiement).

III.2. Management visuel

A ce jour, il n'existe pas de réel tableau de communication en atelier. Seules des affiches de communication mensuelles, communiquées auprès des techniciens lors des points mensuels avec le Responsable d'unité de Production, sont présentes. Ces affiches reprennent les points suivants :

- Données concernant les erreurs de renseignements constatées à la fin de la revue des dossiers de fabrication par le Service Contrôle Qualité (service se chargeant dans un premier temps de la revue totale des dossiers de fabrication) ;
- Délais de sortie de production des dossiers de fabrication (des délais sont en effet à respecter, afin de libérer les lots fabriqués au plus vite et ainsi mettre à disposition les médicaments dès que possible aux patients) ;
- Données concernant les rendements de fabrication des médicaments ;
- Non Qualité et indication du nombre de lots refusés ;
- Indicateurs sécurité (accidents de travail, presque-accidents... avec un taux de fréquence et un taux de gravité associés)
- Point « News », relatant les événements se déroulant au LFB (audits externes, visites, etc...)

Ce support ne permet pas de communiquer sur un large éventail de domaines, notamment les sujets concernant la documentation en production, le suivi des ateliers. De plus, cet affichage est mensuel : ce délai de communication est encore trop large et limite la réactivité des équipes sur les informations communiquées.

La mise en place d'un chantier « management visuel » a donc été décidée, les gains pour l'entreprise étant une meilleure communication auprès des techniciens et autres services, une meilleure visibilité sur la performance et sur l'activité et donc une meilleure implication des techniciens, le rapprochement de différents services (par le partage de données et l'exploitation commune de celles-ci). Diverses contraintes sont néanmoins visibles, notamment la possible résistance des techniciens à la mise en place de ces outils, le temps nécessaire pour faire vivre et faire évoluer ces tableaux de bord. Les responsables d'équipe sont sensibilisés à l'importance de ces

tableaux de bord, leur permettant d'être de véritables supports à l'organisation de leurs équipes.

III.2.1. Etude de marché : méthodes d'affichage en Zone à Atmosphère Contrôlée (ZAC)

Afin de mettre en place des tableaux de bord au sein de l'atelier « Fractionnement », une étude de marché a au préalable été effectuée. Cette étude de marché a ciblé les méthodes d'affichage en Zone à Atmosphère Contrôlée (ZAC).

Une étude de la réglementation en ZAC [33] a montré les résultats suivants. Les affichages en ZAC doivent respecter certaines normes : ces affichages doivent avoir une surface lisse, imperméable et sans fissure (afin de réduire l'accumulation de micro-organismes). Ils doivent supporter l'utilisation de façon répétée de produits nettoyants et désinfectants.

Une présentation de diverses méthodes d'affichage en ZAC a été effectuée, permettant de proposer la mise en place de tableaux blancs (avec une épaisseur la plus faible possible) ou d'utiliser une peinture magnétique sur le futur mur d'emplacement des tableaux de bord. Les vitrines d'affichage n'ont pas été acceptées, entre autre par leur défaut de praticité pour des tableaux de communication (besoin d'ouvrir la vitrine pour ajouter/retirer des fiches), mais aussi du fait de leur épaisseur non négligeable (cette épaisseur représenterait une surface sale possible, amenant à des dépôts de salissures et/ou moisissures).

III.2.2. Outils et indicateurs nécessaires et développés

Après avoir recherché les méthodes les plus adaptées pour un affichage en ZAC, une étude du besoin en termes d'outils, d'indicateurs et données à communiquer a été menée.

Les futurs tableaux de bord permettront ainsi de communiquer sur divers domaines nécessaires au bon fonctionnement et au bon suivi de la Production.

Les divers outils et indicateurs identifiés, nécessaires à communiquer et ainsi développés, sont ordonnés en diverses catégories.

III.2.2.1. Sécurité

Les indicateurs concernant la sécurité des techniciens (nombre d'accidents de travail, de presque accidents, évolution de ces données au cours de l'année) sont présentés de la même façon que fait précédemment par le biais des affiches, sous forme de courbes visuelles et de tableau (code couleur appliqué). La Figure 33 illustre les données glissantes sur 12 mois concernant les accidents de travail, en termes de fréquence et de gravité. Ces taux de fréquence et de gravité sont des indicateurs globaux, car exploitent les données du LFB, et pas seulement les données issues de la Production.



Figure 33 : Courbes sécurité présentées sur le tableau de bord, exprimant les taux de fréquence et de gravité des accidents de travail sur 12 mois.

Le taux de fréquence est le nombre d'accidents avec arrêt de travail supérieur à un jour, survenus au cours d'une période de 12 mois par million d'heures de travail.

Le taux de gravité représente le nombre de journées indemnisées pour 1 000 heures travaillées, c'est-à-dire le nombre de journées perdues par incapacité temporaire pour 1 000 heures travaillées.

Les indicateurs taux de fréquence et taux de gravité sont complétés par le nombre d'accidents de travail du mois, la comparaison aux mois précédents et également le détail des accidents ou presque accidents survenus dans le mois.

Ces données permettent de sensibiliser les techniciens aux accidents de travail et presque accidents.

III.2.2.2. Passage de consignes

Un tableau renseignant les interlocuteurs principaux de la semaine lors du passage de consignes (période courte où deux équipes échangent sur les étapes en cours, sur les évènements particuliers s'étant déroulés) a été créé. Ce tableau, illustré en Figure 34, permet ainsi d'identifier clairement les techniciens de la semaine responsables de la communication des consignes et de responsabiliser les techniciens sur l'importance de cette courte période. Un bon passage de consignes permet de faire gagner du temps aux équipes et de surtout faire passer un maximum d'informations en peu de temps.

Process	Secteurs de Coordination	Nbre Tech	Equipe 2x8 A	Equipe 2x8 B	Equipe Nuit semaine	Equipe Nuit VSD	Equipe SD	
							1/2 équ. matin	1/2 équ. Soir
MPVP	IG	1						
LPR	IG	1						
T 2	IG	1 à 2						
T1 ou IGPI	IG	1						
T 1+2+3	Alb	1 à 2						
T4	Alb	1 à 2						
UF	Alb	1 à 2						
Décong	Cond de ligne	1 à 5						

Figure 34 : Tableau support pour le passage de consignes.

III.2.2.3. Revue des dossiers de fabrication

Une étude du flux de revue des dossiers de fabrication a été menée (cf « Amélioration de la performance industrielle » ci-après). Cette partie du tableau de bord sera consacrée à exprimer les anomalies relevées (telles qu'un manque de visa, un manque d'étiquettes, etc.) lors de la revue des dossiers de fabrication par le Service Contrôle Qualité (avec un code couleur permettant de voir si ces valeurs ont augmenté ou diminué par rapport aux valeurs du mois précédent), ainsi que d'indiquer le nombre de dossiers revus dans les délais impartis (avec un même code couleur pour voir directement si les résultats du mois sont satisfaisants ou non). Cette étude est destinée à suivre l'amélioration du renseignement des dossiers de lot, en calculant le pourcentage des dossiers « Bons du Premier Coup » (ou BPC) c'est-à-dire correctement renseignés à la première saisie, ainsi qu'en exprimant le

type défaut retrouvé (et son pourcentage associé) lorsque le dossier n'est pas correctement renseigné.

Un chantier d'optimisation du flux de revue des dossiers de fabrication a été lancé fin Juillet 2014 (cf § III.3.3.) afin d'améliorer ces indicateurs.

III.2.2.4. Formation des techniciens

Tous les techniciens doivent suivre des formations, permettant de valider une habilitation ou de valider ses connaissances d'un process par exemple. L'espace dédié aux formations sur le tableau de bord a pour objectif d'afficher les formations à effectuer par les techniciens et responsables d'équipe, permettant ainsi de prendre connaissance (en complément de la communication faite par les responsables d'équipe) des prochaines formations. Cet espace permet également aux techniciens de demander à participer à une formation à son hiérarchique, qui ensuite fera la demande auprès du service « Formation Industrielle » du LFB.

III.2.2.5. Qualité / Déviations

Actuellement, les déviations qui se déroulent sur le process font l'objet d'une étude par divers services. Mais le service Production ne dispose pas d'une vision globale sur le nombre de déviations ouvertes. Un tableau (complété au jour le jour par les responsables d'équipe) permet de déclarer une déviation, et ainsi de les dénombrer. Avec ces données, les Responsables Support Production peuvent effectuer des statistiques concernant le nombre de déviations, et ainsi cibler plus facilement les points sensibles du process trop souvent concernés par des déviations (notamment des déviations majeures). La Figure 35 présente le tableau mis en place, permettant d'indiquer le nombre de déviations (majeures, non majeures) et événements apparus sur le process.

	Process Albumine	UF Albumine	IG	Décongélation	Cumul annuel (Prod Utilis)	
					S - 1	S
Nbre déviations majeures						
Nbre déviations (hors majeures)						
Nbre événements						

Figure 35 : Tableau permettant d'indiquer le nombre de déviations et événements apparus par process.

III.2.2.6. Documentation

Un gestionnaire de la documentation a été désigné, et gère la mise à disposition des procédures auprès des techniciens de production. Cependant, le gestionnaire ne dispose pas d'un tableau récapitulant les prises de connaissances des procédures par l'ensemble des techniciens. Une fiche de prise de connaissance pour chaque procédure existe, mais rien ne permet au gestionnaire d'avoir une vision globale des prises de connaissance de toutes les équipes. Pour cela, un tableau général a été élaboré (présenté en Figure 36). Le gestionnaire de la documentation indique les nouvelles procédures diffusées en Production sur ce tableau. Lorsque la totalité de l'équipe a pris connaissance de ces procédures, le dernier technicien ayant pris connaissance indique par une croix dans ce tableau que tous les techniciens de son équipe ont bien pris connaissance de ces procédures. Avec cet outil, le gestionnaire de la documentation peut savoir rapidement si des équipes n'ont pas encore pris connaissance de procédures, et relancer auprès des techniciens.

n° procédure	date application	équipe VE	équipe XW	équipe MP	équipe AB	équipe AA

Figure 36 : Tableau "Prise de connaissance des procédures".

Outre l'intérêt certain de ce tableau pour le gestionnaire de la documentation, ce tableau permet également aux équipes de connaître leur performance quant aux prises de connaissance des procédures. La date d'application de la procédure étant indiquée, les équipes peuvent savoir rapidement si elles ont du retard dans leurs prises de connaissance.

III.2.2.7. Fiches 5S « c'est notre atelier ! »

Dans le cadre du projet « c'est notre atelier ! », des fiches sont à compléter de façon hebdomadaire pour chaque pièce à auditer.

Pour garantir le suivi de ce projet, les fiches de suivi de chaque zone (présentée en Figure 32) sont affichées sur les tableaux de bord supports au management visuel. Les fiches 5S à compléter durant la semaine sont également affichées, permettant ainsi aux techniciens auditeurs de gérer leur quantité de fiches à exploiter.

III.2.2.8. Suivi des DIT/OT

Les Demandes d'Interventions Techniques (DIT) sont déposées par les techniciens par le biais du logiciel COSWIN (plateforme de déclaration de DIT et de suivi de l'avancement de la demande), en vue d'une intervention des services techniques. Pour information, COSWIN est un logiciel de GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur) et permet d'optimiser la gestion et le pilotage de la maintenance et de la performance des équipements. Les DIT peuvent concerner des locaux, des équipements. Une fois la DIT validée par le Service Technique, celle-ci devient un Ordre de Travail et un délai d'intervention est renseigné.

Les Ordres de Travail (OT) sont déclarés directement par les Services Techniques.

A ce jour, les techniciens n'ont aucune information concernant le dépôt et le suivi de toutes des DIT et OT en cours. Il arrive que les équipes ne déclarent pas de DIT, pensant qu'une autre l'équipe l'a déjà fait.

Un tableau résumant les DIT et OT en cours et terminés (à la maille de la semaine précédente) est donc en cours d'élaboration. Pour pouvoir disposer des informations nécessaires, nous avons évalué le besoin du service Production et effectué une étude de faisabilité avec le concours du Service Technique. Ce tableau sera mis en place par le Service Technique et mis à disposition de la Production, avec une mise à jour hebdomadaire.

III.2.2.9. Point Info

Comme existant dans les affichages jusqu'ici présentés, le point Info permet d'informer les techniciens de production sur les événements ayant lieu prochainement ou s'étant déroulés lors du mois précédent. Ce point Info permet également de communiquer sur les performances du LFB en termes de productivité (volumes produits par type de médicament) et d'exprimer les évolutions de celles-ci.

Le point Info a aussi pour objectif d'informer le service Production dans les évènements ne se déroulant pas toujours en rapport direct avec la Production. Par exemple, les techniciens sont informés des dates de campagne de dons du sang.

III.2.3. Présentation des prototypes

Pour pouvoir développer tous les outils et indicateurs précédemment détaillés, deux tableaux de bord seront nécessaires afin de pouvoir communiquer sur l'ensemble de ces données. Pour cela, il sera commandé soit deux tableaux blancs, soit de la peinture magnétique. Des marqueurs effaçables seront mis à disposition.

Par manque de temps, les tableaux de bord n'ont pas encore pu être mis en place en production. Nous avons donc créé des prototypes, permettant de visualiser l'espace disponible pour chaque thème. Ces deux prototypes sont présentés en Annexe 3.

Seule la partie « c'est notre atelier ! » a été affichée, afin de mener à bien et d'exploiter le Projet « c'est notre atelier ! ». Cette partie du tableau est illustrée en Figure 37.

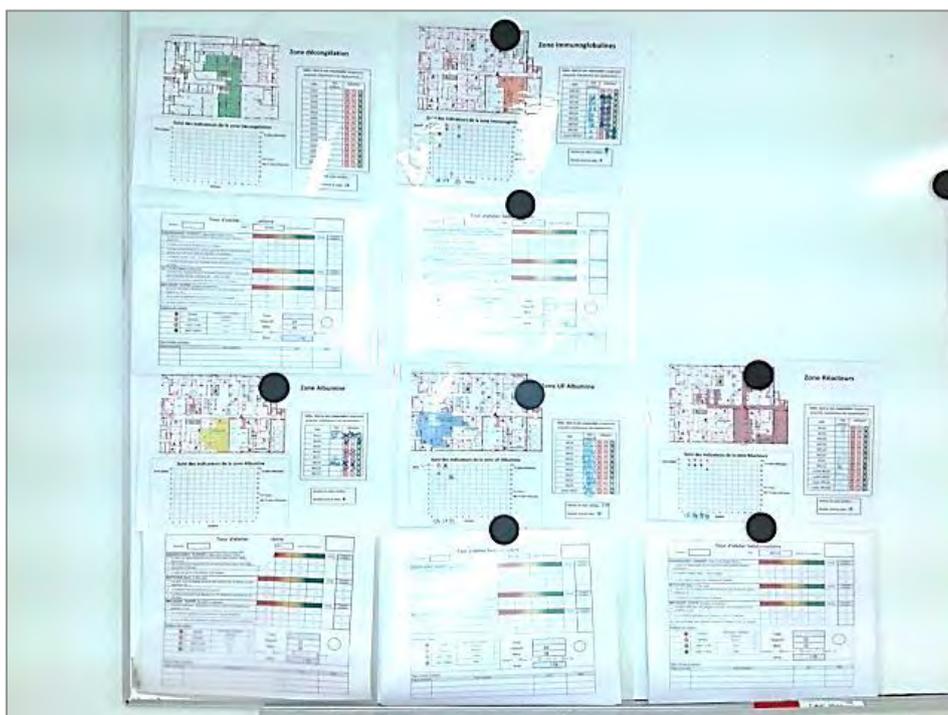


Figure 37 : Affichage des fiches "c'est notre atelier" en atelier de production.

L'emplacement le plus adéquat pour ces tableaux de bord est en cours de discussion : en effet, pour que le management visuel puisse être le plus efficace possible, les tableaux de bord doivent être disposés à un endroit de passage non isolé, facile d'accès et où une vision globale est possible (nécessitant un certain recul physique).

A ce jour, un emplacement est préféré : celui-ci est prévu dans le bureau des responsables d'équipe, proche de la supervision mais surtout au cœur de l'atelier. Ainsi, les tableaux de bord pourront être consultés à tout moment par tout le monde.

Ces tableaux de bord resteront des outils de communication, non figés et donc en perpétuelle évolution selon les besoins et demandes.

Le management visuel est un outil difficile à déployer, notamment à cause des différentes étapes de validation qu'un tel projet demande. En effet, des décisions sont prises par la hiérarchie, qui n'a pu considérer ce projet comme prioritaire. A l'issu de mon stage, les tableaux n'ont pas pu être mis en place en atelier, des décisions étant encore attendues.

De plus, lors des réunions de discussion autour de la création des tableaux de bord, divers avis pouvaient diverger, avec des idées et conception différentes. Les outils présentés ont donc été beaucoup discuté, permettant de capitaliser au maximum les informations à transmettre aux techniciens de production pour améliorer la performance.

III.3. Amélioration de la performance industrielle

Divers sujets d'amélioration de la performance de production ont été développés lors de mon stage de fin d'études. Ces sujets impactent les divers volets des performances de production : Qualité, Coût et Délai.

III.3.1. Filtres presses – impact Qualité et Coût

Au cours du process d'extraction de l'Albumine du plasma décongelé, deux étapes de filtration presse se déroulent. Ces étapes (effectuées à deux moments distincts du process) permettent de séparer, à partir d'une solution, le précipité du surnageant. Le surnageant contient entre autres l'Albumine que nous souhaitons extraire.

Les filtres presses utilisés au LFB sont composés d'une alternance de cadres (un cadre vide, puis un cadre plein). En chaque cadre est disposé un média, permettant de filtrer les éléments présents dans la solution et ainsi de les séparer. Une illustration d'un filtre presse est présentée en Figure 38.



Figure 38 : Exemple de filtre presse.

Les étapes de montage et de vérifications du filtre presse (pendant et à la fin du montage) sont des étapes critiques du process. En effet, si le filtre presse est mal monté (par exemple, un média est mal positionné), cela entraîne une filtration inefficace. Ce mauvais montage amène à une perte de matière première et donc à une perte de produit intermédiaire.

Afin de comprendre les différentes causes possibles amenant à une fuite du filtre presse, nous avons élaboré un diagramme d'Ishikawa (ou diagramme Causes/Effets) basé sur la méthode 5M, illustré en Figure 39. L'ensemble des données a été

collecté notamment par le biais de « points-discussion » avec les techniciens, en atelier et en présence des Services Techniques et du Service Assurance Qualité.

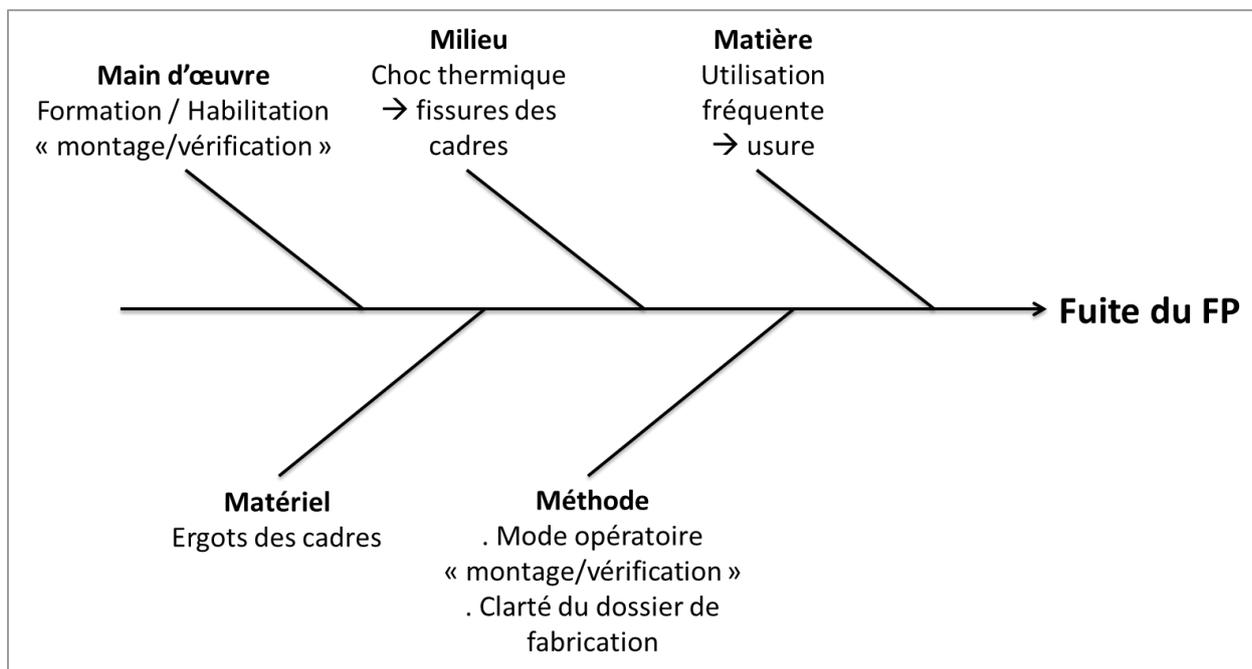


Figure 39 : Diagramme d'Ishikawa permettant de comprendre les causes amenant à la fuite des Filtres Presses.

Cet outil nous permet de comprendre les causes possibles de fuite des filtres presses.

- **Main d'œuvre** : Les techniciens pouvant manipuler autour des filtres presses doivent au préalable être formés. Lors du montage et de la vérification du filtre presse avant utilisation process, au moins un technicien doit être habilité au montage et à la vérification. Les formations, suivis et habilitation font l'objet d'un contrôle périodique et vérifié. Cette cause n'est donc pas développée ici.
- **Matériel** : Afin de maintenir les médias en place, des ergots sont placés sur chaque cadre. Ces ergots, lorsqu'ils sont abimés (car usure), peuvent altérer la bonne étanchéité entre deux cadres, en créant un espace entre deux cadres. A moyen terme, une optimisation de la forme des ergots est prévue avec le concours des Services Techniques.
- **Milieu** : L'étape de filtration presse doit répondre à des conditions de régulation thermique précises. Cette étape se déroule à faible température, afin de respecter les conditions initiales décrites dans le dossier d'Autorisation

de Mise sur le Marché du produit fabriqué. Cependant, le filtre presse nécessite un nettoyage se déroulant à plus de 60°C. Un choc thermique peut donc être créé et ainsi provoquer des micro-fissures sur les cadres. Cette cause est actuellement étudiée par le Service Ingénierie, amené il y a peu à modifier des paramètres techniques du process.

- **Méthode :**

Les paramètres à vérifier lors du montage et de la vérification du filtre presse sont explicités dans le dossier de fabrication, mais peut manquer de clarté et de détails. Le Service Assurance Qualité travaille actuellement sur l'amélioration du niveau de détails de ces étapes dans le dossier de fabrication.

Un mode opératoire concernant l'utilisation des filtres presses existe dans le système de gestion documentaire, mais a besoin d'être réactualiser et d'insister sur les points de vigilance à avoir. Pour cela, nous avons retravaillé le mode opératoire existant. Ce document (présenté en Annexe 4) est élaboré avec le concours des techniciens, et nous permet de standardiser les bonnes pratiques à effectuer lors de ces étapes critiques du process et représente un réel outil de communication auprès de tous les techniciens étant amenés à participer à ces étapes du process. Il a été élaboré à partir des explications faites par les techniciens sur leurs techniques de montage et de vérifications. L'amélioration de ce mode opératoire a pour objectif de communiquer rapidement aux équipes les bonnes pratiques, de standardiser les méthodes pratiques, d'insister sur la criticité de cette étape et l'impact qu'un défaut de montage peut avoir sur l'activité de production. En effet, un défaut de filtration entraîne des pertes économiques certaines pour l'entreprise (temps à investiguer, collecter les données et les analyser), et un retard important de mise à disposition des médicaments concernés aux patients.

- **Matière :** Les filtres presses sont utilisés fréquemment, et donc manipulés de nombreuses fois. Une usure des cadres et des ergots est donc visible. Pour éviter d'arriver au point de rupture, les Services Techniques procèdent périodiquement à une revue de tout le système. La totalité des cadres a été changée par les Services Techniques.

Une action CAPA (action corrective/action préventive, avec le concours du Service Assurance Qualité et des Services Techniques) est mis en place depuis octobre 2014. L'objectif de cette action CAPA est de proposer et mettre en place des actions concrètes permettant de réduire les risques de défauts de filtration des filtres presses. Lors de cette action CAPA, les sujets concernant la clarté dans le dossier de fabrication et des solutions techniques sont discutés, afin de proposer des solutions aux causes déterminées par le biais du diagramme d'Ishikawa.

III.3.2. Les Tableaux de pontage - impact Qualité

Afin de relier les équipements les uns aux autres et de pouvoir ainsi envoyer ou soutirer les solutions de ces réacteurs, des tableaux de pontage sont utilisés. Ces tableaux de pontage permettent ainsi de relier les canalisations de deux équipements. Chaque tableau de pontage est donc constitué d'embouchures, directement reliées aux équipements. Ces embouchures et canalisations doivent donc toujours être propres (exemptes de micro-organismes). Pour garantir la propreté, des nettoyages en place (NEP) sont effectués dans les canalisations, et les embouchures des tableaux de pontage sont nettoyées et désinfectées régulièrement et manuellement par les techniciens de production. La Figure 40 illustre un tableau de pontage utilisé en atelier de production.



Figure 40 : Exemple de Tableau de pontage incomplet.

Afin de garantir la propreté de ces tableaux de pontage (et des canalisations directement en contact avec le produit), il est demandé à ce que les embouchures

soient toujours fermées (soit par une manchette permettant de relier 2 embouchures, soit par un bouchon). Cette demande entre dans le cadre du chantier 5S « c'est notre atelier ! ».

Pour garantir la complétude des tableaux de pontage à tout moment, un nouveau système d'accroche des bouchons aux embouchures a été pensé. A ce jour, les bouchons sont accrochés au tableau de pontage par une longue chaîne métallique, et des embouchures ne comportent plus de bouchon (bouchons manquants). Or des capteurs inductifs (permettant d'indiquer si le pontage est correctement effectué) sont présents sous certaines embouchures, et la chaîne métallique passant devant ce capteur déclenche inopinément le capteur, entraînant un défaut de pontage. Le nouveau système d'accroche est donc constitué d'une chaîne métallique plus courte, adaptée à chaque embouchure, de longueur telle que le capteur ne pourra pas être déclenché par erreur. Un système d'accroche constitué d'un fil nylon épais a été étudié, mais n'a pas été retenu car démontrant un risque de rupture certain (compte tenu du poids d'un bouchon).

Nous avons fait un état des lieux de tous les tableaux de pontage de l'atelier « Fractionnement » et de l'atelier « Décongélation », afin de dénombrer les bouchons présents et ainsi de connaître les quantités totales nécessaires en bouchons. Il existe 4 diamètres différents de bouchons sur les tableaux de pontage utilisés au LFB.

Nous avons effectué une étude économique comparative autour de ces bouchons pour le Service Technique et la Production, afin d'évaluer les coûts si des bouchons en Inox ou en plastique sont à mettre en place. En effet, la solution de positionner des bouchons en plastique a été discutée, montrant néanmoins des inconvénients certains (usure plus rapide du plastique par rapport à l'Inox, relargage possible de particules). Les résultats de l'étude économique comparative (Inox proposé par 2 entreprises X et Y, plastique) sont présentés en Figure 41. Nota : la mise en place de bouchons en plastique amène à changer la totalité des bouchons, augmentant ainsi le coût d'exploitation de cette solution.

Nombre total de bouchons	225	Estimation coût si bouchons Inox entreprise X	Estimation coût si bouchons Inox entreprise Y	Estimation coût si bouchons plastique
Nombre de bouchons manquants	147	2 620,80 €	4 661,14 €	2 819,42 €

Figure 41 : Résultats de l'étude économique comparative concernant les bouchons des tableaux de pontage.

Grâce à cette étude, la décision de commander des bouchons en Inox auprès de l'entreprise X a été validée. En effet, l'entreprise X propose des tarifs préférentiels, et la solution des bouchons en plastique nécessitera un turn-over des bouchons périodique (engageant ainsi des coûts).

A ce jour, la totalité des bouchons en Inox commandés a été reçue (147 bouchons commandés, de diamètre adapté aux besoins). Le nouveau système d'accroche est en cours d'élaboration par les services techniques. La Figure 42 présente un tableau de pontage complet, disposant de ce nouveau système d'accroche.



Figure 42 : Exemple d'un tableau de pontage complet, disposant du nouveau système d'accroche.

III.3.3. Flux « revue des dossiers de fabrication » - impact Délai

L'étude se déroulant au sein d'un laboratoire pharmaceutique répondant à une réglementation stricte, la traçabilité et le bon renseignement des dossiers de fabrication sont des éléments primordiaux. Chaque lot de fabrication (correspondant à un lot de plasma décongelé) se voit attribué un numéro d'ordre de fabrication, ce numéro étant la référence annotée sur chaque dossier de fabrication à renseigner tout le long du process. En fin de fabrication, chaque lot est libéré (la mise à disposition du lot est possible auprès des patients), à condition que les vérifications des bonnes pratiques soient validées. Pour cela, les dossiers de fabrication sont revus par les techniciens de production, puis le service Contrôle Qualité, et enfin par le service Libération des lots. La Figure 43 illustre ce processus de revue des dossiers de fabrication.

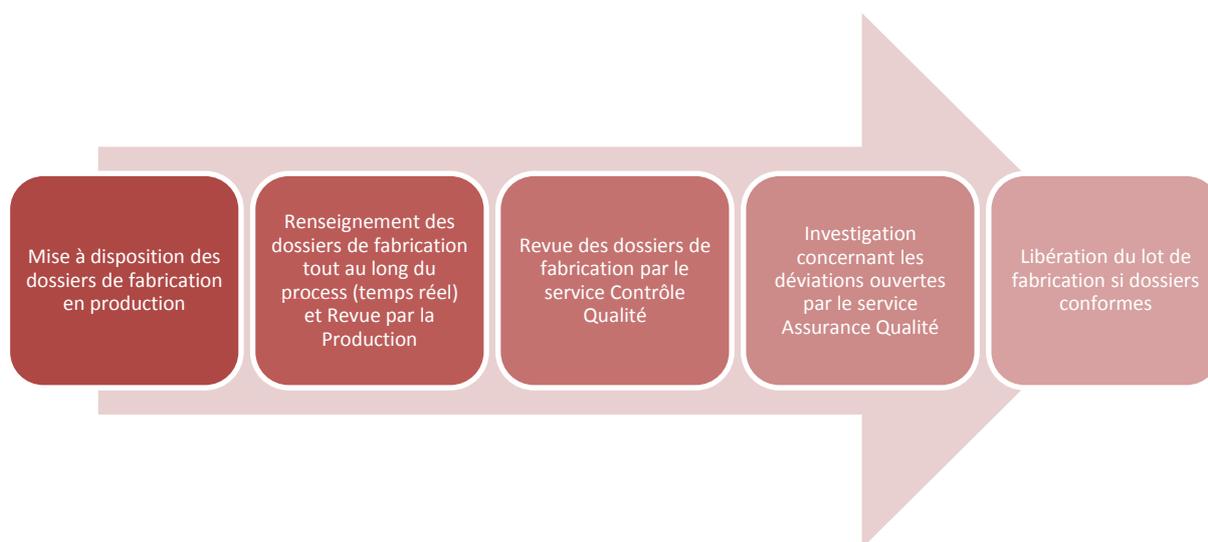


Figure 43 : Processus de revue des dossiers de fabrication.

Un des axes d'amélioration de ce flux est d'optimiser le processus de revue, en agissant sur deux points :

- les délais de revue
- le bon renseignement des dossiers de fabrication

Afin d'optimiser ce processus de revue, une étude approfondie de la revue des dossiers de fabrication par les techniciens en production a été effectuée. Pour cela, nous avons utilisé l'outil **QQOQCCP**.

- Quoi : dossiers de fabrication
- Qui remplit et revoit les dossiers de fabrication : techniciens
- Où : en Production, les dossiers sont remplis en temps réel lors du process de fabrication
- Quand : les dossiers sont revus actuellement en toute fin de process (un dossier est renseigné par plusieurs équipes car les process de fabrication sont tous plus longs qu'une tranche horaire travaillée). Quelques équipes revoient leurs dossiers en fin de tranche horaire. Une fiche de pilotage attestant de la revue des dossiers est à remplir par les techniciens en fin de tranche horaire et pourrait être mieux exploitée.
- Comment : la revue des dossiers de fabrication s'effectue en vérifiant la présence des VISAS, la présence des étiquettes et cartons de nettoyage, la concordance des informations notées avec les calculs effectués...sur la base d'une check list.
- Combien : la revue des dossiers s'effectue actuellement une fois en fin de process par un technicien.
- Pourquoi : revue obligatoire, vérification de la traçabilité et du bon renseignement des dossiers.

Grâce à cet outil, nous avons pu déterminer une démarche pour réduire le lead time de ce processus de revue. Nous avons donc amélioré la fiche de pilotage existante pour en créer une autre plus visuelle, montrant à quelle étape d'avancement en est la revue de dossier (présentée en Annexe 5). Cette fiche sera complétée par le technicien et présentée en fin de tranche horaire à son hiérarchique (celui-ci vérifiera ainsi que la revue de dossier a bien été effectuée).

Avec ce nouveau support, la revue des dossiers de fabrication va être clarifiée, standardisée, dans le but d'améliorer l'indicateur « BPC » (la revue de cette fiche par le hiérarchique amènera à une plus grande vigilance quant au bon renseignement des dossiers). Cette fiche est utilisée depuis mi-août 2014.

Outre la mise en place de cette fiche, une communication auprès des techniciens au bon renseignement des dossiers dans les délais est organisée. Un tableau résumant les dates de sortie de production des dossiers est à ce jour affiché en atelier,

permettant à tous de connaître l'ordre de priorité de relecture. Ce tableau permet également aux équipes de prendre conscience des délais imposés et a pour objectif d'aider les équipes à tenir ces délais.

Les gains attendus de ces actions sont des dossiers bien remplis (indicateur BPC amélioré) et des délais améliorés, optimisant en aval la mise à disposition des médicaments aux patients.

Ces différents projets d'amélioration de la performance industrielle ont permis de répondre aux attentes des responsables de Production, et surtout de partager avec les techniciens. Les techniciens se sont beaucoup impliqués dans ces projets, et permettent donc de « porter » ces projets au plus près de la Production.

Ce partage de connaissance a été très formateur pour ma culture personnelle et m'a permis de comprendre de nombreux aspects différents de la Production.

CONCLUSION

Comme de nombreuses entreprises, les laboratoires pharmaceutiques adoptent de plus en plus la philosophie du LEAN Manufacturing afin d'atteindre l'excellence industrielle, tant au niveau de la qualité, de la sécurité que des coûts.

L'application pratique des outils du LEAN Manufacturing permet de proposer de nouvelles pistes d'amélioration, d'identifier les problèmes, les analyser, les traiter et les suivre. L'utilisation de ces méthodes et outils permet ainsi de comprendre comment tendre vers un même objectif : la réduction des tâches à non-valeur ajoutée tout en améliorant l'organisation, l'environnement et surtout les conditions de travail.

La démarche LEAN est une démarche dont l'adhésion de tous les collaborateurs est primordiale, nécessitant donc au préalable une phase de formation concernant les méthodes et outils du LEAN Manufacturing. L'implication de tous est la clé de la réussite de cette démarche et du déploiement des méthodes et outils.

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : exemple de fiche 5S, projet « c'est notre atelier »	114
Annexe 2 : mode d'utilisation des fiches du projet « c'est notre atelier ! »	115
Annexe 3 : Présentation des prototypes des tableaux de bord	121
Annexe 4 : Mode opératoire des bonnes pratiques de montage et vérifications des filtres presses	122
Annexe 5 : Fiche « Revue de dossier de fabrication »	128

ANNEXES

Annexe 1 : exemple de fiche 5S, projet « c'est notre atelier »

Tour d'atelier hebdomadaire						
Semaine : <input style="width: 80%;" type="text"/>	Salle : <input style="width: 80%;" type="text"/>	8RC109	Date et VISA auditeurs :			
DEBARRASSER / RANGER (1 place pour chaque chose)	0	1	2	4	TOTAL	Correction immédiate ?
1 La pièce est débarrassée de tout ce qui est inutile (matériel, affichage, documents...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
2 Les tablettes sont rangées (pas de matériel inutile présent)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
3 Le matériel (raclette, balai, gants...) est à sa place	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
4 Le tableau de pontage est complet (toutes les embouchures sont fermées)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
NETTOYER (Mettre à l'état neuf)	0	1	2	4	TOTAL	Correction immédiate ?
5 Les sols, murs et surfaces de travail sont propres (pas de déchets, liquides, salissures, etc...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
6 Le matériel et les équipements (dont le tableau de pontage) sont propres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
IMPLIQUER / SUIVRE (Soutenir et améliorer)	0	1	2	4	TOTAL	Correction immédiate ?
7 Les divers affichages, étiquetages et panneaux de communication sont présents et à jour	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
8 Les procédures appliquées sont présentes, à jour et respectées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
9 Les tours d'atelier sont effectués à la fréquence définie (1 fois par semaine)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Système de cotation						
	ROUGE :	Inadmissible, intolérable, inexistant	0	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Total</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">0</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Objectif</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">25</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Maxi</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">36</div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Indicateurs : score < 18 18 ≤ score < 25 score ≥ 25</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Note</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">0,0 / 10</div> </div>		
	ORANGE :	Mauvais	1			
	VERT CLAIR:	Correct	2			
	VERT FONCE:	Idéal	4			
Plan d'Action proposé :						
n° ligne concernée	Action proposée	Qui ?	Délai			

Annexe 2 : mode d'utilisation des fiches du projet « c'est notre atelier ! »

Mode d'utilisation des fiches tour d'atelier

Projet « c'est notre atelier ! »

Tour d'atelier hebdomadaire
Mode d'utilisation des fiches « tour d'atelier »

Objectifs : utiliser les fiches «tour d'atelier» comme support aux tours d'atelier, de façon hebdomadaire. Ces tours d'atelier permettront de garantir le bon suivi des équipements et locaux des ateliers « FRAC » et « Décongélation ».

L'atelier « FRAC » et l'atelier « Décongélation » sont divisés en 5 zones, chaque responsable d'équipe étant responsable d'une zone :

- Albumine (zone jaune)
- Immunoglobulines (zone orange)
- Réacteurs (zone rouge)
- UF Albumine (zone bleue)
- Décongélation (zone verte)

Les fiches «tour d'atelier» mises à disposition sont des supports aux tours d'atelier à effectuer 1 fois par semaine. A la fin de chaque semaine, toutes les fiches doivent être renseignées.

1. Présentation des fiches «tour d'atelier»

Chaque salle/couloir dispose d'une fiche «tour d'atelier» personnalisée. Ces fiches comportent différentes parties à compléter :

Tour d'atelier hebdomadaire		Date					Date de l'atelier	
Nom de la salle :		ERC162					Date de l'atelier :	
CRAMAYES / RANGIER (1 pièce par chaque pièce)							TOTAL	Années
1. La pièce est propre et libre de tout objet inutile (table, chaise, déchet, ...)								
2. La pièce est propre et rangée								
3. Le matériel (chaises, table, poubelle, ...)								
4. Les équipements sont propres et bien rangés (selon les protocoles de nettoyage et d'entretien)								
NETTOYER (1 pièce par pièce)							TOTAL	Années
1. Les sols sont propres et secs								
2. Le mobilier est propre et rangé								
3. Les poubelles sont vides et rangées								
4. Les surfaces de travail sont propres et rangées								
REPLIQUER / SUIVRE (1 pièce par pièce)							TOTAL	Années
1. Les protocoles de nettoyage et d'entretien sont respectés								
2. Les protocoles de nettoyage et d'entretien sont respectés								
3. Les protocoles de nettoyage et d'entretien sont respectés								
4. Les protocoles de nettoyage et d'entretien sont respectés								
SYSTEME DE CONTRÔLE								
	ROUGE	INTERDIT	INTERDIT	INTERDIT	INTERDIT	INTERDIT		
	ORANGE	ATTENTION	ATTENTION	ATTENTION	ATTENTION	ATTENTION		
	JAUNE	ATTENTION	ATTENTION	ATTENTION	ATTENTION	ATTENTION		
	VERT	OK	OK	OK	OK	OK		
		Total		Dispositif		Maxi		
						44		
						/ 15		

Mode d'utilisation des fiches tour d'atelier :

Projet « c'est notre atelier ! »

- Semaine : Indiquer la semaine du tour d'atelier de cette salle
- Salle : le numéro de la salle/couloir est indiqué
- Date et VISA auditeurs : indiquer la date du tour d'atelier pour cette salle. Au moins 1 VISA doit être renseigné ici (le tour d'atelier peut se faire en présence du responsable d'équipe ou du coordinateur)

Le tableau est divisé en 3 grandes parties : débarrasser/ranger, nettoyer, impliquer/suivre.

Chaque ligne de ce tableau se voit attribuée un score. Le système de notation est en 4 niveaux :

- si la vérification demandée présente un résultat inadmissible : 0 point (rouge)
- si la vérification demandée présente un résultat mauvais : 1 point (orange)
- si la vérification demandée présente un résultat correct : 2 points (vert clair)
- si la vérification demandée présente un résultat idéal : 4 points (vert foncé)

A la fin de l'inspection de la salle, chaque partie du tableau a un score, à renseigner dans le tableau (colonne TOTAL, pour chaque partie du tableau, soit 3 résultats dans la colonne TOTAL). Ce score est la somme des scores obtenus à chaque ligne d'une partie du tableau.

Si le score d'une ligne du tableau est 0 (la vérification demandée est considérée comme inadmissible), une action est à engager. Pour cela, 2 possibilités :



- lancer une **action immédiate** (par exemple : la salle n'a pas été nettoyée ; l'action immédiate lancée est de nettoyer la salle). Dans ce cas, la case « correction immédiate » est à cocher.

- proposer un **plan d'action**. Pour cela, un tableau en bas de la fiche permet d'expliquer l'action proposée. L'acteur de l'action (Qui ?) pourra être déterminé par la suite. Les actions proposées seront saisies sur le fichier Excel « suivi plans d'action – tour d'atelier » par le responsable d'équipe. Ce fichier permettra à toutes les équipes de disposer d'un fichier commun et de pouvoir suivre les actions en cours sur tout l'atelier.

Total		
Objectif	20	
Maxi	28	
Nota	/ 10	

En fin d'inspection, calculer le Total (= somme des 3 totaux précédemment calculés).

Dans ce tableau sont indiqués le score maxi (obtenu si toutes les lignes ont un score maximal de 4 points) et le score objectif (correspondant à 70% du score maximal).

Mode d'utilisation des fiches tour d'atelier

Projet « c'est notre atelier ! »

Un indicateur « smiley » permet d'avoir une idée visuelle du score global de la salle/couloir. 3 couleurs de smiley sont possibles et dépendent du score global obtenu :

- Rouge : score inférieur à 50% du score maximal
- Orange : score compris entre 50% et 70% du score maximal
- Vert : score supérieur à 70% du score maximal

Pour chaque fiche, le détail des indicateurs est mentionné : il reste à déterminer si le total est dans la fourchette rouge, orange ou verte.

Enfin, une note sur 10 est à calculer, permettant par la suite de faire la moyenne de toutes les notes des salles d'une zone. Pour cela : Note sur 10 = Total * 10 / Maxi

$$\text{Note sur 10} = \text{Total} * 10 / \text{Maxi}$$

En résumé, les parties à compléter sont :

- Semaine
- Date et VISA auditeur(s)
- Cocher une case par ligne, correspondant à un score (0, 1, 2 ou 4)
- Si une correction immédiate a été engagée, cocher la case « correction immédiate »
- Calculer le total pour chaque partie du tableau
- Calculer le Total : Total = somme des sous-totaux obtenus pour chaque partie du tableau
- Déterminer la couleur de l'indicateur « smiley »
- Convertir la note totale sur 10 : note sur 10 = total * 10 / Maxi

Toutes ces parties sont à compléter par le ou les auditeur(s), au moment du tour d'atelier.

2. Répartition des tâches

Chaque zone a un fichier Excel dans lequel chaque onglet correspond à 1 fiche pour 1 salle de la zone.

En début de semaine de travail, chaque responsable d'équipe met à disposition 1 exemplaire de chaque fiche de support au tour d'atelier. (cf. paragraphe « Stockage et mise à disposition des fiches »)

Le responsable d'équipe peut désigner les auditeurs de chaque salle.

Le technicien (désigné ou volontaire) dispose de sa semaine de travail pour effectuer la visite de la salle. Le responsable d'équipe ou un coordinateur l'accompagnera. Une fois la salle vérifiée, le technicien complète la fiche (plastifiée) disposée sur le tableau : sur la ligne correspondant à la salle vérifiée, le technicien auditeur vise et renseigne l'indicateur obtenu dans la salle.

Mode d'utilisation des fiches tour d'atelier

Projet « c'est notre atelier ! »

Salles	Yves	Indicateur
BR01		10 10 10
BR02		10 10 10
BR03	10	10 10 10
BR04		10 10 10
BR05		10 10 10
BR06		10 10 10
BR07		10 10 10
BR08		10 10 10
BR09		10 10 10
BR10		10 10 10
BR11		10 10 10
BR12		10 10 10
BR13		10 10 10
BR14		10 10 10
BR15		10 10 10
BR16		10 10 10
BR17		10 10 10
BR18		10 10 10
BR19		10 10 10
BR20		10 10 10
BR21		10 10 10
BR22		10 10 10
BR23		10 10 10
BR24		10 10 10
BR25		10 10 10
BR26		10 10 10
BR27		10 10 10
BR28		10 10 10
BR29		10 10 10
BR30		10 10 10
BR31		10 10 10
BR32		10 10 10
BR33		10 10 10
BR34		10 10 10
BR35		10 10 10
BR36		10 10 10
BR37		10 10 10
BR38		10 10 10
BR39		10 10 10
BR40		10 10 10
BR41		10 10 10
BR42		10 10 10
BR43		10 10 10
BR44		10 10 10
BR45		10 10 10
BR46		10 10 10
BR47		10 10 10
BR48		10 10 10
BR49		10 10 10
BR50		10 10 10
BR51		10 10 10
BR52		10 10 10
BR53		10 10 10
BR54		10 10 10
BR55		10 10 10
BR56		10 10 10
BR57		10 10 10
BR58		10 10 10
BR59		10 10 10
BR60		10 10 10
BR61		10 10 10
BR62		10 10 10
BR63		10 10 10
BR64		10 10 10
BR65		10 10 10
BR66		10 10 10
BR67		10 10 10
BR68		10 10 10
BR69		10 10 10
BR70		10 10 10
BR71		10 10 10
BR72		10 10 10
BR73		10 10 10
BR74		10 10 10
BR75		10 10 10
BR76		10 10 10
BR77		10 10 10
BR78		10 10 10
BR79		10 10 10
BR80		10 10 10
BR81		10 10 10
BR82		10 10 10
BR83		10 10 10
BR84		10 10 10
BR85		10 10 10
BR86		10 10 10
BR87		10 10 10
BR88		10 10 10
BR89		10 10 10
BR90		10 10 10
BR91		10 10 10
BR92		10 10 10
BR93		10 10 10
BR94		10 10 10
BR95		10 10 10
BR96		10 10 10
BR97		10 10 10
BR98		10 10 10
BR99		10 10 10
BR100		10 10 10

En fin de semaine, le responsable d'équipe fait la synthèse des résultats obtenus. Pour cela, il complète la fiche (plastifiée) de sa zone :



Zone Réacteurs

Talès, quel est votre responsable (sagebet, projecte, maintenance des équipements...)

Salles	Yves	Indicateur
BR01		10 10 10
BR02		10 10 10
BR03		10 10 10
BR04		10 10 10
BR05		10 10 10
BR06		10 10 10
BR07		10 10 10
BR08		10 10 10
BR09		10 10 10
BR10		10 10 10
BR11		10 10 10
BR12		10 10 10
BR13		10 10 10
BR14		10 10 10
BR15		10 10 10
BR16		10 10 10
BR17		10 10 10
BR18		10 10 10
BR19		10 10 10
BR20		10 10 10
BR21		10 10 10
BR22		10 10 10
BR23		10 10 10
BR24		10 10 10
BR25		10 10 10
BR26		10 10 10
BR27		10 10 10
BR28		10 10 10
BR29		10 10 10
BR30		10 10 10
BR31		10 10 10
BR32		10 10 10
BR33		10 10 10
BR34		10 10 10
BR35		10 10 10
BR36		10 10 10
BR37		10 10 10
BR38		10 10 10
BR39		10 10 10
BR40		10 10 10
BR41		10 10 10
BR42		10 10 10
BR43		10 10 10
BR44		10 10 10
BR45		10 10 10
BR46		10 10 10
BR47		10 10 10
BR48		10 10 10
BR49		10 10 10
BR50		10 10 10
BR51		10 10 10
BR52		10 10 10
BR53		10 10 10
BR54		10 10 10
BR55		10 10 10
BR56		10 10 10
BR57		10 10 10
BR58		10 10 10
BR59		10 10 10
BR60		10 10 10
BR61		10 10 10
BR62		10 10 10
BR63		10 10 10
BR64		10 10 10
BR65		10 10 10
BR66		10 10 10
BR67		10 10 10
BR68		10 10 10
BR69		10 10 10
BR70		10 10 10
BR71		10 10 10
BR72		10 10 10
BR73		10 10 10
BR74		10 10 10
BR75		10 10 10
BR76		10 10 10
BR77		10 10 10
BR78		10 10 10
BR79		10 10 10
BR80		10 10 10
BR81		10 10 10
BR82		10 10 10
BR83		10 10 10
BR84		10 10 10
BR85		10 10 10
BR86		10 10 10
BR87		10 10 10
BR88		10 10 10
BR89		10 10 10
BR90		10 10 10
BR91		10 10 10
BR92		10 10 10
BR93		10 10 10
BR94		10 10 10
BR95		10 10 10
BR96		10 10 10
BR97		10 10 10
BR98		10 10 10
BR99		10 10 10
BR100		10 10 10

Nombre de salles vérifiées : _____
 Nombre total de salles : **12**

Suivi des indicateurs de la zone Réacteurs



- Renseigner le nombre de salles vérifiées dans la semaine (cadre en bas à droite)
- Tracer les courbes « suivi des indicateurs de la zone » :

Deux points sont à tracer chaque semaine : une courbe représentant l'évolution du score global d'une semaine à l'autre, une courbe représentant l'évolution du pourcentage de salles effectuées dans la semaine.

Le score global d'une semaine est calculé en faisant la moyenne des notes/10 obtenues pour chaque salle.

Le pourcentage de salles effectuées est obtenu en divisant le nombre de salles vérifiées par le nombre total de salles de la zone.

Score global = moyenne des notes sur 10 de chaque salle

Pourcentage salles effectuées = nbre salles vérifiées / nbre total de salles * 100

Mode d'utilisation des fiches tour d'atelier

Projet « c'est notre atelier ! »

En résumé :

Mise à disposition des fiches : responsable d'équipe

Tour d'atelier avec les fiches en support : 1 technicien. Au lancement du tour d'atelier - le technicien est accompagné du responsable d'équipe ou d'un coordinateur afin d'être guidé.

Vérification et suivi des scores de chaque fiche : responsable d'équipe ou coordinateur

Suivi des scores globaux de la zone : responsable d'équipe ou coordinateur (2 points à tracer par semaine)

Archivage des fiches : responsable d'équipe ou coordinateur

3. Stockage et mise à disposition des fiches « tour d'atelier »

Toutes les fiches d'une zone sont disponibles dans un fichier Excel : **1 fichier par équipe, 1 salle/couloir par onglet.**

La gestion de la mise à disposition des fiches dépend du responsable d'équipe ; il doit veiller à ce que chaque semaine les fiches soient disponibles auprès des techniciens, que celles-ci soient vérifiées et archivées.

Pour cela, un module à tiroirs (voir avec **Nathalie Das Neves**) permet, pour chaque équipe, de ranger les fiches vierges et d'archiver les fiches remplies.



Chaque équipe dispose de 2 tiroirs :

- 1 tiroir STOCK pour le stockage de fiches vierges (au moins 2 fiches vierges pour chaque salle)
- 1 tiroir ARCHIVES pour l'archivage des fiches remplies.

Quand le technicien auditeur a fini de remplir la fiche et a reporté le résultat sur le tableau (indicateur smiley), il place la fiche remplie dans le tiroir ARCHIVES. En fin de semaine, le responsable d'équipe vérifie les fiches, calcule la moyenne des notes obtenues des salles auditées et reporte le résultat sur le tableau (2 points à tracer). Une fois ces étapes effectuées, le responsable classe les fiches dans un classeur.

En résumé :

- En début de semaine : le responsable d'équipe place un exemplaire de chaque fiche dans une pochette accrochée au tableau de communication
- Le technicien auditeur prend la fiche correspondant à la salle qu'il va vérifier, puis renseigne cette fiche et le tableau de synthèse (viser si la salle est vérifiée, renseigner l'indicateur smiley obtenu pour la salle)
- Une fois la vérification de salle faite, il place la fiche remplie dans le tiroir ARCHIVES
- En fin de semaine, le responsable d'équipe vérifie toutes les fiches, complète (sur le tableau de communication) la courbe et le nombre de salles vérifiées, puis place les fiches dans le classeur disposé dans le tiroir ARCHIVES (classeur avec 1 pochette/semaine)

4. Elaboration et Suivi du Plan d'Action

Certaines salles peuvent nécessiter la mise en place d'un plan d'action.

L'élaboration d'un plan d'action s'effectue en diverses étapes, pouvant être renseignée via le tableau ci-dessous (présent en bas des fiches «tour d'atelier» de chaque salle) :

Plan d'Action proposé			
Pages concernées	Action proposée	Qui ?	Déla

- Action identifiée par le technicien auditeur (DIT ou autre), en ouvrant une DIT si nécessaire
- Action attribuée par le responsable d'équipe ou le coordinateur
- Délai attribué par le responsable d'équipe ou le coordinateur
- Report de l'action proposée par le responsable d'équipe ou le coordinateur dans le fichier Excel « suivi plans d'action – tour d'atelier »
- Suivi du plan d'action et communication par le responsable d'équipe ou le coordinateur

Annexe 4 : Mode opératoire des bonnes pratiques de montage et vérifications des filtres presses

Mode opératoire BP montage et vérifications du FP

Juillet 2014

Mode opératoire Bonnes Pratiques de Montage et Vérifications du Filtre Presse

Schéma général :



L'étape de filtration presse étant une étape critique du process :

- le **montage d'un filtre presse** doit être effectué par **2 techniciens**, dont au moins **1 est habilité à ce montage**.
- la **vérification finale du montage du filtre presse** doit être effectuée par **2 techniciens habilités**.

Ouvrir le vérin :



Mode opératoire BP montage et vérifications du FP

Juillet 2014

Commencer le montage des médias sur les cadres du FP :

Attention, laisser un espace libre entre le 1^{er} cadre et le vérin ou la plaque inox (afin de pouvoir effectuer au fur et à mesure du montage des vérifications visuelles).

Deux possibilités de début de montage :

1. Commencer à disposer les médias sur les cadres en partant du côté « vérin », et continuer ce montage en direction de la plaque inox.



2. Pousser l'ensemble des cadres vers la plaque inox en laissant un espace libre. Commencer à disposer les médias sur les cadres en partant du côté « plaque inox », et continuer ce montage en direction du vérin.



2

Mode opératoire BP montage et vérifications du FP

Juillet 2014

Montage des médias sur les plaques :

- Disposer 2 médias de part et d'autre d'un cadre, face granuleuse vers l'intérieur du cadre.



- Placer les médias dans les ergots (2 ergots sur chaque face d'un cadre).

Veiller à ce que la longueur de chaque ergot soit équilibrée de part et d'autre d'un cadre. Si ce n'est pas le cas, rétablir cet équilibre à l'aide d'un maillet par exemple.



Mode opératoire BP montage et vérifications du FP

Juillet 2014



- Afin de bien maintenir le média (risque de décrochement du média à cette étape), retenir les médias par le trou du cadre jusqu'au plaquage du cadre sur le cadre plein précédent. Attention : risque de pincement.



- Une fois le cadre avec les 2 médias plaqué contre le cadre précédent, déplacer le cadre plein suivant et le plaquer contre le cadre à 2 médias.

Veiller à ce que les cadres précédents soient bien plaqués, c'est-à-dire pas d'espace suspect entre 2 cadres.



- Répéter ces étapes de mise en place des médias pour environ 10 cadres vides.

Vérifications intermédiaires du montage du filtre presse :

- Faire une vérification visuelle en cours de montage après la mise en place de médias sur environ 10 cadres. Pour cela, vérifier dans les 4 trous des cadres qu'aucun média n'est mal disposé (le trou est en partie obstrué). Cette vérification est faite en faisant passer la main d'un technicien devant un trou d'une extrémité du montage, le second technicien vérifiant à l'autre extrémité que rien n'obstrue le trou (vision du gant violet sur l'intégralité du trou).



Une lampe torche est mise à disposition si besoin, afin de mieux voir ces erreurs de montage.

- Reprendre le montage des médias sur les cadres vides comme précédemment.
- Procéder à l'étape de vérification intermédiaire environ tous les 10 cadres.

Vérifications finales du montage :

A la fin de ces étapes de montage / vérification :

1. Vérifier dans les 4 trous qu'aucun média n'est mal disposé (s'aider si besoin de la lampe torche).
2. Vérifier sous le filtre presse qu'aucun média ne dépasse et qu'il n'y a pas d'espace visible entre 2 cadres. Pour cela, bien se baisser pour vérifier visuellement.



3. Vérifier sur les 2 côtés du filtre presse qu'aucun média ne dépasse et qu'il n'y a pas d'espace visible entre 2 cadres.

Mode opératoire BP montage et vérifications du FP

Juillet 2014

Fermer le vérin.



Annexe 5 : Fiche « Revue de dossier de fabrication »



Revue du dossier de fabrication Albumine T1+2+3

code article :

n° lot :

n° OF :

En fin de tranche horaire, je me suis engagé(e) à vérifier les paramètres suivants :

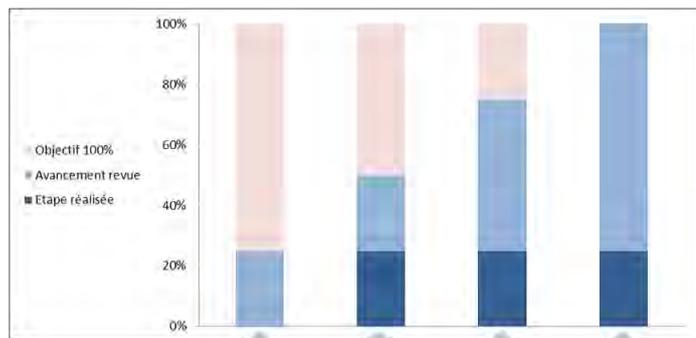
- renseignement en temps réel, doubles visas
- vérification des calculs
- technicien(s) habilité(s)
- impression et vérification des rapports et courbes en temps réel
- vérification présence des étiquettes et cartons
- saisie Qualiac en temps réel

Equipe	Vérificateur	Observation(s) si nécessaire (par exemple : paramètre non vérifié)	Dossier relu jusqu'à la page ...		VISA
			Process	PMML	

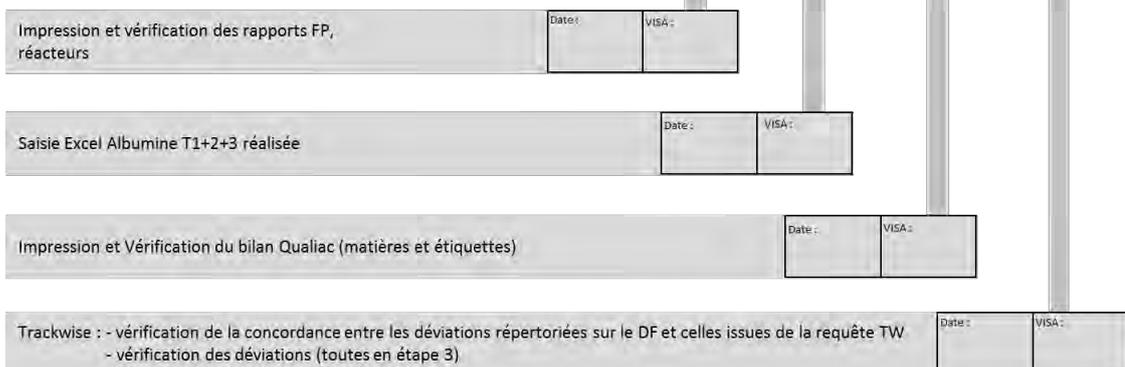
Commentaires



Avancement de la revue de dossier



Etape avec VISA = étape complétée à 100% :



Bibliographie

- [1] VINARDI, C. *Le lean : atouts, impacts et limites*. Edition Vuibert. 2013. 224 p.
- [2] TAYLOR, F. W. *The principles of Scientific Management*. New York : London : Harper & Brothers. 1911. 76 p.
- [3] ALIZON, F., SHOOTER, S. B., SIMPSON, T. W. *Henry Ford and the Model T: lessons for product platforming and mass customization*. Design Studies. 2009, vol. 30, p. 588-605.
- [4] PETITQUEUX, A., *Implémentation Lean : application industrielle*. Techniques de l'Ingénieur, Génie industriel. 2006, AG 5195, 22 p.
- [5] OHNO, T. *The Toyota Production System : beyond large-scale production*. Portland: Productivity Press. 1988. 143 p.
- [6] Cours de G. REVENU, *L'amélioration continue pour accélérer les flux*. École des Mines d'Albi-Carmaux, 2013
- [7] WOMACK, J. P., JONES, D. T. & ROOS, D. *The Machine That Changed The World: How Lean Production Revolutionized the Global Car Wars*. S. & Schuster, Londres. 1990. 330 p.
- [8] GRAMDI, J. *Lean Management et excellence industrielle*. Techniques de l'Ingénieur. Génie industriel. 2012, AG 4112, 14 p.
- [9] FONTANILLE, O.; CHASSENDÉ-BAROZ, E.; CHEFFONTAINES, C. ; FREMY, O. ; IZUMIMOTO, Y. *Pratique du Lean : Réduire les pertes en conception, production et industrialisation*. Paris, Dunod, 2010. 208 p.
- [10] HICKS, B. J. *Lean information management: Understanding and eliminate waste*. International Journal of Information Management. 2007, vol. 27, p. 233-249.
- [11] www.vision-lean.fr. Page consultée le 16 juin 2014.

- [12] HAMEL, M. R., *Kaizen Event Fieldbook: Foundation, Framework, and Standard Work for Effective Events*. Society of Manufacturing Engineers. U.S. 2009. 272 p.
- [13] <http://www.ddline.fr/qualite-securite-environnement/>
- [14] LIKER J., BALLE M., BEAUVALLET G., *Le modèle Toyota : 14 principes qui feront la réussite de votre entreprise*. Pearson Education France, 2009, 391 pages, 145-160
- [15] DREW J., McCALLUM B., ROGGENHOFER S., *Objectif Lean, réussir l'entreprise au plus juste : enjeux techniques et culturels*, éditions Eyrolles, 2004, 260 p.
- [16] HOHMANN, C., *LEAN Management : outils, méthodes, retours d'expérience, questions/réponses*, éditions Eyrolles, 2012, 424 p.
- [17] MELTON, T. *The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to offer to the Process Industries*. Chemical Engineering Research and Design. 2005, vol. 83, no. 6, p. 662-673.
- [18] WOMACK, J. P. et JONES, D. T., *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon and Schuster, London, 1996, 400 p.
- [19] STEVENSON, W. J. et MERGEN, A. E., *Teaching Six Sigma concepts in a business school curriculum*, Total Quality Management & Business Excellence, 2006, vol. 17, n°6, p. 751-756
- [20] PILLET, M., *Six Sigma : Comment l'appliquer*. Editions Eyrolles. 2004. 448 p.
- [21] FOUQUE, F. *Fiche outil n°1 – le DMAIC du Six Sigma*. Lean Six Sigma [page consultée le 30 août 2014]. Disponible en ligne sur : <http://leansixsigma.free.fr/>
- [22] XL Formations. *Qui sont les acteurs des projets Lean Six Sigma*. [page consultée le 2 Septembre 2014]. Disponible en ligne sur : <http://www.xl-sa.fr/formations/lean-six-sigma-certification/certification-six-sigma.html>
- [23] GALLAIRE, J.M. *Les outils de la performance industrielle*. Editions Eyrolles. 2008. 200 p.

- [24] ROTHER, M., SHOOK, J. *Learning to See, value stream mapping to add value and eliminate muda*, The Lean Enterprise Institute, 1998, 102 p.
- [25] BITEAU, R. *Maîtrise des flux industriels, les outils et méthodes pour l'amélioration des performances (Qualité, délais, coûts)*. Editions d'organisation RB Conseil. 2002. 124 p.
- [26] GATTI, T. *TPM – Total Productive Management*. Techniques de l'Ingénieur. Génie Industriel. 2003. AG 4840, 14 p.
- [27] <http://www.cabinet-baud.com/> Page consultée le 20 mai 2014.
- [28] GIRARD, T. *Mettre en place un tableau de bord dans l'entreprise*. CCI Morbihan. 2013, 14p.
- [29] GREIF, M. *L'Usine s'affiche : La communication visuelle au service du progrès*, Editions d'organisation, Deuxième tirage 1999, 2ème éd., 1998, 125p.
- [30] AIM, R. *Indicateurs et tableau de bord*, Edition AFNOR, 2009, 132p.
- [31] www.lfb.fr
- [32] <http://www.sante.gouv.fr/fichiers/bo/1998/98-05/a0050217.htm>
- [33] <http://www.ifis.asso.fr/formations/fiche/ZAC>

INDEX

- 5 Pourquoi, 74
- 5S, 56, 87
- 6M, 74
- Amélioration continue, 25
- Coût, 100
- Délai, 100
- Diagramme Pareto, 50
- Edifice LEAN, 18, 19, 20, 31
- Excellence industrielle, 19
- Flux tire, 33
- Gaspillages, 21
- Gemba walk, 37
- Heijunka, 27
- Ishikawa, 74, 100
- Jidoka, 34
- Just-In-Time, 31
- Kaizen, 25
- Kanban, 34
- LEAN Manufacturing, 14, 18, 48
- Management visuel, 70, 83
- Méthode DMAICS, 41, 44
- Muda, 21
- Non-valeur ajoutée, 18, 21, 24, 46, 50
- PDCA, 26
- Performance industrielle, 100
- Poka-Yoke, 35
- QOQOCCP, 14, 44, 72, 106
- Qualité, 100
- Roue de Deming, 26
- Six Sigma, 20, 41
- SMED (Single Minute Exchange of Die), 67
- Standardisation, 30
- Takt Time, 15, 32
- TPM (Total Productive Maintenance), 63
- TRS (Taux de Rendement Synthétique), 61
- Valeur ajoutée, 19, 21
- Variabilité, 42, 43
- VSM (Value Stream Mapping), 49

ABSTRACT:

TOOLS OF LEAN MANUFACTURING: PRACTICAL APPLICATION IN PRODUCTION WORKSHOP

LEAN Manufacturing is a process based on the evolution of culture and the deployment of methods and tools to improve and optimize manufacturing performance.

This thesis describes the methods and tools of LEAN Manufacturing workshop production applied in the LFB (Laboratory of Fractionation and Biotechnology). The application of these tools and involvement of all employees in the various continuous improvement projects led to the establishment of a monitoring of the state workshops and equipment (optimization based on 5S method), improved communication (by setting up dashboards), and improvement of industrial performance (by acting on Quality, Cost and Deadline).

RESUME :

LES OUTILS DU LEAN MANUFACTURING : APPLICATION PRATIQUE EN ATELIER DE PRODUCTION

Le LEAN Manufacturing est une démarche reposant sur l'évolution de la culture et le déploiement de méthodes et outils permettant d'améliorer et optimiser les performances industrielles.

La présente thèse détaille les méthodes et outils du LEAN Manufacturing appliqués en atelier de production au sein du LFB (Laboratoire du Fractionnement et des Biotechnologies). L'application de ces outils et l'implication de tous les collaborateurs aux divers projets d'amélioration continue a mené à la mise en place d'un suivi de l'état des ateliers et des équipements (par l'optimisation de fiches reposant sur la méthode 5S), à l'amélioration de la communication (par la mise en place de tableaux de bord), et à l'amélioration de la performance industrielle (en agissant sur la Qualité, les Coûts et les Délais).

Tools of LEAN manufacturing: practical application in production workshop

DISCIPLINE administrative : PHARMACIE

MOTS-CLES :

LEAN Manufacturing, Amélioration continue, Kaizen, Muda, 5S, Ishikawa, Performance industrielle, Qualité, Délai, Coût, Just-in-Time, roue de Deming, PDCA

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

**Université Toulouse III Paul Sabatier
Faculté des Sciences Pharmaceutiques
35, chemin des Maraîchers
31062 – TOULOUSE Cedex 09**

Directeur de thèse : PERELLO Claire