



**HAL**  
open science

# Optimisation de la performance sur une ligne de compression avec mise en place d'outils du lean management

Marine Vicaire

## ► To cite this version:

Marine Vicaire. Optimisation de la performance sur une ligne de compression avec mise en place d'outils du lean management. Sciences pharmaceutiques. 2022. dumas-03945719

**HAL Id: dumas-03945719**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03945719>**

Submitted on 18 Jan 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# THESE

Pour l'obtention du Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie

Préparée au sein de l'Université de Caen Normandie

## OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE SUR UNE LIGNE DE COMPRESSION AVEC MISE EN PLACE D'OUTILS DU LEAN MANAGEMENT

Présentée par  
**Marine VICAIRE**

Soutenue publiquement le 16 septembre 2022  
devant le jury composé de

Mr Michel BOULOUARD	Pharmacien / Professeur de Pharmacie / Université de Caen Normandie	Président du jury
Mme Alice POLLEUX	Pharmacien / Responsable Fabrication / Sanofi Lisieux	Directrice de thèse
Mme Aurélie MALZERT-FREON	Professeur de Pharmacie galénique / Université de Caen Normandie	Membre du jury

Thèse dirigée par Alice POLLEUX

## LISTE DES ENSEIGNANTS-CHERCHEURS

**Directrice de la Faculté des Sciences Pharmaceutiques**  
Professeur Pascale SCHUMANN-BARD

**Assesseurs**  
Professeur MALZERT-FREON Aurélie  
Professeur Anne-Sophie VOISIN-CHIRET

**Directrice administrative**  
Madame Sarah CHEMTOB

**Directrice administrative adjointe**  
Madame Emmanuelle BOURDON

### PROFESSEURS DES UNIVERSITES

<b>BOULOUARD Michel</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>BUREAU Ronan</b> .....	Biophysique, Chémoinformatique
<b>COLLOT Valérie</b> .....	Pharmacognosie
<b>DALLEMAGNE Patrick</b> .....	Chimie médicinale
<b>DAUPHIN François</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>DELEPEE Raphaël</b> .....	Chimie analytique
<b>FABIS Frédéric</b> .....	Chimie organique
<b>FRERET Thomas</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>GARON David</b> .....	Botanique, Mycologie, Biotechnologies
<b>GIARD Jean-Christophe</b> .....	Bactériologie, Virologie
<b>MALZERT-FREON Aurélie</b> .....	Pharmacie galénique
<b>ROCHAIS Christophe</b> .....	Chimie organique
<b>SCHUMANN-BARD Pascale</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>SICHEL François</b> .....	Toxicologie
<b>SOPKOVA Jana</b> .....	Biophysique, Drug design
<b>VOISIN-CHIRET Anne-Sophie</b> .....	Chimie médicinale

### MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

<b>ANDRE Véronique – HDR</b> .....	Biochimie, Toxicologie
<b>BOUET Valentine – HDR</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>BRIERE Joséphine</b> .....	Biostatistique
<b>CAILLY Thomas – HDR</b> .....	Chimie bio-inorganique, Chimie organique

<b>DENOYELLE Christophe – HDR</b> .....	Biologie cellulaire et moléculaire, Biochimie, Cancérologie
<b>DHALLUIN Anne</b> .....	Bactériologie, Virologie, Immunologie
<b>DUBOST Emmanuelle</b> .....	Chimie organique
<b>ELDIN de PECOULAS Philippe – HDR</b> .....	Parasitologie, Mycologie médicale
<b>GROO Anne-Claire</b> .....	Pharmacie galénique
<b>KIEFFER Charline</b> .....	Chimie médicinale
<b>KRIEGER Sophie</b> (Praticien hospitalier) – <b>HDR</b> .....	Biologie clinique
<b>LAPORTE-WOJCIK Catherine</b> .....	Chimie bio-inorganique
<b>LEBAILLY Pierre – HDR</b> .....	Santé publique
<b>LECHEVREL Mathilde – HDR</b> .....	Toxicologie
<b>LEGER Marianne</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>LEPAILLEUR Alban – HDR</b> .....	Modélisation moléculaire
<b>N'DIAYE Monique</b> .....	Parasitologie, Mycologie médicale, Biochimie clinique
<b>PAIZANIS Eleni</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>POTTIER Ivannah</b> .....	Chimie et toxicologie analytiques
<b>PREVOST Virginie – HDR</b> .....	Chimie analytique, Nutrition, Éducation thérapeutique du patient
<b>QUINTIN Jérôme</b> .....	Pharmacognosie
<b>RIOULT Jean-Philippe</b> .....	Botanique, Mycologie, Biotechnologies
<b>SAINT-LORANT Guillaume</b> (Praticien hospitalier).....	Pharmacie clinique
<b>SINCE Marc– HDR</b> .....	Chimie analytique
<b>THEAULT BRYERE Joséphine</b> .....	Biostatistiques
<b>VILLEDIEU Marie – HDR</b> .....	Biologie et thérapies innovantes des cancers

#### **PROFESSEUR AGREGE (PRAG)**

**PRICOT Sophie** .....

Anglais
---------

#### **PERSONNEL ASSOCIE A TEMPS PARTIEL (PAST)**

**SEDILLO Patrick** .....

Pharmacie officinale
----------------------

**SEGONZAC Virginie** .....

Pharmacie officinale
----------------------

**Enseignants titulaires du Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie**

## **REMERCIEMENTS**

### **Aux membres du jury :**

**Mme Alice POLLEUX**, Directrice de thèse,

Je souhaite te remercier d'avoir accepté de diriger cette thèse. Je te remercie pour l'intérêt et le temps que tu m'as consacré ainsi que pour tes conseils qui m'ont permis d'aboutir à ce travail. Merci également d'avoir été à l'écoute et de m'avoir encadrée et conseillée dans mes missions tout au long de mon stage de 5<sup>ème</sup> année de pharmacie et de mon année d'alternance.

**Mr Michel BOULOUARD**, Président du jury,

Je vous remercie de l'honneur que vous m'avez fait d'avoir accepté de présider cette thèse. Merci également pour toutes les connaissances que vous m'avez transmises durant ces années d'études pharmaceutiques.

**Mme Aurélie MALZERT-FREON**, Membre du jury,

Je vous remercie d'avoir accepté d'être membre de mon jury. Je vous suis reconnaissante de m'avoir apporté vos conseils et d'avoir été disponible quand j'en avais besoin.

### **A ma famille :**

**A ma mère,**

Par où commencer ? MERCI pour tout ce que tu as fait pour moi, pour l'amour que tu me portes, pour ton soutien infaillible dans toutes les épreuves. Merci pour tes mots qui m'ont toujours poussé à me battre et m'ont rassuré à la fois. Je suis heureuse de voir la fierté dans tes yeux d'avoir TA pharmacienne attirée. Merci d'être une mère formidable. Sans toi je ne serais pas qui je suis.

**A mon père,**

Merci de m'avoir toujours poussé pour donner le meilleur de moi-même, de m'avoir encouragé quand j'avais perdu toute motivation. J'espère t'avoir rendu fier de mon parcours. Merci pour l'amour pudique que tu me portes et que je perçois malgré tout.

### **A ma tante et mon oncle,**

Merci de m'avoir conseillé de choisir l'industrie, un monde dans lequel je m'épanouie aujourd'hui. Merci pour vos conseils et le temps que vous avez passé à m'aider dans la rédaction de cette thèse.

### **A mes amis :**

#### **A l'ensemble de la promotion 2021-2022 du Master MIDPPQO : Agathe, Élise, Camille, Louise, Lise, Marianne, Nicolas, Clément, Antoine, Charly, Gautier, Raphael et Sandra,**

Avis à toute la promooooooo ! Un énorme merci pour l'année incroyable que vous m'avez faite passer. Merci à mes Bordelais préférés de m'avoir fait découvrir votre magnifique ville qui est devenue ma ville d'adoption. A nos brunchs, nos soirées, nos dégustations de vins et nos fous rires. J'espère vous revoir encore et encore aux 4 coins de la France. Je vous aime bande d'idiots.

#### **A mes amis de la Faculté de Pharmacie de Caen :**

Merci pour ces années de pharmacie et tous ces moments passés ensemble. Des rencontres inoubliables et mémorables. Une pensée particulière pour mon binôme de TP qui a dû me supporter mais sans qui ça n'aurait pas été pareil. J'espère avoir l'occasion de travailler avec vous dans le futur mes acolytes.

#### **A Charline et Tiphaine,**

A nos vendredis soirs en terrasse, une habitude depuis maintenant plusieurs années. Nos apéros à refaire le monde, critiquer et se plaindre de tout. J'espère que notre amitié durera encore de nombreuses décennies !

#### **A Alice,**

Merci de m'avoir toujours écoutée, et d'avoir eu les bons mots au bon moment pour me redonner le sourire. Je suis heureuse d'avoir une amie comme toi !

#### **A Barbara,**

Ma collègue préférée, je suis heureuse de t'avoir rencontrée. Merci pour tous les fous rires qu'on a eu, les débats et plans élaborés. Mon alternance n'aurait pas été la même sans toi.

**A Kévin,**

Qui l'eut cru qu'un jour je te remercierai TOI ! Merci de m'avoir encouragé et d'avoir été à l'écoute de mes craintes. Je te remercie de l'aide précieuse que tu m'as apportée en ayant relu et corrigé ma partie sur le Lean. Je te revaudrai ça !

**A Sandra,**

Merci de t'être intéressée à mon sujet de thèse et de m'avoir conseillée et motivée dans l'écriture de cette thèse.

# SOMMAIRE

<b>LISTE DES ABREVIATIONS .....</b>	<b>1</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>6</b>
<b>PARTIE 1 : Principe du Lean Management.....</b>	<b>7</b>
1. Introduction au Lean Management.....	8
1.1. Origines du Lean.....	8
1.1.1. Arsenal de Venise .....	8
1.1.2. Fordisme.....	8
1.2. Système de Production Toyota.....	9
2. Principes et représentations du Lean .....	11
2.1. Principes du Lean .....	11
2.1.1. Les 5 principes fondamentaux du Lean management.....	11
2.1.1.1. Définir la valeur.....	11
2.1.1.2. Cartographier le flux de valeur .....	11
2.1.1.3. Favoriser l'écoulement .....	12
2.1.1.4. Tirer les flux .....	12
2.1.1.5. Rechercher la perfection .....	12
2.1.2. Les 14 principes du modèle Toyota .....	13
2.1.2.1. La philosophie sur le long terme .....	13
2.1.2.2. De bons processus donnent de bons résultats.....	14
2.1.2.3. Apporter de la valeur à l'organisation en favorisant le développement des personnes .....	16
2.1.2.4. La résolution des problèmes comme modèle d'apprentissage .....	17
2.2. Représentation du Lean.....	18
2.2.1. Le toit.....	19
2.2.2. Les piliers .....	19
2.2.2.1. Juste à temps .....	19
2.2.2.2. Jidoka .....	21
2.2.3. Les fondations .....	22
2.2.3.1. Heijunka.....	22
2.2.3.2. Travail standardisé .....	23
2.2.3.3. Kaizen.....	24
2.3. Gaspillages.....	25
2.3.1. Mudas.....	26
2.3.1.1. Surproduction .....	27
2.3.1.2. Surprocess.....	27
2.3.1.3. Stocks inutiles.....	27
2.3.1.4. Transports inutiles .....	28
2.3.1.5. Mouvements inutiles.....	28
2.3.1.6. Erreurs, qualité insuffisante.....	28
2.3.1.7. Temps d'attente.....	28
2.3.1.8. Potentiel humain non exploité .....	29
2.3.2. Muras.....	29
2.3.3. Muris.....	29

3. Outils et indicateurs du Lean .....	30
3.1. Management visuel .....	30
3.2. Méthode 5S .....	31
3.2.1. Seiri – Supprimer l’inutile .....	32
3.2.2. Seiton – Situer .....	32
3.2.3. Seiso – Scintiller .....	32
3.2.4. Seiketsu – Standardiser .....	32
3.2.5. Shitsuke – Suivre .....	33
3.3. Single Minute Exchange of Die .....	33
3.3.1. Définition .....	33
3.3.2. Étapes du SMED .....	35
3.3.2.1. Analyser .....	35
3.3.2.2. Dissocier .....	35
3.3.2.3. Convertir .....	36
3.3.2.4. Réduire .....	36
3.3.3. Résultats .....	37
3.4. Diagramme spaghetti .....	38
3.5. Maintenance Productive Totale .....	39
3.6. PDCA .....	41
3.7. Outils de résolution des problèmes .....	42
3.7.1. QQQQCCP .....	43
3.7.2. Brainstorming .....	44
3.7.3. 5 Pourquoi .....	45
3.7.4. Diagramme d’Ishikawa .....	46
3.7.5. Loi de Pareto .....	47
3.8. Choix des indicateurs et TRS .....	48

**PARTIE 2 : Application des outils d’amélioration continue au sein d’un atelier de compression ..... 50**

1. Projet PAL/MAL : Impacts qualité et performance au sein de l’atelier .....	51
1.1. Présentation de l’entreprise .....	51
1.2. Réglementation .....	52
1.3. Contexte du projet PAL/MAL .....	53
1.4. Habillage .....	55
1.4.1. Avant mise en œuvre du projet PAL/MAL .....	55
1.4.2. Après mise en œuvre du projet PAL/MAL .....	56
1.5. Flux de production .....	59
1.5.1. Suivi des entrées et sorties des opérateurs .....	59
1.5.2. Élaboration de l’agenda standard des auxiliaires de production .....	61
1.5.3. Priorisation des tâches .....	63
1.6. Bilan du projet PAL/MAL .....	65
2. SMED Changement de lot FETTE .....	66
2.1. Presse FETTE .....	66
2.2. Objectif .....	68
2.3. Mise en place du SMED .....	69
2.3.1. Observations .....	69
2.3.2. Analyse des données .....	71
2.3.2.1. Catégorisation des actions .....	71
2.3.2.2. Internalisation et externalisation .....	72
2.3.2.3. ECRS .....	74
2.3.2.4. Plan d’action .....	75
2.3.3. Standardisation .....	78

2.3.3.1. Avec un opérateur .....	78
2.3.3.2. Avec deux opérateurs .....	79
2.3.4. Résultats.....	80
2.3.5. Conclusion.....	81
<b>PARTIE 3 : Conduite du changement .....</b>	<b>82</b>
1. Rôle du manager.....	83
1.1. Aspect réglementaire .....	83
1.2. Les différents types de management.....	84
1.2.1. Management directif.....	84
1.2.2. Management persuasif.....	84
1.2.3. Management participatif.....	84
1.2.4. Management délégué.....	85
1.2.5. Management intermédiaire .....	85
1.2.6. Management transversal.....	86
1.3. Quel management adopter ? .....	86
2. Outils de pilotage de la performance .....	87
2.1. iDCM.....	87
2.1.1. Objectif .....	87
2.1.2. Digitalisation .....	88
2.1.3. Utilisation et mise à jour de l'outil.....	89
2.2. Value Stream Board.....	91
2.2.1. Objectif .....	91
2.2.2. Utilisation .....	93
2.3. +QDCI .....	95
2.4. Matrice de compétences et habilitations.....	99
2.4.1. Objectif .....	99
2.4.2. Mise en place .....	99
2.4.2.1. Ancienne version du fichier d'habilitations.....	99
2.4.2.2. Nouvelle version du fichier d'habilitations .....	100
2.4.2.3. Matrice de compétences .....	104
2.4.3. Optimisation.....	109
3. Accompagner le changement.....	111
3.1. Qu'est-ce que le changement ?.....	111
3.1.1. Phase de dégel .....	111
3.1.2. Phase de changement .....	112
3.1.3. Phase de gel.....	112
3.2. Résistance et acceptation .....	112
3.3. Piloter le changement .....	114
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>115</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>116</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>121</b>
<b>SERMENT DE GALIEN.....</b>	<b>125</b>
<b>VU, LE PRESIDENT DU JURY .....</b>	<b>126</b>

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

AM : Agent de Maîtrise

AP : Auxiliaire de Production

BB : Big-bags

BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication

CAPA : Corrective Action Preventive Action – Action Corrective, Action Préventive

CDI : Contrat à Durée Indéterminée

CDP : Centrale De Pesée

DCM : Daily Capacity Management – Gestion Quotidienne des Capacités

DDL : Dossier De Lot

DPI : Département Projets Industriels

ECRS : Éliminer, Combiner, Réduire, Simplifier

EPG : Évènement Potentiellement Grave

EPI : Équipement de Protection Individuelle

FIFO : First In First Out – Premier Rentré, Premier Sorti

GQA : Global Quality Assurance – Assurance Qualité Globale

HSE : Hygiène Sécurité Environnement

iDCM : iObeya Daily Capacity Management – Gestion Quotidienne des Capacités via iObeya

KPI : Key Performance Indicator – Indicateur Clé de Performance

O**M**S : Organisation Mondiale de la Santé

P**A**L/**M**A**L** : Personnel Air Lock and Material Air Lock – SAS Personnel et SAS Matériel

P**D**C**A** : Plan, Do, Check, Act – Planifier, Faire, Vérifier, Agir

P**L**A : Pilote de Ligne Automatisée

P**S**O : Produit Semi Ouvré

Q**H**S**E** : Qualité, Hygiène, Sécurité, Environnement

Q**Q**O**Q**C**C**P : Qui, Quoi, Ou, Quand, Comment, Combien, Pourquoi ?

S**A**P : Systems, Applications and Products – Système, Applications et Produits

S**M**E**D** : Single Minute Exchange Of Die – Changement d'outillage en moins de 10 minutes

S**M**S : Sanofi Manufacturing System – Système de Fabrication Sanofi

T**P**M : Total Productive Maintenance – Maintenance Productive Totale

T**P**S : Toyota Production System – Système de Production Toyota

T**R**E : Taux de Rendement Économique

T**R**G : Taux de Rendement Global

T**R**S : Taux de Rendement Synthétique

V**S**B : Value Stream Board – Tableau de la Chaîne de Valeur

+Q**D**C**I** : Sécurité, Qualité, Délais, Coût, Implication

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : 5 principes de Womack et Jones .....	11
Figure 2 : Les 4P de Liker .....	13
Figure 3 : Maison TPS .....	18
Figure 4 : Organisations des flux .....	20
Figure 5 : Système andon .....	21
Figure 6 : Planning de production sans Heijunka .....	22
Figure 7 : Planning de production avec Heijunka .....	23
Figure 8 : Idéogrammes du Kaizen .....	24
Figure 9 : Différences entre souhaits et impressions du client .....	26
Figure 10 : Exemples de management visuel .....	30
Figure 11 : Exemple du SMED dans l'industrie de la Formule 1 .....	34
Figure 12 : Différentes étapes du SMED .....	36
Figure 13 : Gains de temps par étape .....	37
Figure 14 : Passage de la situation actuelle à la situation désirée .....	37
Figure 15 : Diagramme spaghetti effectué dans le cadre d'un SMED .....	38
Figure 16 : Représentation des 8 piliers de la TPM .....	40
Figure 17 : Roue de Deming .....	41
Figure 18 : Diagramme d'Ishikawa .....	46
Figure 19 : Diagramme de Pareto .....	47
Figure 20 : Décomposition du TRS .....	49
Figure 21 : Répartition des activités de l'AP sur une équipe avant la mise en place des SAS PAL/MAL .....	62
Figure 22 : Photos de l'atelier FETTE 3090i .....	66
Figure 23 Schéma de compression .....	67
Figure 24 : Schéma d'un changement de lot .....	69
Figure 25 : Diagramme spaghetti d'un changement de lot sur FETTE .....	70
Figure 26 : Répartition des activités lors du changement de lot avec un opérateur et sans auxiliaire de production .....	71
Figure 27 : Emplacements des big-bags .....	73
Figure 28 : Internalisation / Externalisation des actions .....	74
Figure 29 : Type d'étiquette qualité présente dans la zone .....	77

Figure 30 : Répartition des activités de l'opérateur lors du changement de lot après mise en place du standard .....	78
Figure 31 : Répartition des activités de l'opérateur lors du changement de lot à deux personnes .....	79
Figure 32 : Répartition des activités du support lors du changement de lot à deux personnes .....	80
Figure 33 : Modèle de Blake et Mouton .....	85
Figure 34 : iDCM du secteur fabrication.....	87
Figure 35 : DCM avant digitalisation .....	88
Figure 36 : Cartographie des flux de produits .....	92
Figure 37 : Carte de lot .....	92
Figure 38 : Cartographie du flux Doliprane® 1G comprimés par la FETTE .....	94
Figure 39 : +QDCI.....	95
Figure 40 : Cercle +QDCI à remplir en équipe.....	96
Figure 41 : Ancienne version du fichier d'habilitations .....	100
Figure 42 : Nouvelle version du fichier d'habilitations .....	100
Figure 43 : Matrice de compétences du secteur fabrication.....	107
Figure 44 : Niveaux de compétences atteints par équipe .....	108
Figure 45 : Courbe du changement .....	113

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Explication des 5S.....	31
Tableau 2 : Étapes de la roue de Deming.....	41
Tableau 3 Tableau QQQCCP .....	43
Tableau 4 : Exemple 5 Pourquoi.....	45
Tableau 5 : Critères SMART .....	48
Tableau 6 : Habillage Avant/Après la mise en place des SAS PAL/MAL.....	58
Tableau 7 : Répartition du nombre de contenants par équipe .....	60
Tableau 8 : Planning des entrées et sorties de contenants.....	64
Tableau 9 : Récapitulatif des résultats .....	80
Tableau 10 : KPI niveau 2 secteur fabrication.....	97
Tableau 11 : Légende des niveaux de formation .....	105

## **INTRODUCTION**

L'industrie pharmaceutique est un secteur particulier qui doit respecter des contraintes réglementaires strictes pour répondre favorablement aux Bonnes Pratiques de Fabrication. Ces règles garantissent la qualité irréprochable du produit et assurent la sécurité des patients ; clients des industries du médicament.

Aujourd'hui la concurrence pharmaceutique est de plus en plus importante. Celle-ci s'explique par la mondialisation de la production, la montée en puissance des génériques, la progression de la sous-traitance et l'expiration des brevets de blockbusters assurant un revenu confortable pour la société. Il est primordial pour une entreprise d'augmenter ses performances en respectant trois critères qui sont ; la maîtrise des coûts de production, la conformité du produit et la livraison au client dans le temps imparti. Le respect des délais est particulièrement important dans l'industrie pharmaceutique. Le patient ne peut voir son traitement médical suspendu faute de disponibilité d'un médicament.

Pour favoriser leurs croissances, les sociétés appliquent de nouvelles méthodes venues du Japon. Celles-ci proviennent de l'industrie automobile et ont été développées par Toyota pour concurrencer le marché américain. Ces méthodes sont regroupées sous le nom de « Lean management ». Elles ont pour objectifs de réduire les gaspillages et de résoudre les problèmes. Pour cela des changements opérationnels et organisationnels sont mis en place grâce à des groupes de travail pluridisciplinaires. Ces derniers sont une des bases de l'excellence du système. L'avantage du Lean est qu'il peut être utilisé non seulement dans l'unité de production mais également dans tous les secteurs de l'entreprise.

Dans un premier temps nous retracerons au cours de cette thèse l'histoire, les principes et les outils de cette nouvelle façon de travailler. Ensuite, nous appliquerons ces outils pour mener à bien un projet basé sur un atelier de compression et pour finir nous examinerons la conduite du changement, les différents styles de management et les nouvelles méthodes internes utilisées pour accroître les performances du groupe.

# **PARTIE 1 : Principe du Lean Management**

# **1. Introduction au Lean Management**

Utilisé à partir des années 90, le terme « Lean » anglo-saxon, signifie « maigre », « sans gras ». Il apparaît pour la première fois dans le livre « *The machine that changed the world* » paru en 1990 et écrit par James P. Womack, Daniel T. Jones et Daniel Roos. (1)

Nous allons développer dans cette première partie l'apparition de cette méthode de travail.

## **1.1. Origines du Lean**

### **1.1.1. Arsenal de Venise**

C'est au XVI<sup>e</sup> siècle à Venise que les premières idéologies du « Lean » sont découvertes. Un chantier naval appelé l'Arsenal de Venise a été mis au point pour fabriquer une flotte de galères de guerre. Celles-ci étaient produites sur une ligne de production continue qui permettait de construire un bateau en une heure. Cette vitesse folle d'assemblage s'est rendue possible grâce à la coopération de plus de 16 000 personnes qui géraient la production de la réception des matières premières jusqu'à la fabrication de produits finis. Les pièces et outils interchangeables et la mise en place de standards utilisés lors de ce chantier sont les bases du Lean qui s'est amélioré grâce au Fordisme. (2)

### **1.1.2. Fordisme**

Le Fordisme a été institué au début du XX<sup>e</sup> siècle par l'américain Henry Ford. Ce mouvement a révolutionné l'industrie automobile par la mise en place de lignes d'assemblages en séries qui marquent le début de la production de masse par le travail à la chaîne. L'objectif de cette nouvelle méthode est d'augmenter considérablement la productivité. (3)

Un des grands piliers de ce mouvement est la standardisation. De grandes séries de voitures sont produites à faible coût grâce à l'utilisation de pièces interchangeables.

Ce principe permet d'avoir de la main d'œuvre non spécialisée qui assemble une quantité de pièces selon des actions successives de courtes durées.

Avant la mise en place des chaînes d'assemblages, les ouvriers se déplaçaient pour aller chercher les pièces nécessaires. Tous ces trajets engendraient des pertes de temps. Ford a alors décidé de rendre les lignes mobiles pour que les véhicules en cours d'assemblage se déplacent jusqu'aux opérateurs qui resteraient fixes à leur poste. Cette façon de procéder a permis de supprimer tous les déplacements qui engendraient des temps de non-valeur ajoutée. Les salariés deviennent alors dépendants du rythme d'avancement de la chaîne.

La cadence instaurée étant soutenue et les conditions de travail difficiles, Ford décide d'augmenter les salaires de ses employés pour les motiver davantage, limiter l'absentéisme et le changement de personnel. L'augmentation du pouvoir d'achat provoque une demande du marché plus élevée entraînant la consommation de masse.  
(3)

Le dernier principe de l'entreprise repose sur la division verticale et horizontale du travail. L'optimisation et la mise en place des lignes est réalisée par les ingénieurs pendant que l'assemblage est exécuté par les ouvriers. Cette vision de l'entreprise a été bouleversée par l'arrivée du système Toyota.

## 1.2. Système de Production Toyota

Le Toyotisme ou *Toyota Production System* (TPS) voit le jour après la défaite des japonais face aux américains lors de la seconde guerre mondiale. Le Japon doit relancer son économie et ce sont les japonais Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda et Taiichi Ohno qui vont créer ce mouvement industriel pour y parvenir.

A l'inverse du modèle Ford qui s'exerce en flux poussé, le modèle Toyota se fait en flux tiré. C'est la demande du client en aval qui commande l'ordre de production en amont. Cette pratique appelée « Juste à Temps » permet de produire la quantité nécessaire de produits et évite la surproduction et les stocks inutiles. Elle permet ainsi de lutter contre le gaspillage pour augmenter les performances et faire des économies.  
(4)

Toyota a éliminé un autre gaspillage en diminuant les temps de changement de format grâce à des outils flexibles, ce qui permet de créer des lots plus petits, limiter les stocks et gagner de la place dans l'usine.

Le Toyotisme est fondé sur la prise en considération, la polyvalence et la qualification de ses employés. Ils ont une plus grande responsabilité dans l'entreprise ce qui les amènent à être acteurs et gage de qualité. Ils doivent travailler en équipe pour être force de proposition et continuellement optimiser les procédés de fabrication pour favoriser la production.

L'objectif du TPS est de fournir des pièces de qualité, au moindre coût et dans les meilleurs délais. L'élimination de tous les défauts provient du pilier *Jidoka* qui permet à l'équipement se s'arrêter dès lors qu'un défaut apparait. Cette façon de faire a été mise en œuvre dans les années 1980 par le fondateur de Toyota. Il avait conçu un métier à tisser capable de s'arrêter automatiquement dès lors qu'un fil se cassait. L'opérateur pouvaient alors laisser la machine fonctionner en toute autonomie et se libérer du temps pour s'occuper d'autres équipements. Cette façon de faire permet également de détecter les problèmes le plus rapidement possible dans la chaîne de production pour éviter la fabrication de produits endommagés et limiter les coûts engendrés par les retouches ou retours. (5)

## 2. Principes et représentations du Lean

### 2.1. Principes du Lean

#### 2.1.1. Les 5 principes fondamentaux du Lean management

Selon Jim Womack et Dan Jones, auteurs de *Lean Thinking*, le Lean est divisé en 5 grands principes (Cf Figure 1) :



Figure 1 : 5 principes de Womack et Jones

##### 2.1.1.1. Définir la valeur

Pour définir la valeur réelle d'un produit ou d'un service il est indispensable d'effectuer des enquêtes auprès des clients. Dans un premier temps cela amène à comprendre ce pourquoi le client est prêt à payer puis dans un second temps permet de lui apporter une plus grande satisfaction. Le client ne souhaite pas un produit imposé, il veut être maître de ce dont il a véritablement besoin. Il est prêt à dépenser plus pour un produit de qualité mais ne souhaite pas payer les coûts de non-valeur ajoutée. C'est en redéfinissant plus précisément ce qu'est la valeur et en ne restant pas cantonner à sa propre « efficacité » qu'une entreprise augmente sa clientèle et accroît ses ventes.

##### 2.1.1.2. Cartographier le flux de valeur

Pour répondre à la demande du client, il est primordial de comprendre l'enchaînement du processus permettant d'obtenir le produit demandé. C'est ce qu'on appelle le « flux de valeur ». L'ensemble des enchaînements doit être fluide et efficace pour identifier les opérations à valeur ajoutée et non-valeur ajoutée. Ces dernières constituent des sources de gaspillage qui doivent être éliminées.

### 2.1.1.3. Favoriser l'écoulement

L'objectif est de créer une chaîne de valeur dont l'écoulement se fait sans obstacle. Pour en arriver à cette définition, il faut comprendre l'apparition des problèmes et repenser les méthodes de travail. Les arrêts de production, les goulots d'étranglement et les retouches sont autant de conséquences sur l'apparition d'obstacles dans le flux. Il est indispensable de réduire ces gaspillages pour tendre vers un flux régulier et continu.

### 2.1.1.4. Tirer les flux

Aujourd'hui la société se base sur une économie où l'offre est plus conséquente que la demande. Le client est libre de choisir son produit grâce à un marché très concurrentiel. Pour éviter toute surproduction et être certain de vendre, il est nécessaire de fabriquer le produit en fonction du calendrier prévisionnel effectué par le client. C'est ce qu'on appelle une production à flux tiré par l'aval. Pour réussir à obtenir une telle configuration, le temps de cycle entre la conception et la livraison doit être minimisé grâce à une gestion optimale des ressources.

### 2.1.1.5. Rechercher la perfection

Pour rechercher la perfection, il est nécessaire de s'en faire une image claire pour avoir un objectif visible. Cependant la perfection n'existe pas, on peut tenter de s'en approcher mais elle est infinie. Pour la toucher il est utile d'avoir recours aux 4 principes que nous venons de voir. Ceux-ci vont nous permettre d'exploiter toutes les améliorations envisageables pour limiter les gaspillages et générer seulement de la valeur ajoutée. C'est un cycle qu'il faut s'employer à utiliser de façon permanente.

Nous venons de voir les 5 principes fondamentaux du Lean management. Cependant, il existe des principes plus opérationnels qui ont été définis par l'auteur Jeffrey Liker dans son livre *The Toyota Way*.

### 2.1.2. Les 14 principes du modèle Toyota

Ces nouveaux principes sont regroupés en 4 fondements appelés les « 4P » et constituent les bases de la pensée Lean. (Cf Figure 2) (6)(7)

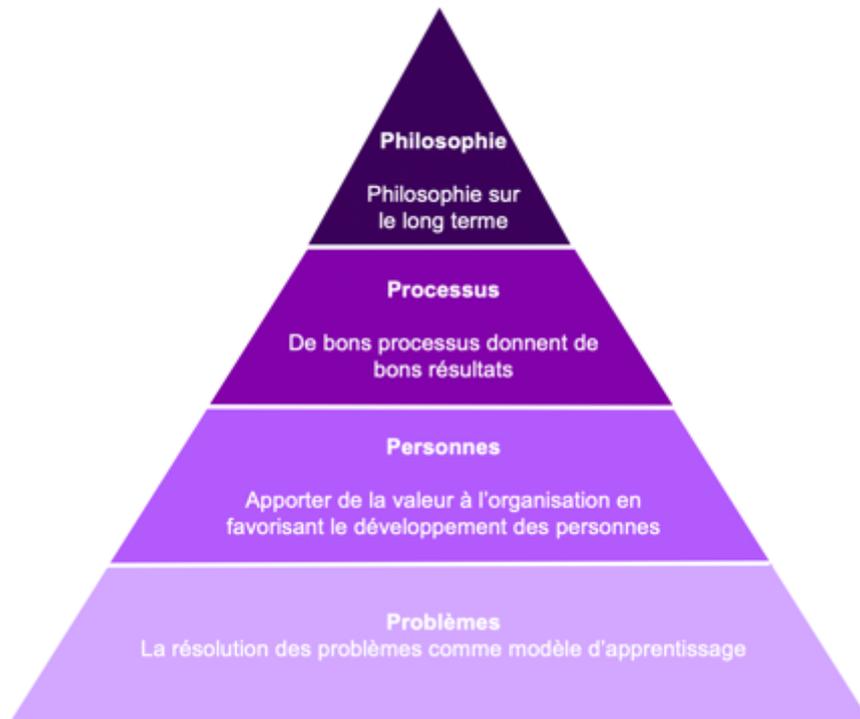


Figure 2 : Les 4P de Liker

#### 2.1.2.1. La philosophie sur le long terme

- 1<sup>er</sup> principe : *Fondez vos décisions sur une philosophie à long terme, même au détriment des objectifs financiers à court terme.*

Pour grandir une entreprise a besoin de construire des projets et de voir sur le long terme. Il est primordial d'engager des moyens financiers et ressources nécessaires pour y arriver. Ces moyens déployés peuvent à court terme desservir financièrement l'entreprise mais il faut penser à l'avenir et mettre en œuvre toutes les actions qui seraient bénéfiques pour obtenir des résultats durables. Ce principe permet d'instaurer un climat de confiance envers les employés qui mettront toute motivation pour encourager la réussite de l'entreprise.

### 2.1.2.2. De bons processus donnent de bons résultats

- 2<sup>ème</sup> principe : Organisez les processus en flux à pièces pour mettre au jour les problèmes.

L'objectif pour les entreprises est d'optimiser les processus pour tendre vers un flux pièce à pièce et réduire les coûts d'immobilisation des stocks. A terme cette façon de procéder permet d'assurer la qualité produit grâce à une détection des défauts plus rapide dans la chaîne de production. Le problème peut alors être diagnostiqué et corrigé plus rapidement. Cette méthode a également pour but d'augmenter la flexibilité grâce aux changements de formats des équipements et ainsi gagner en productivité. Plusieurs facteurs sont apparus par la suite : une meilleure sécurité, une augmentation de l'espace grâce à une organisation plus méticuleuse des ateliers et un meilleur sentiment du devoir accompli de la part des opérateurs qui peuvent voir directement le fruit de leur travail.

- 3<sup>ème</sup> principe : *Utilisez des systèmes à flux tirés pour éviter la surproduction.*

Lorsqu'une entreprise possède une logistique à flux poussé, la production devance la demande du client pour anticiper le besoin. Cela engendre des stocks en attente et crée des *mudas*, dont le principal est la surproduction. L'objectif est alors de produire en flux tiré pour ne fabriquer que la quantité souhaitée et vendue au client.

- 4<sup>ème</sup> principe : *Lissez la production.*

La demande du client n'est pas linéaire, elle peut varier à certains moments pour diverses raisons. Cette fluctuation entraîne des irrégularités dans la chaîne de production. Le but est de niveler la production à un rythme régulier pour minimiser les *muris* et *muras*. C'est ce qu'on appelle « *Heijunka* », c'est-à-dire prendre en compte la totalité des commandes mais répartir chaque jour la même quantité de travail.

- 5<sup>ème</sup> principe : *Créez une culture de résolution immédiate des problèmes, de qualité du premier coup.*

Plus le défaut est détecté tardivement plus les coûts pour la société sont élevés. Le principe est d'arrêter la production pour comprendre l'origine du problème afin de le corriger et éviter la réapparition de celui-ci. Le but est de gagner en qualité du premier coup. C'est ce qu'on appelle le « *Jidoka* ».

Alex Warren, ancien vice-président de Toyota Motor Corporation le définit dans *The Toyota Way* selon la manière suivante : « *Les machines, on les équipe de dispositifs qui détectent les anomalies et arrêtent automatiquement les moteurs. Les hommes, nous leur donnons la possibilité de presser sur des boutons ou de tirer sur des fils d'alarmes - « fils andon » - qui peuvent stopper immédiatement notre chaîne d'assemblage. Chaque opérateur a l'obligation d'arrêter la chaîne chaque fois qu'il observe une anomalie. Nous leur confions ainsi la responsabilité de la qualité. Ils se sentent impliqués, ils ont le pouvoir d'agir. Ils savent qu'ils sont importants.* »

- 6<sup>ème</sup> principe : *La standardisation des tâches est le fondement de l'amélioration continue et de la responsabilité des employés.*

Le standard permet de figer un procédé pour limiter toutes variabilités lors de la reproduction. Celui-ci doit être établi par les opérateurs eux-mêmes pour les impliquer et leur faire prendre conscience de son importance. Une fois la standardisation établie elle doit être continuellement revue pour ne pas perdre l'enseignement acquis et coller aux fondements de l'amélioration continue.

- 7<sup>ème</sup> principe : *Utilisez des contrôles visuels afin qu'aucun problème ne reste caché.*

Pour remédier aux problèmes il est indispensable d'avoir recours au 5S et au management visuel. Ils permettent d'éliminer l'inutile et réduisent le temps passé à chercher un objet. Ces contrôles visuels encouragent la tenue d'un poste de travail propre et agréable, facilitant la production.

- 8<sup>ème</sup> principe : *Utilisez uniquement des technologies fiables, longuement éprouvées, qui servent vos collaborateurs et vos processus.*

L'achat de nouvelles technologies n'est pas forcément la solution pour répondre aux problèmes. Celles-ci peuvent permettre de faire gagner quelques minutes de production mais au détriment de l'organisation. Il est possible qu'elles ne permettent pas de réaliser le rendement demandé, c'est pourquoi il faut toujours tester avant d'acheter. La maîtrise des technologies longuement éprouvées est un avantage car nous savons parfaitement les utiliser et les ajuster.

#### 2.1.2.3. Apporter de la valeur à l'organisation en favorisant le développement des personnes

- 9<sup>ème</sup> principe : Formez des responsables qui maîtrisent parfaitement le travail, vivent la philosophie et l'enseignent aux autres.

Pour instaurer un management de confiance, Toyota exprime qu'il est indispensable que les responsables aillent sur le terrain pour comprendre et apprendre le travail sur ligne. Avoir une vision superficielle de l'entreprise ne fera qu'entraîner la perte de celle-ci. Il est également primordial que les cadres enseignent aux collaborateurs la culture de l'entreprise et appliquent eux-mêmes cette philosophie. Il est important de motiver le personnel vers un objectif commun.

- 10<sup>ème</sup> principe : Formez des individus et des équipes exceptionnels qui appliquent la philosophie de votre entreprise.

Si le travail d'équipe est important, l'excellence individuelle l'est tout autant. C'est celle-ci qui va permettre de créer une équipe opérationnelle. Il est primordial de faire prendre conscience aux collaborateurs qu'avec les compétences, la motivation et une bonne philosophie d'entreprise on va plus loin.

- 11<sup>ème</sup> principe : Respectez votre réseau de partenaires et de fournisseurs en les encourageant et en les aidant à progresser.

Ce principe encourage une bonne relation entre l'entreprise et les partenaires. Le but est de travailler ensemble vers un bien commun pour en partager les bénéfices mutuels. Les fournisseurs doivent être poussés vers le haut pour constamment se dépasser et gagner la confiance du client. Ils doivent être traités de la même manière qu'un employé. Cette façon de procéder ne fera qu'augmenter les performances de l'un et de l'autre.

#### 2.1.2.4. La résolution des problèmes comme modèle d'apprentissage

- 12<sup>ème</sup> principe : *Allez sur le terrain pour bien comprendre la situation.*

Il est indispensable d'aller sur le terrain pour comprendre les causes racines du problème. Avoir simplement une opinion extérieure ne suffit pas pour résoudre une problématique. Ce procédé s'appelle le *Gemba walk*, qui signifie « l'endroit réel, aller sur place voir la situation telle qu'elle est pour la comprendre ». Il n'est pas rare de voir que les personnes qui subissent le problème sont les premières à en trouver une solution.

- 13<sup>ème</sup> principe : *Décidez en prenant le temps nécessaire, par consensus, en examinant en détail toutes les options. Appliquer rapidement les décisions.*

Ce principe évoque l'avantage d'établir un consensus dans la prise de décisions. Il permet de considérer toutes les options possibles afin de satisfaire tous les partis. Selon Toyota, il est indispensable de passer du temps sur la réflexion, le processus de planification et la prise de décisions. Cependant le plan d'action doit être appliqué rapidement pour mettre en place des solutions.

- 14<sup>ème</sup> principe : *Devenez une entreprise apprenante grâce à la réflexion systématique et à l'amélioration continue.*

L'amélioration continue ou « *Kaizen* » est l'essor même d'une entreprise. Elle permet d'apprendre constamment pour progresser et appliquer des contres mesures. Le TPS encourage les collaborateurs à réfléchir et critiquer leurs actions pour progresser et identifier les insuffisances. C'est ce qu'on appelle le « *Hansei* ».

Ces 14 principes Toyota ont ensuite été repris pour construire la représentation la plus connue du Lean.

## 2.2. Représentation du Lean

Fujio Cho, disciple de Taiichi Ohno a représenté le TPS sous la forme d'une maison. Pour maintenir l'édifice il est indispensable d'avoir un toit et des fondations solides. Un seul élément faible peut faire s'écrouler le système structurel. (Cf Figure 3)

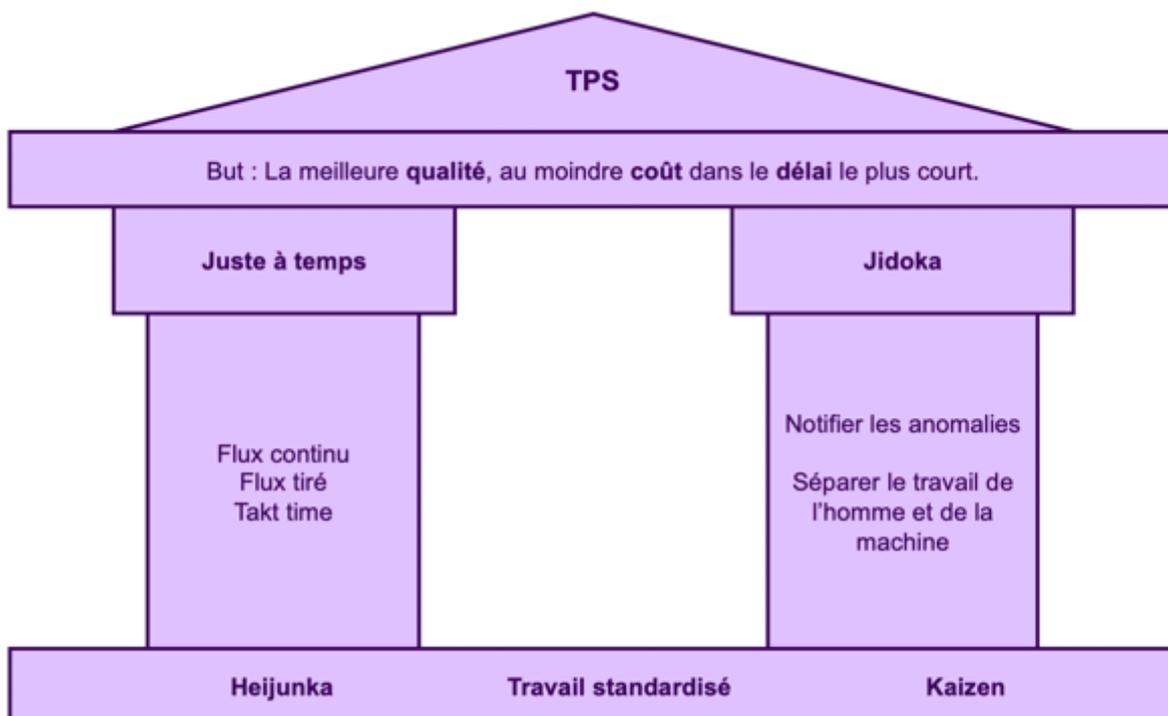


Figure 3 : Maison TPS

### 2.2.1. Le toit

Le toit de la maison TPS représente les objectifs à atteindre pour une industrie afin de fournir un produit dit « parfait » au client. Celui-ci doit être qualifié selon un trio de compétences. Le produit fini doit être de qualité avec un coût de production limité et livré au client dans un délai restreint. La sécurité et la morale sont parfois pris en compte dans cette partie de l'édifice. La prise en considération et le respect des employés est une des bases du système Lean qui permet à l'entreprise de fonctionner correctement. (8)

### 2.2.2. Les piliers

#### 2.2.2.1. Juste à temps

Le principe du « Juste à temps » est d'ajuster la production à la demande du client. Les ressources doivent être livrées dans les quantités nécessaires, au bon endroit et au moment où l'entreprise en a besoin. Ce pilier repose sur trois concepts qui sont le flux continu, le flux tiré et le *takt time*.

#### • Flux continu

Le flux continu permet une production en pièce à pièce. Pour y arriver, de nouvelles organisations ont vu le jour, notamment la chaîne de production en « U ». Comme son nom l'indique, les équipements sont positionnés sous la forme d'un U ce qui limite la distance entre chaque atelier. Les opérateurs peuvent ainsi être mobiles sur plusieurs postes de travail entraînant une plus grande flexibilité, des temps d'attente limités et une réduction du délai de fabrication. Cette organisation en flux continu permet l'élimination d'actions de non-valeur ajoutée. (Cf Figure 4) (9)

Cette façon de procéder permet de diminuer les encours grâce à une maîtrise des entrées et sorties de ligne (*lead time*). Elle permet également de gagner de l'espace dans la zone de production grâce à la modification spatiale des postes de travail.

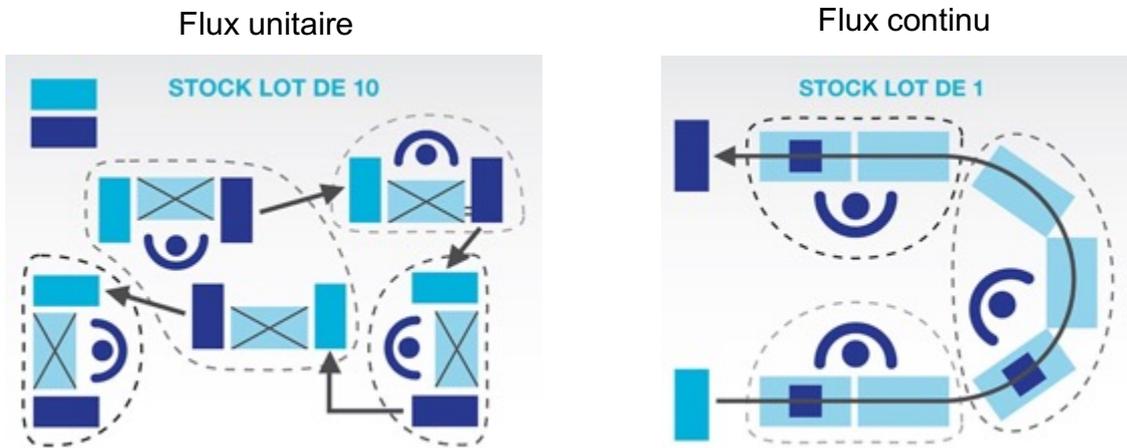


Figure 4 : Organisations des flux

- Flux tiré

Aujourd'hui l'offre est plus élevée que la demande. C'est le client qui choisit ce qu'il souhaite acheter. L'entreprise doit fabriquer ce qu'elle a vendu pour ne pas créer de stocks. C'est l'aval, à savoir le client, qui tire la production vers l'amont.

Le flux tiré est réalisé grâce à un kanban, mot japonais qui veut dire « signal ». Il permet de piloter la production et la livraison des produits grâce un aspect visuel qui commande l'ordre de fabrication.

Ces réductions de stockages engendrent des coûts plus faibles, un gain d'espace mais également une meilleure qualité du produit qui ne risque pas de se détériorer en restant inutilisé.

- Takt time

Le *takt time* vient du mot allemand « *takt* » qui signifie « tempo ». Il représente la cadence à tenir pour finaliser le produit. Il permet de synchroniser les flux pour éviter la surproduction ou la rupture de stock.

Le *takt time* se calcule de la manière suivante : (10)

$$Takt\ time = \frac{Temps\ de\ production\ disponible}{Demande\ du\ client}$$

Pour calculer le temps de production disponible, il faut déduire les temps de pauses ou de maintenances et ne garder que les temps utiles de création de valeur ajoutée.

#### 2.2.2.2. Jidoka

Souvent appelé « automatisation » le *jidoka* signifie « automatisation intelligente ». Il permet à l'équipement de détecter un défaut et de s'arrêter automatiquement pour éviter la production de pièces défectueuses. La machine est rendue autonome en séparant son travail de celui de l'homme. L'opérateur peut alors s'occuper de plusieurs équipements ou se consacrer à d'autres tâches que la machine ne peut pas effectuer.

C'est le système « andon » qui permet d'avertir l'employé au moindre problème. Il pourra alors intervenir rapidement pour détecter le problème et les causes racines afin de le résoudre au plus vite et d'éviter sa réapparition. L'andon est représenté par un signal lumineux qui indique l'état de fonctionnement de l'équipement. (Cf Figure 5) (11)



Figure 5 : Système andon

L'objectif de ce système est premièrement de garantir la qualité du produit mais également de faire des économies grâce à une détection précoce du défaut dans la chaîne de production.

### 2.2.3. Les fondations

Les 2 piliers que nous venons de voir reposent sur les fondations qui sont représentées par : *Heijunka*, le travail standardisé et le *Kaizen*.

#### 2.2.3.1. Heijunka

*Heijunka* signifie « nivellement » en japonais. Il permet de lisser la planification de la production pour éviter les variations imposées par la demande. Il régule le besoin des équipements, de matières premières et de la main-d'œuvre pour limiter les stocks et faciliter le flux tiré. (12)

Le principe est de produire une quantité similaire de produits tous les jours ou toutes les semaines et d'établir une routine. Cette quantité se calcule en fonction de la moyenne du volume mensuel prévisionnel. Les plus petites séries ne seront plus spécifiquement produites à la fin du mois. La taille des lots va se trouver diminuée et les changements de formats vont être effectués plus fréquemment. C'est pour cette raison qu'il est indispensable de diminuer les temps de changements de séries grâce au *Single Minute Exchange of Die (SMED)*.

Dans l'exemple ci-dessous, les produits sont fabriqués par lots sur un mois. Il existe que 3 changements de séries par mois. (Cf Figure 6)



Figure 6 : Planning de production sans Heijunka

Dans le planning de production avec *Heijunka*, les 82 produits A sont lissés sur les 4 semaines, il en va de même pour les produits B et C. Lors de la dernière semaine il existe une régulation avec 2 produits A en plus et 2 produits B en moins pour coller à la demande du client. (Cf Figure 7) (13)



Figure 7 : Planning de production avec Heijunka

### 2.2.3.2. Travail standardisé

Le travail standardisé est défini comme étant la meilleure façon d'exécuter une tâche ou un ensemble d'actions à un instant T. Celles-ci doivent être effectuées de la même manière et dans le même ordre par tous les employés en suivant une procédure ou mode opératoire qui les décrivent. Le standard doit notifier l'équipement à utiliser mais également les outils, la méthode et le temps nécessaire.

Pour effectuer le standard il est indispensable d'avoir la présence de personnes travaillant sur le terrain. Le but est de déterminer ensemble la séquence d'actions à retenir mais également de réduire les temps d'actions pour coller au *takt time*. La mise en place du standard passe aussi par la visibilité des anomalies, la recherche des causes racines et par l'élimination des gaspillages. Pour cela des essais doivent être effectués pour valider la méthode finale. Il faudra par la suite former les opérateurs à cette nouvelle façon de procéder et mettre en place un management visuel à l'aide de symboles, panneaux, codes couleurs...

La standardisation permet de diminuer les variations existantes entre opérateurs, limiter les erreurs imprévisibles et ainsi augmenter la productivité. Lors de la rédaction du standard il faudra tenir compte de la sécurité mais également de la qualité qui sont deux points très importants dans une entreprise. Cette façon de procéder aura comme avantage de faciliter l'apprentissage des techniques par un nouvel employé. Il ne subira pas les variations d'explications entre deux opérateurs et pourra se référer aux procédures.

Le standard peut évoluer par la suite grâce à l'amélioration continue. Des audits peuvent être effectués régulièrement pour vérifier qu'il est toujours appliqué et à l'heure actuelle toujours la meilleure façon de procéder. Si une optimisation doit y être apportée, celle-ci devra être spécifiée dans les instructions à suivre.

### 2.2.3.3. Kaizen

Le terme *Kaizen* vient de l'association de deux idéogrammes japonais et se traduit par « changer pour le mieux » ou « amélioration continue » (Cf Figure 8) : (12)

- *Kai* : Changer
- *Zen* : Bien, vers le mieux

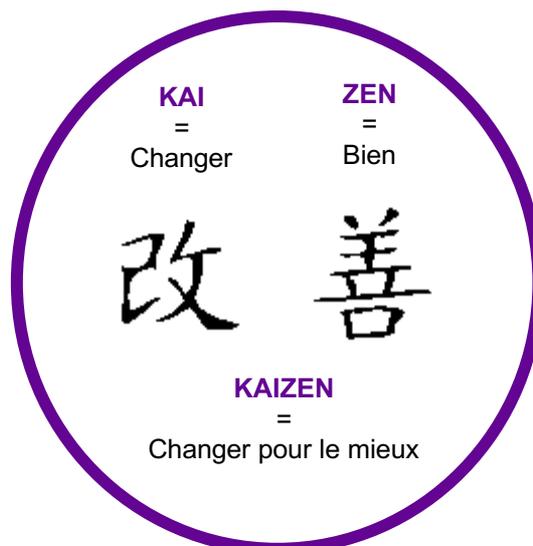


Figure 8 : Idéogrammes du Kaizen

Le *Kaizen* est un état d'esprit qui vise à améliorer tous les jours par des petits changements des procédés jusqu'à la perfection sans investir de sommes conséquentes. Trois points restent primordiaux dans l'amélioration des performances, il s'agit de la qualité, des coûts et des délais. Une des priorités de cette culture d'entreprise est de faire intervenir et de satisfaire pleinement tous les employés. Cette méthode est possible seulement grâce à l'intervention de groupes de travail pluridisciplinaires qui se déplacent sur le terrain pour trouver ensemble les meilleures solutions à mettre en place. (14)

Plusieurs points peuvent être améliorés grâce à la mise en place de chantiers *Kaizen* (ou *Hoshin*) : (12)

- Augmentation de la productivité
- Accroissement des rendements et des Taux de Rendement Synthétiques (TRS)
- Élimination des gaspillages
- Amélioration de la qualité
- Élaboration de standards de travail
- Diminution des variabilités
- Reconfiguration des postes de travail
- Diminution des stocks
- Éviter qu'un problème ne réapparaisse grâce à la détection des causes racines
- Amélioration des conditions de travail

Plusieurs outils que nous verrons par la suite sont ainsi utilisés pour accéder à l'excellence opérationnelle et éliminer les gaspillages.

### 2.3. Gaspillages

Les gaspillages sont définis comme étant des activités ou situations qui consomment des ressources mais qui n'apportent pas de valeurs ajoutées aux entreprises. Elles engendrent le plus généralement des pertes de temps et des pertes financières. L'objectif du Lean est donc d'élargir le spectre de ce que l'on mesure et corrige traditionnellement dans l'entreprise afin de supprimer toutes les actions de non-valeur ajoutée ou de les réduire au maximum. (6)(15)(16)

Nous pouvons voir dans cette représentation les conséquences engendrées par les écarts entre les souhaits et impressions du client. (Cf Figure 9)

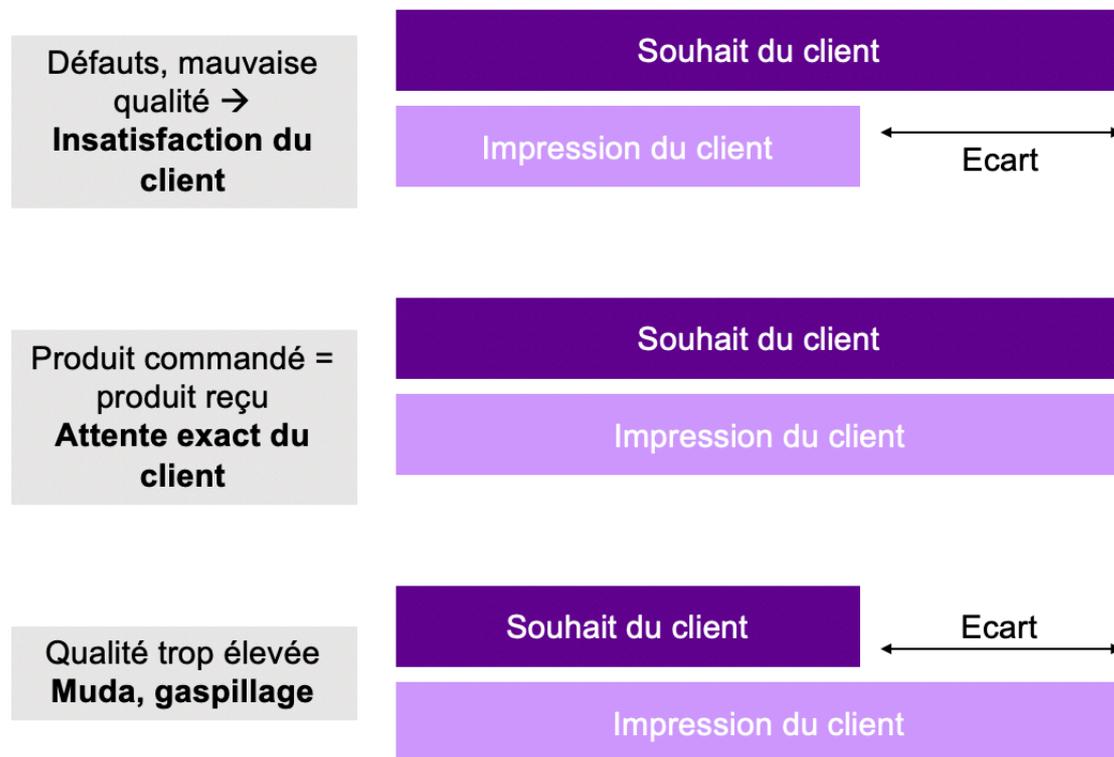


Figure 9 : Différences entre souhaits et impressions du client

Le père fondateur du système de production Totoya, Taiichi Ohno a identifié au total 3 familles de gaspillages : *Muda*, *Mura* et *Muri*

### 2.3.1. Mudas

« *Muda* » est un terme japonais qui signifie gaspillage. Il représente des processus ou activités quotidiennes de l'organisation industrielle n'apportant aucune valeur ajoutée pour le client. Ces gaspillages augmentent le temps de production et les coûts financiers de l'entreprise. C'est en se mettant à la place du client et en se questionnant sur les différents processus de production qu'une entreprise peut réussir à trouver et comprendre ses différents *mudas*. (6)(17)(18)(19)

Ils sont au nombre de 8 et sont identifiés selon 2 types : (20)

- *Mudas* de type 1 : Ils sont définis comme les actions sans valeur ajoutée mais qui sont nécessaires et essentielles pour le client afin de garantir la qualité et sécurité du produit tels que les audits ou contrôles en cours de production.
- *Mudas* de type 2 : Ils sont définis comme les actions qui n'apportent pas de valeur ajoutée aux processus ni aux clients. Ce sont ces *mudas* que l'on cherche à éliminer ou réduire.

#### 2.3.1.1. Surproduction

C'est la production en amont d'une quantité de produits supérieure à la demande réelle du marché. Cela va générer des coûts et ressources nécessaires à la fabrication et au stockage qui vont être perdus à cause d'une production non vendue. Ce *muda* est considéré comme le pire des gaspillages car il est le plus coûteux pour l'entreprise. Il englobe l'usure des équipements, la main d'œuvre, les consommables et l'énergie engagée dans la production.

#### 2.3.1.2. Surprocess

Il s'agit des processus ou méthodes inadaptés qui se veulent plus complexes que ce qu'ils ne devraient l'être. Il peut s'agir de sur-qualité ou sur-traçabilité, c'est-à-dire faire plus que ce que veut le client sans que celui-ci n'ait de plus grande satisfaction.

#### 2.3.1.3. Stocks inutiles

Ils représentent tous les stockages de matières premières, d'encours ou produits finis qui risquent à terme d'avoir une date de péremption rapprochée. Ces stocks peuvent également être causés par la taille des campagnes de lots et des temps de changements de formats. Ces stockages ne sont pas indispensables et génèrent de l'espace inutilisable.

#### 2.3.1.4. Transports inutiles

Il s'agit de tous les déplacements de matières, d'objets, d'informations ou mouvements entre deux points de l'usine qui n'ont pas de valeur ajoutée sur le produit. Ces transports sont des gaspillages de ressources matérielles, humaines et de temps. Les distances effectuées doivent être un indicateur de l'entreprise pour mettre en place des solutions.

#### 2.3.1.5. Mouvements inutiles

Il s'agit de tous les déplacements ou mouvements inutiles de personnes qui n'apportent pas de valeur ajoutée. Cela peut être le fait de chercher un objet lié à un désordre dans l'atelier ou marcher pour aller récupérer un document concernant le lot en cours de fabrication. Ce gaspillage est induit par une mauvaise organisation au niveau du poste de travail.

#### 2.3.1.6. Erreurs, qualité insuffisante

Ce gaspillage est dû à la fabrication de pièces défectueuses ou erreurs de production qui vont induire une perte financière et perte de temps en raison des retraitements, contrôles supplémentaires et insatisfactions du client. Ce *muda* peut également mettre en péril l'image de l'entreprise s'il est répétitif.

#### 2.3.1.7. Temps d'attente

Les temps d'attentes sont souvent liés à des pannes, des dysfonctionnements, des attentes de matériels ou produits. Ces interruptions entraînent des arrêts de production et pénalisent les opérateurs. Cela peut être le résultat d'une mauvaise répartition des tâches, d'un goulot d'étranglement sur un atelier ou encore d'un produit en attente de validation de démarrage.

Le goulot d'étranglement est défini comme une diminution de la capacité à produire entraînant un blocage ou embouteillage dans la chaîne de production. Il s'agit le plus généralement d'un atelier à faible cadence qui limite le flux et entraîne une diminution de la performance sur tout le flux d'activité.

#### 2.3.1.8. Potentiel humain non exploité

Ce dernier *muda* ne fait pas parti du système Toyota, il a été défini dans les années 1990 mais il est néanmoins à prendre en compte. Il s'agit des compétences humaines qui ne sont pas exploitées. Ce gaspillage est principalement engendré par des formations non ou mal effectuées, des prises de poste en dessous des compétences de l'employé ou encore par le fait que le salarié n'est pas challengé pour trouver des idées d'amélioration de procédés.

#### 2.3.2. Muras

« *Mura* » signifie en japonais « irrégularité ». Il représente les écarts de réalisation du flux d'activités conduisant à la non-valeur ajoutée. Les *muras* sont des créateurs de *mudas*. Ces variabilités entraînent une sur-sollicitation des employés suite à la fluctuation du marché voire une sous-charge de travail conduisant à l'inactivité sur un temps donné des opérateurs. Ces différents rythmes de travail peuvent conduire à des attentes de stocks pouvant impacter le bon fonctionnement de la production. (6)(21)

#### 2.3.3. Muris

Le dernier type de gaspillage se nomme « *Muri* » qui est un terme japonais signifiant la « surcharge ». Il est parfois considéré comme l'opposé du *muda*. Il s'agit de la sur-exploitation du personnel, du matériel ou des équipements pouvant entraîner des dysfonctionnements, ralentissements, stocks excessifs ou problèmes de qualité et sécurité. Les *muris* sont induits par des méthodes et standards inadaptés et sont considérés comme déraisonnables et excessifs au regard de leur valeur ajoutée ou du besoin de l'entreprise. (6)

### 3. Outils et indicateurs du Lean

Différents outils sont utilisés pour mettre en place des chantiers Lean afin d'augmenter la productivité et optimiser les performances d'une entreprise.

#### 3.1. Management visuel

Le management visuel est un outil primordial qui permet de comprendre l'organisation, les performances, les règles, les consignes de sécurité et d'autres informations de l'entreprise grâce à des indications visuelles (Cf Figure 10). Contrairement aux textes, celles-ci évitent les ambiguïtés, rendent limpide la compréhension et encouragent l'implication. En effet, l'Homme enregistre 83% des informations par la vue. (12)

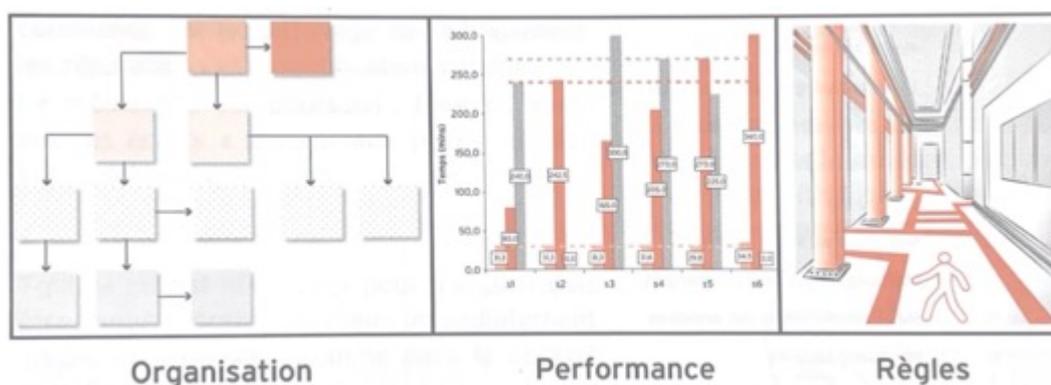


Figure 10 : Exemples de management visuel

Nous utilisons ce type de méthode dans la vie de tous les jours sans nous en rendre compte. Les feux tricolores sont l'exemple numéro un, le rouge représente le danger alors que le vert représente le positif. Un management visuel doit être compris par une personne ne maîtrisant pas la langue de l'entreprise.

Cette façon de manager se décline dans un nombre incalculable de possibilités : graphiques, schémas, symboles, tableaux d'affichage, marquages au sol, codes couleurs. Ces outils doivent être affichés dans des endroits stratégiques pour être correctement utilisés. Par exemple, les indicateurs d'une presse doivent être affichés à l'entrée de l'atelier pour informer directement les opérateurs en charge de la production. (22) Ces outils ont comme point commun d'être simples à comprendre afin de prendre des décisions rapides pour se remettre en conformité. Il est indispensable de mettre à jour régulièrement l'outil pour qu'il soit performant. (23)

### 3.2. Méthode 5S

Les 5S sont considérés comme les préliminaires incontournables dans tout projet d'amélioration continue. Cette méthode est issue de pratiques japonaises qui permettent de construire un environnement de travail fonctionnel, régi par des règles simples, précises et efficaces. L'outil consiste à remettre en ordre une zone ou un environnement pour éliminer les *mudas* et gagner en performances. Sa devise est « Une place pour chaque chose, chaque chose à sa place ». (24)

Cette méthode d'aménagement est utilisée dans de nombreux secteurs d'entreprises car elle permet d'avoir des résultats rapides sur la qualité, productivité, sécurité, motivation, coût et conditions de travail. (25)

Les 5S proviennent des initiales de 5 verbes japonais qui ont été adaptées en langue française sous plusieurs termes puis sous l'acronyme ORDRE. Cette méthode se décline en 5 phases et chaque verbe correspond à une étape. (Cf Tableau 1) (21)

Tableau 1 : Explication des 5S

整理	<i>SEIRI</i>	Débarrasser	<b>S</b> upprimer l'inutile	<b>Ô</b> ter l'inutile
整頓	<i>SEITON</i>	Ranger	<b>S</b> ituer	<b>R</b> anger
清掃	<i>SEISO</i>	Nettoyer	<b>S</b> cintiller	<b>D</b> écrasser pour <b>D</b> étecter les anomalies
清潔	<i>SEIKETSU</i>	Standardiser	<b>S</b> tandardiser	<b>R</b> endre évident
躰	<i>SHITSUKE</i>	Pérenniser	<b>S</b> uivre	<b>E</b> nraciner les bonnes pratiques

### **3.2.1. Seiri – Supprimer l'inutile**

Cette première étape consiste à faire un tri en fonction de la fréquence d'utilisation. On garde ce qui est nécessaire et on se débarrasse de tout le reste pour libérer de l'espace, limiter les obstacles et améliorer la sécurité. Il faut retirer tous les objets obsolètes ou inutiles et déplacer le reste dans des endroits appropriés pour les réaffecter.

### **3.2.2. Seiton – Situer**

Cette seconde partie consiste à ranger les objets pour les retrouver plus rapidement et limiter les déplacements. Il faut les stocker et les étiqueter de manière fonctionnelle grâce à la méthode du QQQCCP développée plus tard dans ce rapport. Les équipements les plus utilisés doivent être à portée de main. Les objets identiques doivent être rangés à côté les uns des autres et respecter la règle du FIFO (*First In First Out*), le premier rentré est le premier à sortir. Cette partie permet de ranger l'objet mais également le poste de travail pour mieux réfléchir.

### **3.2.3. Seiso – Scintiller**

La 3<sup>ème</sup> action consiste à nettoyer la zone ou l'équipement, c'est-à-dire éliminer les raisons de salissures pour travailler dans un environnement propre et agréable. Cette phase aura pour conséquence de détecter toutes anomalies ou dégradations.

### **3.2.4. Seiketsu – Standardiser**

L'avant dernière action consiste à construire un standard grâce aux 3 premiers « S » pour maintenir l'ordre et faciliter les recherches. La standardisation doit se faire avec la personne travaillant dans la zone à ranger. L'objectif est de privilégier l'aspect visuel avec des couleurs et symboles pour faciliter la compréhension. C'est un dérivé du management visuel.

### 3.2.5. Shitsuke – Suivre

Le dernier « S » encourage à surveiller régulièrement le standard et le mettre à jour si besoin pour corriger les déviations et améliorer le système. Il faut entretenir de nouvelles habitudes en s'obligeant à ranger et supprimer un objet si celui-ci ne se rend pas utile. Cette étape ne marque pas la fin du 5S, elle doit être continuellement accomplie.

## 3.3. Single Minute Exchange of Die

### 3.3.1. Définition

Le SMED est interprété en français comme « changement d'outillage en moins de 10 minutes » ou encore « changement rapide d'outils ». (12)

Le temps de changement de série est défini comme le temps utilisé entre la fabrication de la dernière pièce conforme d'un lot et la première du lot suivant.

La norme AFNOR NF X 30-310 définit le SMED comme étant « une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié. » (26)(27)

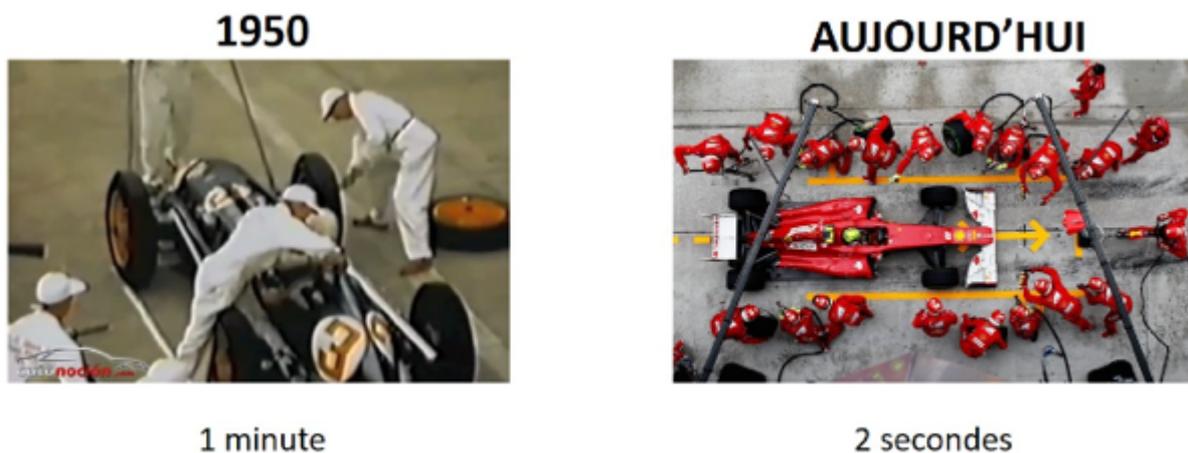
Avec la diversification de plus en plus grande des produits, les entreprises ont eu tendance à augmenter la taille des lots et des campagnes afin de limiter les arrêts de production et les changements de séries. Cette façon de procéder a engendré un nombre de stocks imposant et une diminution de flexibilité en termes de fabrication.

La méthode SMED a alors été développée par un ingénieur japonais Shigeo Shingo en 1957 permettant de diminuer drastiquement le temps de changement de série avec deux objectifs principaux : (26)

- Diminuer les stocks en produisant des campagnes de lots plus petites et en effectuant ainsi plus de changements de séries. Cela permet d'offrir une meilleure réactivité et de coller aux exigences du client avec une méthode de « Juste à Temps ».
- Accroître les rendements en réduisant les actions de non-valeur ajoutée et en augmentant le temps de fonctionnement des ateliers.

L'outil d'organisation a été utilisé dans un premier temps par l'usine Toyota avant d'être démocratisé dans le monde entier.

L'exemple le plus utilisé et le plus représentatif de SMED concerne la Formule 1 (Cf *Figure 11*). Dans les années 1950, le changement de roues prenait plus d'une minute. Un long travail sur le changement rapide d'outil a été effectué et les résultats sont aujourd'hui impressionnants. Le temps de passage par le stand est aujourd'hui estimé à moins de deux secondes. (28)



*Figure 11 : Exemple du SMED dans l'industrie de la Formule 1*

### 3.3.2. Étapes du SMED

Plusieurs étapes sont à effectuer pour avoir un SMED le plus performant possible.

#### 3.3.2.1. Analyser

Dans un premier temps il faut effectuer des observations et lister toutes les tâches ainsi que le temps utilisé pour les effectuer. Pour cela, il est utile d'aller sur le terrain ou de réaliser des vidéos. Il est primordial d'être transparent et d'avoir une bonne communication avec les collaborateurs afin d'expliquer le projet et prendre en compte leurs inquiétudes pour avoir des données fidèles.

Lors de ces observations, plusieurs points sont à prendre en compte et à retenir sur une feuille de suivi : (26)(29)

- La désignation du changement, avec la référence de l'ancienne série et de la suivante
- Le temps effectif et la cadence du changement
- Le nombre d'opérateurs
- Les remarques concernant la sécurité
- Les remarques concernant la qualité
- L'objectif d'amélioration

#### 3.3.2.2. Dissocier

Il faut dans un deuxième temps repérer les types d'opérations et les classer en deux types (Cf Figure 12) : (12)(26)(30)

- Les opérations internes qui représentent toutes les opérations nécessaires au changement et qui doivent être effectuées pendant l'arrêt de la machine.
- Les opérations externes qui représentent toutes les opérations nécessaires au changement et qui sont réalisables pendant que l'atelier fonctionne.

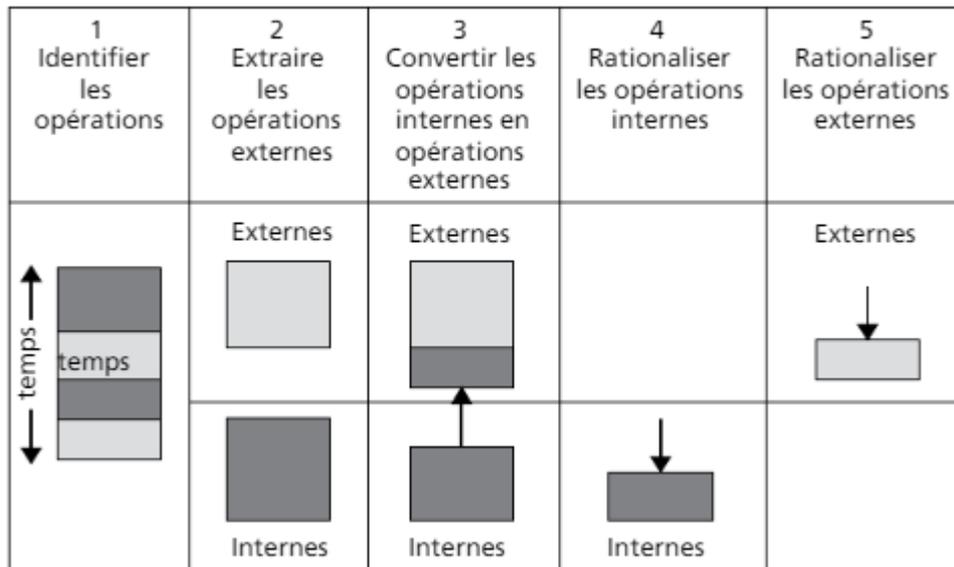


Figure 12 : Différentes étapes du SMED

### 3.3.2.3. Convertir

Après avoir déterminé la nature des différentes tâches, le principe de base du SMED est de convertir un maximum d'actions internes en actions externes. On cherche à déterminer quelles actions effectuées lors de l'arrêt de la machine peuvent être converties pour être faites lorsque l'atelier est en fonctionnement. (Cf Figure 12) (19)

### 3.3.2.4. Réduire

Pour terminer, la dernière étape consiste à rationaliser les opérations internes dans un premier temps puis externes ensuite, en les supprimant, réduisant ou combinant le plus possible. (Cf Figure 12)

Cette étape est réalisée à l'aide de plusieurs participants qui émettent des idées pour diminuer le temps. Il faudra toutefois rester prudent et prendre en compte tous les risques sécurité et qualité qui pourraient subsister.

Toutes ces étapes permettent d'obtenir en théorie plus de 90% de réduction de temps de changement de série (Cf Figure 13). Ainsi plusieurs axes d'amélioration sont à travailler, notamment l'organisation, la réduction du gaspillage mais également les compétences et techniques utilisées par le personnel. (26)

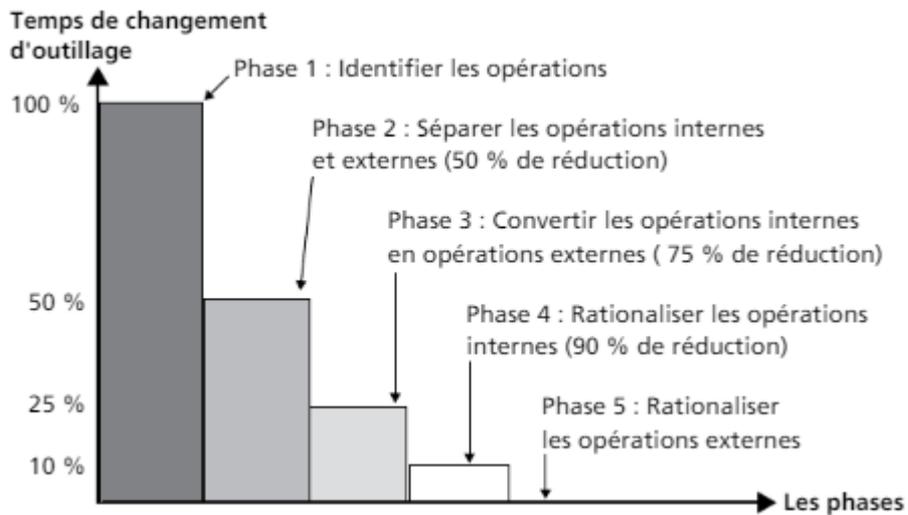


Figure 13 : Gains de temps par étape

### 3.3.3. Résultats

Après avoir effectué toutes les étapes du SMED il ne reste que les actions essentielles. Celles-ci devront être utilisées afin d'écrire un nouveau standard. Pour cela les actions externes sont positionnées en début ou fin de changement de série et sont effectuées lorsque l'atelier fonctionne. Les actions internes seront alors placées au milieu et permettront de déterminer le nouveau temps d'arrêt machine de la situation désirée. (Cf Figure 14) (26)

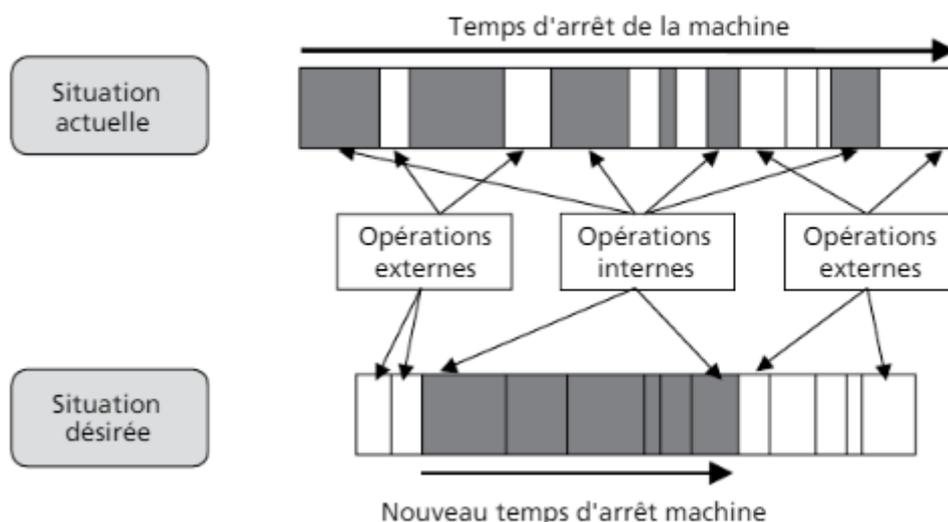


Figure 14 : Passage de la situation actuelle à la situation désirée

### 3.4. Diagramme spaghetti

Le diagramme spaghetti est un outil simple et visuel du Lean permettant de représenter les déplacements physiques que le produit et l'employé effectuent dans l'usine lors d'un processus défini pour en calculer la distance. Cette méthode est rarement utilisée seule, elle est souvent complémentaire d'autres outils comme le 5S ou SMED afin de prendre en note les temps. (12)

Pour effectuer un diagramme spaghetti il faut se munir d'un plan de la zone et d'un crayon. L'objectif est de dessiner sur la carte tous les déplacements sans jamais lever le stylo pour n'oublier aucun mouvement. (Cf Figure 15)

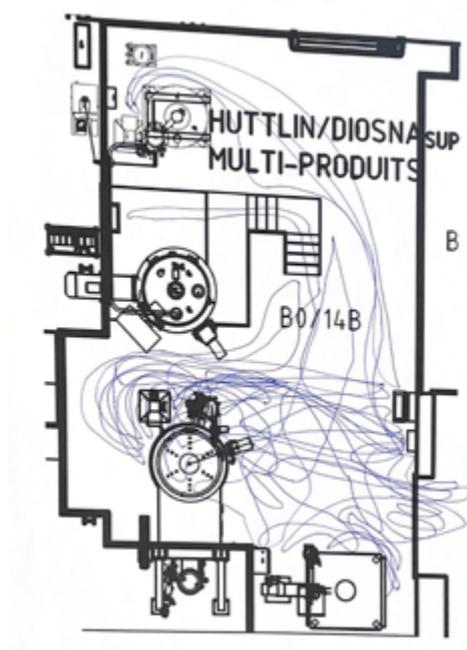


Figure 15 : Diagramme spaghetti effectué dans le cadre d'un SMED

Pour avoir des données fiables il faut se montrer clair avec l'opérateur. Le but n'étant pas d'aller le plus vite possible mais de cartographier tous les déplacements pour améliorer le processus. L'analyse des distances a pour objectif de supprimer les déplacements inutiles, visualiser les gaspillages, se rendre compte de tous les allers-retours effectués mais également d'augmenter la productivité. (31)

Après avoir optimisé le processus, il convient de réaliser un second diagramme spaghetti pour voir l'amélioration et observer les gains obtenus.

### 3.5. Maintenance Productive Totale

La TPM (*Total Productive Maintenance*) a vu le jour au Japon dans les années 70 grâce à Seiichi Nakajima. (32) Toujours dans une démarche d'amélioration continue, son but est d'améliorer en permanence la fiabilité des équipements afin d'éviter les arrêts et retards de production pour augmenter les performances. Cette méthode centrée sur l'équipement s'inclue dans une culture d'entreprise car elle augmente le rendement des ateliers en impliquant les collaborateurs.

Elle possède 3 objectifs importants : (33)(34)

- Augmenter l'utilisation des équipements pour éviter les pertes financières.
- Suivre les machines grâce à la mise en place d'un planning de maintenance.
- Prendre en considérations les éléments qui favorisent la productivité et les rendements.
- Limiter les dysfonctionnements qui entraînent des pertes de temps lors des démarrages ou changements de formats.

La Maintenance Productive Totale se base sur 8 axes d'améliorations représentés sous la forme de piliers (*Cf Figure 16*). Ces améliorations reposent sur 2 fondements qui sont l'amélioration du système de production et la mise en place de conditions optimales. (35)

• Amélioration ciblée : Éliminer les pertes en production par la détection des causes racines.

• Maintenance autonome : Rendre l'opérateur autonome pour détecter et prendre en charge les dysfonctionnements les plus courants.

• Maintenance planifiée : Programmer des plannings de maintenances préventives pour supprimer au maximum les maintenances curatives génératrices d'arrêts.

• Amélioration par l'éducation et la formation : Mettre en avant l'apprentissage des collaborateurs pour détecter, alerter et assurer la maintenance des ateliers dans le but d'acquérir un maximum de compétences sur le parc machine.

• Maîtriser la conception des équipements : Choisir des équipements plus simples de fabrication et d'utilisation pour faciliter l'entretien et le travail sur ceux-ci.

• Maintenance qualité : L'objectif est d'éliminer toutes les causes de non-conformité.

• TPM dans les services : Mettre en place des optimisations dans les services supports pour favoriser et encourager la production.

• Hygiène, sécurité, environnement : Continuer les améliorations pour avoir de meilleures conditions de travail et respecter l'environnement.

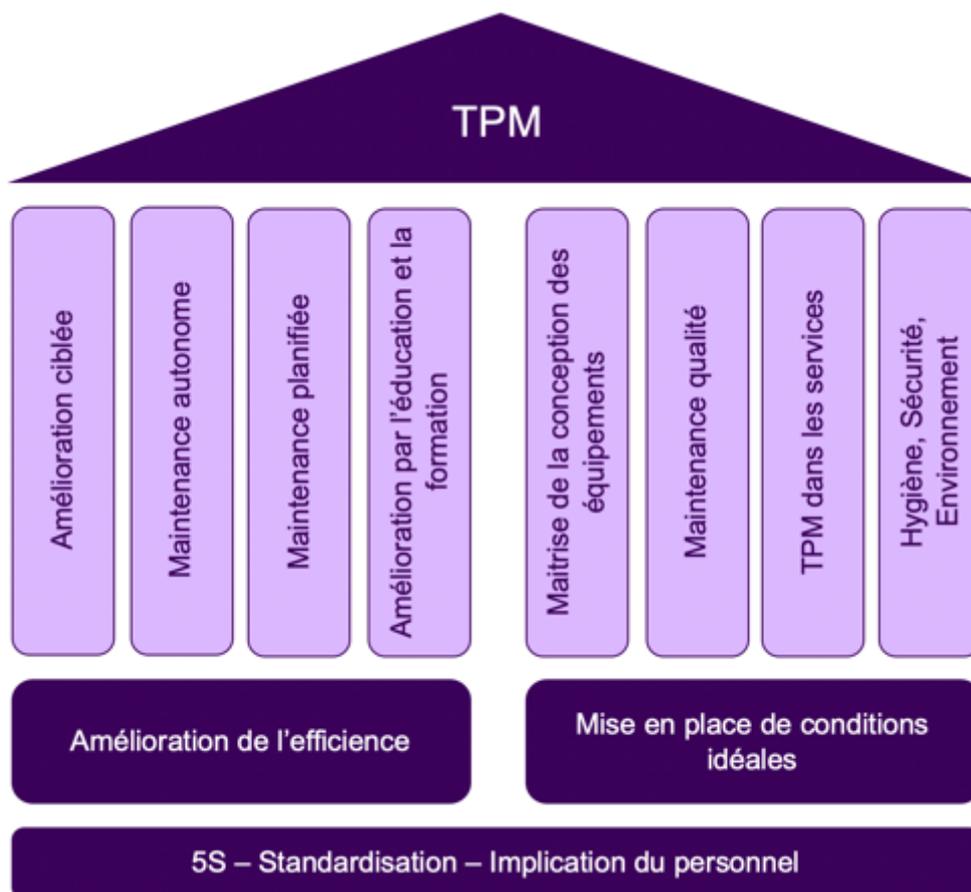


Figure 16 : Représentation des 8 piliers de la TPM

### 3.6. PDCA

Le PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) est un outil qui permet d'assurer continuellement une démarche d'amélioration continue pour améliorer les performances et la qualité d'un organisme. Cette méthode est créée par le statisticien Walter A. Shewhart puis popularisée dans les années 50 par William Edwards Deming. Elle prend alors le nom de « Roue de Deming » et est divisée en 4 parties. (Cf Figure 17 et Tableau 2) (36)(37)(38)

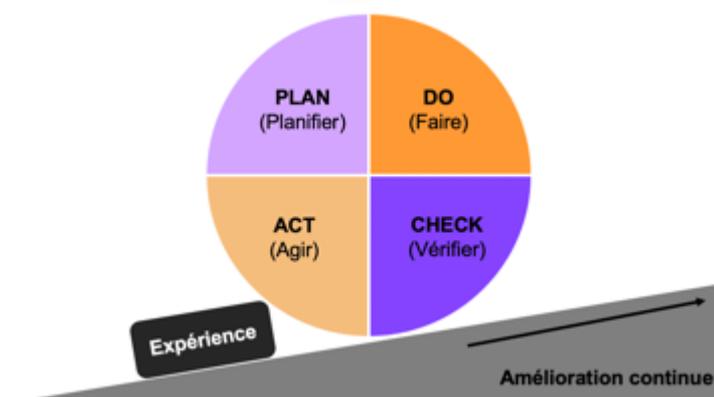


Figure 17 : Roue de Deming

Tableau 2 : Étapes de la roue de Deming

	Traduction	Objectifs
<b>Plan</b>	Planifier, préparer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier le problème</li> <li>- Rechercher les causes</li> <li>- Définir les objectifs à accomplir</li> <li>- Prendre en considération les ressources dont on dispose</li> <li>- Réaliser un planning</li> </ul>
<b>Do</b>	Faire, réaliser, exécuter	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place les actions d'améliorations</li> </ul>
<b>Check</b>	Vérifier, contrôler, mesurer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Évaluer et comparer les résultats, avec l'objectif de départ</li> <li>- Réaliser de nouveaux tests pour passer à la dernière étape</li> </ul>
<b>Act</b>	Agir, réagir, ajuster, corriger	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajuster les écarts</li> <li>- Trouver des axes de progressions</li> <li>- Standardiser le processus et mettre à jour la documentation pour maintenir les pratiques</li> </ul>

Le but est de rendre clair la progression d'un projet pour répondre aux mieux aux exigences. Il faut réussir à s'améliorer constamment pour faire face à la demande du client et créer de la valeur ajoutée.

Les 4 étapes sont représentées sous la forme d'une roue. Celle-ci progresse le long de la pente de l'amélioration continue pour sans cesse monter. Une fois le cycle terminé, on réitère les actions. C'est un éternel recommencement. De plus, il existe dans ce schéma un élément crucial : la cale. Elle symbolise le système qualité et permet de ne pas redescendre en arrière afin de continuellement apporter de la sécurité à un projet grâce aux standardisations qui mentionnent les bonnes pratiques et formalisent les ajustements.

Tous ces outils permettent de viser l'excellence opérationnelle. Il en existe d'autres qui sont principalement utilisés pour comprendre et résoudre les problèmes.

### **3.7. Outils de résolution des problèmes**

La résolution de problèmes est une activité habituelle dans une entreprise. Pour aider les collaborateurs à progresser et augmenter les performances, certains outils du Lean sont fréquemment utilisés. Ils permettent de répondre à une problématique spécifique en utilisant les méthodes les plus adaptées. Ces outils permettent de comprendre et de décrire le problème, et ainsi d'en déterminer les causes probables et racines afin de trouver les solutions les plus pertinentes. L'objectif, à terme, étant de ne pas voir réapparaître un incident similaire.

Ces outils sont effectués par un groupe disparate d'individus provenant de différents secteurs de l'entreprise. Il est indispensable d'être en présence de personnes travaillant sur le terrain car elles seules en connaissent les subtilités.

### 3.7.1. QQQCCP

Le QQQCCP est un outil d'interrogations structurées permettant d'analyser une situation. L'objectif est de répondre aux questions présentes dans le tableau suivant avec un maximum d'informations précises afin de récolter les données manquantes (Cf Tableau 3). La mise en place de l'outil se fait par un groupe de travail pluridisciplinaire permettant d'obtenir un panel d'idées. C'est cette pluralité de personnes qui encourage la résolution du problème. (39)(40)

Tableau 3 Tableau QQQCCP

QQQCCP	Questions	Description
Quoi ?	Quel est le problème ? Que s'est-il passé ?	Difficultés de compression
Qui ?	Qui est concerné ? Qui a observé le problème ?	L'opérateur
Où ?	Où est apparu le problème ? Sur quel atelier s'est produit l'incident ?	Presse FETTE
Quand ?	A quel moment ? Pendant combien de temps ?	En début de production
Comment ?	Dans quelles circonstances ? De quelle manière ?	Reprise de la production après plusieurs jours d'arrêts
Combien ?	Combien de fois a eu lieu le problème ? Quel coût cela engendre ?	Deux fois
Pourquoi ?	Pourquoi l'incident a eu lieu ? Comment le résoudre ?	Attente trop longue de la poudre → Tassement

Ici la cause racine du problème est l'attente de la poudre dans la cuve. Avec le temps la poudre se tasse entraînant des problèmes d'aspiration de la presse en début de production. Ce problème entraîne des temps de fabrication supplémentaires et coûte de l'argent. La solution serait de lisser le planning de production pour éviter de granuler trop de poudre et d'avoir une attente trop longue.

### 3.7.2. Brainstorming

Le *brainstorming* est une méthode souvent utilisée dans les entreprises. Elle a pour objectif de développer la créativité et donc de réunir un maximum d'idées grâce à la collaboration d'un groupe de travail. Le but étant de résoudre un problème ou encore d'innover. (41)

Plusieurs étapes sont à respecter pour effectuer un *brainstorming* satisfaisant (42) :

- Une personne doit animer le projet et constituer un groupe de travail diversifié de 8 à 10 personnes qui doivent se montrer motivées et volontaires. Une mixité hiérarchique est importante, elle permettra de faire fleurir de nouvelles idées.
- L'animateur doit dans un premier temps expliquer l'enjeu de la réunion, définir le problème et les questions à se poser ainsi que le temps nécessaire pour la réflexion. Il doit s'assurer que tout le monde a compris le problème pour ne pas faire de hors sujet.
- La réunion doit être réalisée dans de bonnes conditions, au calme et dans une salle suffisamment grande pour mobiliser la pensée créative des collaborateurs. Il est indispensable d'avoir du matériel type comme un grand tableau ou encore des post-it pour que les idées soient perçues par tous. Cet environnement permet de faire grandir de nouvelles théories et élargir le champ des possibilités. Chacun donne sa vision et ses idées dans la spontanéité. Toute réflexion est bonne à prendre.
- Une fois toutes les idées récoltées, l'équipe se concerte pour les regrouper et les rationaliser afin de garder seulement les plus pertinentes.

Des règles sont à respecter dans ce type de travail. Aucun jugement, ni aucune critique ou remarque négative envers autrui n'est toléré. L'élimination des idées se fait à la fin du processus, au risque d'éliminer une idée intéressante trop rapidement.

### 3.7.3. 5 Pourquoi

Cet outil plus communément appelé 5P a été développé dans les années 1930 par le fondateur de Toyota, Sakichi Toyoda. Cette méthode impose de se répéter 5 fois la question « pourquoi ? » afin de déterminer la *root cause* ou cause racine d'un problème et en trouver la solution. La plupart du temps les raisons d'un problème surviennent à la suite de conséquences plus profondes. (43)

La première étape consiste à identifier le problème. Dans un second temps on va se poser la question « Pourquoi le problème est apparu ? ». En répondant à cette question, on obtient régulièrement les causes symptomatiques. On va ensuite se demander « Pourquoi la cause symptomatique s'est manifestée ? ». On transforme alors la réponse en un nouveau problème et ce en réitérant le principe 5 fois. (Cf Tableau 4)

Tableau 4 : Exemple 5 Pourquoi

<b>1<sup>er</sup> pourquoi ?</b>	La masse du comprimé n'est pas la bonne.
<b>2<sup>ème</sup> pourquoi ?</b>	La machine est mal réglée.
<b>3<sup>ème</sup> pourquoi ?</b>	L'opérateur s'est trompé dans le réglage de la presse.
<b>4<sup>ème</sup> pourquoi ?</b>	Il existe une nouvelle méthode pour régler la machine depuis 2 mois.
<b>5<sup>ème</sup> pourquoi ?</b>	La réhabilitation de l'opérateur sur l'atelier n'a pas été effectuée après son arrêt de 9 mois.

### 3.7.4. Diagramme d'Ishikawa

Le diagramme d'Ishikawa, plus communément appelé méthode 5M, diagramme « en arête de poisson » ou « diagramme de cause à effet », a été créé par l'ingénieur chimiste Kaoru Ishikawa (Cf Figure 18). C'est un outil visuel permettant de déterminer le rapport entre la problématique et les causes probables. La participation de plusieurs collaborateurs est importante car elle permet de créer une dynamique de gestion de projet afin de survoler tous les aspects de résolution.

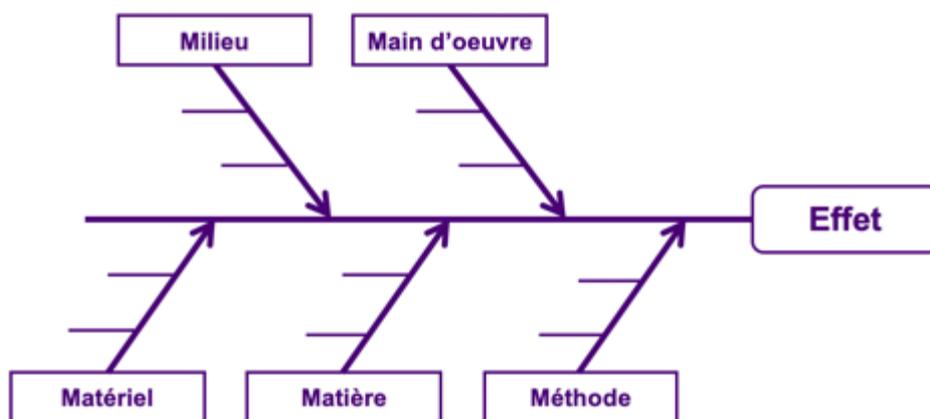


Figure 18 : Diagramme d'Ishikawa

5 familles de causes sont définies et représentent chacune une arête : (44)

- Matière : Matières premières, consommables, qualité...
- Milieu : Environnement, lieu de travail, agencement...
- Méthode : Standards, techniques, procédures, instructions...
- Matériel : Machines, équipements, outillages...
- Main d'œuvre : Personnels, compétences, organisations...

3 nouveaux facteurs sont parfois ajoutés aux 5 familles initiales pour être adaptés à différentes entreprises (45) :

- Mesure : Évaluations
- Management : Supervisions
- Moyens financiers : Budgets, coûts, revenus

### 3.7.5. Loi de Pareto

Cet outil est né au début du XXe siècle de l'idée de l'italien, Vilfredo Pareto lorsqu'il a découvert que 20% des habitants détenaient 80% du capital. Il a ainsi étendu le principe et s'est rendu compte qu'il était effectif sur divers domaines. La loi porte alors le nom de 20/80 et énonce la théorie que 20% des causes engendrent 80% des effets. (46)

L'outil d'analyse se présente sous la forme d'un histogramme dont les causes sont classées en fonction de leurs fréquences par ordre décroissant. Les fréquences les plus élevées sont alors à droite et les causes les plus rares sont à gauche. On ajoute à ce graphique une courbe de fréquence relative cumulée dont le total doit être égal à 100%.

Cette méthode visuelle permet d'analyser les actions dont les incidences sont les plus significatives. Elle montre la répartition inégale entre les actions et les résultats permettant de prendre des décisions rapides en priorisant le plan d'action sur les tâches stratégiques. Dans l'exemple il faudrait traiter en priorité les causes 1,2 et 3 pour résilier le problème car elles entraînent à elles seules plus de 80% des effets (Cf Figure 19). Les causes supplémentaires pourront être traitées dans un second temps pour améliorer les performances de l'industrie. (47)

L'outil s'utilisant grâce à des données quantitatives, il est nécessaire de collecter un maximum d'informations pour avoir une taille d'échantillon correcte. Celui-ci doit être statistiquement représentatif de la réalité.

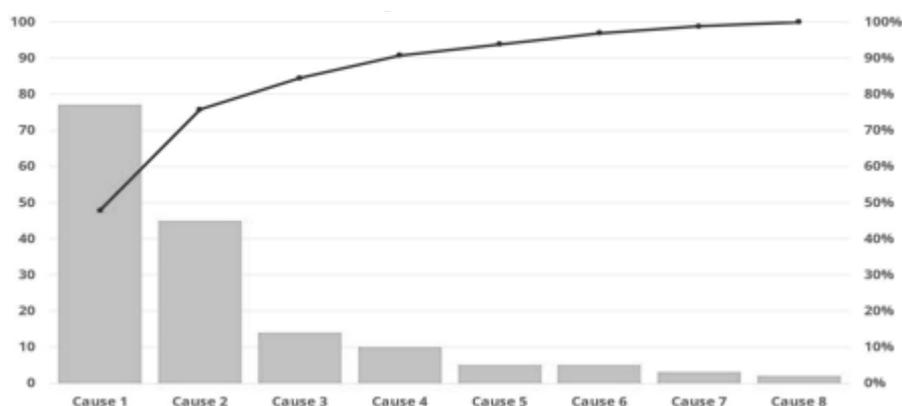


Figure 19 : Diagramme de Pareto

### 3.8. Choix des indicateurs et TRS

Les indicateurs, souvent nommés KPI (*Key Performance Indicators*) sont des outils largement utilisés dans les entreprises pour faire état de la performance. Pour déterminer leurs pertinences certains critères ont été pris en compte. Ceux-ci sont répertoriés sous l'acronyme SMART. (Cf Tableau 5) (35)(48)

Tableau 5 : Critères SMART

S	Spécifique	L'indicateur doit être simple, compris de tous et sans ambiguïté.
M	Mesurable	L'indicateur doit être facilement mesurable et reproductible grâce à des données fiables.
A	Atteignable/Accessible	L'objectif doit pouvoir être atteint.
R	Réalisable/Réaliste	L'objectif est-il pertinent par rapport à la situation ?
T	Temporel	L'indicateur doit pouvoir être mesuré à différents instants.

Le Taux de Rendement Synthétique (TRS) est l'indicateur de référence de la TPM. Il permet d'analyser et de suivre la performance d'un atelier ou d'une entreprise. Il se présente sous la forme d'un pourcentage et permet de voir instantanément le taux d'utilisation de l'équipement. Plus il est élevé plus la production est optimale. Il est impacté par les pannes, les absentéismes, les nettoyages et tous autres types d'arrêts machine. Le TRS doit continuellement être mis à jour. C'est son analyse qui encourage à mettre en place des plans d'actions correctrices pour augmenter le rendement de l'atelier.

L'indicateur est défini selon la norme NF E60-182 et se décompose de la manière suivante (Cf Figure 20) (49) :

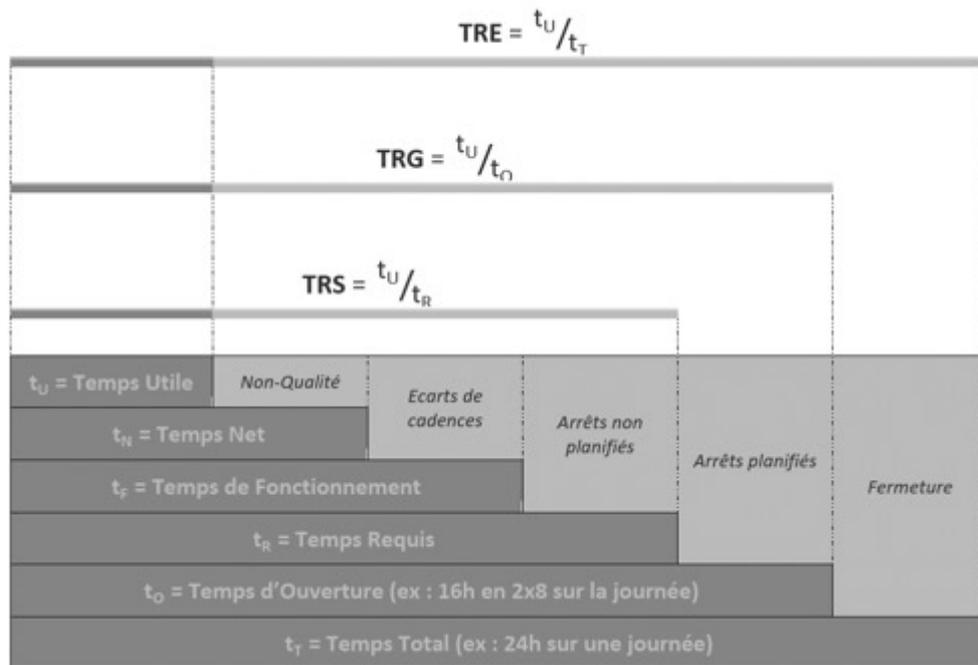


Figure 20 : Décomposition du TRS

Le TRS est le produit de 3 composantes : la disponibilité des équipements, la performance et la qualité des produits finis.

Il se calcule également sous la forme de quantités grâce à la formule suivante :

$$TRS = \frac{\text{Quantité de pièces conformes réalisées}}{\text{Quantité théorique de pièces réalisables}}$$

Les indicateurs TRE (Taux de Rendement Économique) et TRG (Taux de Rendement Global) sont plus strictes et ainsi moins utilisés en comparaison du TRS.

# **PARTIE 2 : Application des outils d'amélioration continue au sein d'un atelier de compression**

# **1. Projet PAL/MAL : Impacts qualité et performance au sein de l'atelier**

## **1.1. Présentation de l'entreprise**

Le groupe Sanofi a été créé en 1973 sous la forme d'une filiale de 10 personnes et est composé aujourd'hui de plus de 100 000 collaborateurs implantés dans une centaine de pays. L'entreprise possède aujourd'hui près de 70 sites de production et 20 sites de recherche et développement dans le monde.

Au niveau national, l'entreprise possède 32 sites industriels dont 16 sites de production où plus de 430 médicaments, vaccins et produits de santé sont fabriqués. (50)

Le site Sanofi Lisieux représente le berceau industriel du Doliprane®, premier antalgique vendu en France. L'usine est spécialisée dans la production de médicaments à base de paracétamol sous différentes formes galéniques de Doliprane® tel que les comprimés, gélules, sachets et suppositoires mais également les produits Dolirhume®, DolirhumePro® et CoDoliprane®, *combos* associés à deux voire trois autres principes actifs.

La production en 2021 s'élève à 233 millions d'unités. L'objectif est de produire 278 millions d'unités en 2022 soit une augmentation de 19,31% de l'activité. Le Doliprane® étant le premier médicament recommandé en cas d'infection par le Covid19, cette augmentation de la production est due principalement à la crise sanitaire et à la vaccination que celle-ci a engendrée.

Plus de la majorité de la production du site soit 96% est destinée au marché Français. Les 4% restant sont destinés pour l'export à l'étranger. Pour la plupart, il s'agit de produits finis, seule une spécialité vrac (poudre) est envoyée en Algérie.

La fabrication et le conditionnement des produits finis ont lieu sur le site. Pour cela la zone de production est séparée en deux. D'un côté se trouve la zone fabrication du produit qui regroupe les machines nécessaires à la pesée, granulation, mélange, compactage, compression, pelliculage et mise en gélules. De l'autre côté se trouve la zone conditionnement où se trouvent les machines nécessaires aux conditionnements primaires, secondaires et tertiaires.

## 1.2. Réglementation

Lors de l'audit *Global Quality Assurance* (GQA) réalisé en mars 2018, le site de Lisieux a reçu des remarques concernant le respect des consignes de qualité en matière de contamination croisée. Ces remarques ont donné lieu à un écart majeur car le site de Lisieux traite des produits contenant des substances psychoactives comme la codéine et la pseudoéphédrine.

La substance psychoactive est définie comme étant une « substance qui modifie le psychisme, sans pour autant induire systématiquement de phénomène de dépendance ou tolérance ». (51)

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) une substance psychoactive est définie comme « pouvant altérer l'état de conscience, l'humeur et les pensées de ceux qui en consomment ».

Pour rappel, « la réglementation applicable à l'industrie pharmaceutique identifie l'audit comme élément indispensable du système d'assurance qualité. Son intérêt réside dans l'amélioration continue du système en déterminant les écarts existants entre les exigences et la réalité pour permettre la mise en place d'actions venant à faire disparaître ou diminuer ces écarts. Tout point d'activité peut être sujet d'audit ». (52)

Un écart majeur se définit comme « un écart sur des produits, des systèmes, des services ou des matériaux qui peut affecter la qualité, la sécurité, la pureté ou l'efficacité des produits mais qui ne met pas en danger la santé du patient. » ou encore « un écart impactant la capacité de respecter les exigences BFP ou point indiquant une défaillance systématique du système qualité ». (53)

Selon les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF), on entend par contamination « l'introduction non intentionnelle d'impuretés de nature chimique ou microbiologique, ou de matière étrangère, à l'intérieur ou à la surface d'une matière première, d'un intermédiaire, ou d'une substance active, pendant la production, l'échantillonnage, le conditionnement ou le reconditionnement, le stockage ou le transport ». (54)

La contamination croisée ou mix-up se définit comme la « contamination d'une matière ou d'un produit par une autre matière ou par un autre produit ». (54)

Pour donner suite aux directives du groupe Sanofi, le site de Lisieux s'est engagé à mettre en place des SAS *Personnal Air Lock and Material Air Lock* (PAL/MAL) afin de garantir l'absence de contamination croisée.

### 1.3. Contexte du projet PAL/MAL

L'usine est actuellement organisée en plusieurs zones délimitées en fonction du traitement de l'air, de l'atmosphère et des consignes de température :

- Zone 1 : Magasins (Stockage des produits finis, articles de conditionnement et matériaux de maintenance)
- Zone 2 : Conditionnement
- Zone 3 : Fabrication

La zone 3 est la plus restrictive en termes de conditions de travail car il y a un contact avec le produit. Le passage entre les zones 2 et 3 est délimité par un SAS. Un sur-habillage avec combinaison jetable et surchaussures est nécessaires pour passer d'une zone à l'autre.

Avant le début des travaux du projet PAL/MAL, les flux personnel et matière se faisaient par un SAS commun qui pouvaient, faute de sur-habillage, être à l'origine de contaminations croisées ou mix-up.

L'objectif du projet PAL/MAL est donc de concentrer la production dans un endroit clos pour respecter le flux d'air et les cascades de pressions entre les différentes zones et ainsi éviter tous évènements qualités.

Le projet PAL/MAL est divisé en 3 phases :

- Phase 1 : Création du pôle compression paracétamol avec mise en place d'un SAS PAL/MAL
- Phase 2 : Création du pôle multiproduits avec mise en place d'un SAS PAL/MAL sur chaque atelier
- Phase 3 : Ajout d'un SAS PAL/MAL dans la laverie

Ce projet est le fruit d'un travail pluridisciplinaire entre les services assurance qualité, production, Département Projets Industriels (DPI) et le laboratoire.

L'objectif du projet PAL/MAL est de mettre en place des SAS Personnel/Matériel sur tous les ateliers de la partie fabrication pour étendre la zone 2 au couloir de la partie fabrication et délimiter la zone 3 aux ateliers. Pour cela, il a fallu mettre en place des SAS d'habillage (SAS PAL) au niveau de toutes les machines afin de se sur-habiller et limiter la contamination entre les zones 2 et 3 et les contaminations croisées en zone 3.

Afin de limiter la contamination, différentes pressions sont exercées entre chaque pièce afin d'orienter le flux d'air et les particules qui pourraient s'échapper de l'atelier. Plus la pression est élevée dans une zone plus elle oriente le flux d'air vers l'extérieur. La pression la plus élevée est ++ (20 Pa) et la moins élevée 0 (0 Pa).

Sur le plan de la zone avant travaux (*Cf Annexe 1*), nous pouvons voir que la pression du couloir était ++ (20 Pa) et celle dans les ateliers + (10 Pa), ce qui indique que le flux d'air était orienté vers la machine pour éviter de contaminer le couloir et les autres lignes par les principes actifs ou excipients. Une fois les SAS PAL/MAL mis en place les pressions ont été modifiées à certains endroits. En effet, nous voyons que sur le plan de la zone après travaux la pression dans les ateliers est toujours + et dans les SAS PAL/MAL elle est ++ donc le flux est orienté vers la machine. En revanche, la pression dans le couloir étant diminuée à 0+ (2-3 Pa), les particules extérieures ne peuvent pas rentrer dans l'atelier. Le SAS PAL/MAL joue donc un rôle de barrière.

## 1.4. Habillage

### 1.4.1. Avant mise en œuvre du projet PAL/MAL

Avant la mise en place des SAS PAL/MAL, tout le personnel de la zone fabrication disposait d'une tenue de travail spécifique pour rentrer dans la zone 3 :

- Charlotte
- Cache barbe
- Tunique et pantalon blanc antistatiques
- Chaussures de sécurité
- Lunettes de sécurité et protections auditives
- Gants et masques chirurgicaux lors d'un contact avec le produit

Les tuniques et pantalons blancs disposent d'un minimum de poches et ne doivent pas générer de fibres de tissus ou particules. De plus aucune partie de la peau ne doit entrer en contact avec le médicament.

En plus de la liste d'habillement ci-dessus, certains ateliers multiproduits étaient soumis au port d'une blouse jetable supplémentaire lors de la production de *combos*. Les formules ne contenant que du paracétamol n'étaient pas soumises à cette règle car c'est une substance active commune à tous les médicaments produits sur le site.

La pesée étant l'étape la plus critique du processus car elle entraîne des contacts directs de poudre avec le personnel. C'est pourquoi ces derniers devaient se vêtir de chaussures de sécurité dédiées ou surchaussures lors de l'habillement dans le SAS personnel de chaque box de pesées.

Pour les visiteurs la tenue réglementaire se composait :

- Charlotte
- Cache barbe
- Combinaison jetable
- Chaussures de sécurité et surchaussures
- Lunettes de sécurité et protections auditives

#### 1.4.2. Après mise en œuvre du projet PAL/MAL

Une nouvelle procédure a été établie afin de spécifier les nouvelles conditions d'habillage. Pour les ateliers disposant d'un SAS personnel : centrales de pesées (CDP), pôle compression paracétamol, pôle multiproduits et MANESTY (pelliculage), le port d'un sur-habillage est nécessaire pour l'ensemble des personnes qui entrent dans ces ateliers (55) :

- Charlotte (à apposer par-dessus la charlotte blanche)
- Cache-barbe (à apposer par-dessus le cache-barbe blanc)
- Combinaison jetable avec fermeture éclair
- Surchaussures par-dessus les chaussures de sécurités (ou chaussures dédiées pour les box de pesées)
- Lunettes de sécurités et protections auditives

Pour les autres ateliers sans SAS PAL/MAL, l'habillage reste le même qu'avant la mise en place des SAS.

Lors de la mise en pratique, plusieurs points ont dû être réévalués et une analyse de risques a été faite avec un groupe pluridisciplinaire. En effet la combinaison jetable a engendré des problèmes de chaleur, des risques de chutes lors de l'habillage et des changements fréquents entraînant des pertes de temps. Cette combinaison ne convenait pas à nos besoins, notamment en termes d'ergonomie. L'analyse de risque a conduit à remplacer la combinaison par une blouse jetable dans les ateliers à la différence des centrales de pesées où il y a un contact direct avec le produit.

Le port des surchaussures a également été modifié. Il a été remonté un risque Hygiène, Sécurité, Environnement (HSE), notamment le risque de glissades lors de l'utilisation des escabeaux ou de poudre au sol.

Un Position Paper a été rédigé afin de justifier l'absence de surchaussures dans certains ateliers. En effet plusieurs principes actifs sont manipulés sur le site de Lisieux :

- Paracétamol
- Codéine
- Pseudoéphédrine
- Doxylamine

Les trois derniers principes actifs de la liste ci-dessus ne sont jamais seuls, mais en association avec le paracétamol (produits de type *combo*).

Lorsque le paracétamol est le seul principe actif manipulé dans tous les ateliers, il n'y a pas de risque de contamination croisée inter-principe actif. Le risque principal de contamination est de nature aéroportée. Par conséquent il est autorisé de ne pas porter de surchaussures pour entrer dans les ateliers manipulant du paracétamol. (56)

Pour les autres ateliers multiproduits, les surchaussures jetables ont été remplacées par des surchaussures en caoutchouc réutilisables. Elles sont à nettoyer avec de l'alcool à chaque fin d'équipe et chaque changement de produits.

Dans les ateliers sans SAS produisant des médicaments à base de pseudoéphédrine, codéine et doxylamine le port d'une blouse jetable par-dessus la tenue de zone est nécessaire pour toutes les personnes entrant dans l'atelier comme cela était le cas auparavant. Les changements d'habillement ont été récapitulés dans le tableau suivant. (Cf *Tableau 6*)

Il a été décidé d'habiller les opérateurs sur lignes plutôt que les personnes extérieures du couloir (Agents de Maîtrise (AM), maintenance...) Les raisons ont été la praticité mais également le côté écologique et économique. En effet le taux de consommables utilisés est moins élevé en habillant les opérateurs plutôt que les personnes externes. Il faut également prendre en compte les problématiques de réapprovisionnement comme cela a été le cas durant la pandémie de Covid-19.

Tableau 6 : Habillage Avant/Après la mise en place des SAS PAL/MAL

Ateliers	SAS	Produit	Avant PAL/MAL	Après PAL/MAL
CDP	Oui	Multiproduit	Charlotte Tenue blanche Blouse jetable Chaussures dédiées	Remplacement : - Combinaison jetable à la place de la blouse jetable Ajout : - Sur charlotte
HUTTLIN1200	Non	Monoproduit	Charlotte Tenue blanche	Pas de changement
DIOSNA	Non	Multiproduit	Charlotte Tenue blanche Blouse jetable*	Changement en cours pour avoir des chaussures dédiées
FETTE C250-1 C250-2	Oui	Monoproduit	Charlotte Tenue blanche	Ajout : - Sur charlotte - Blouse jetable
R190	Non	Multiproduit	Charlotte Tenue blanche Blouse jetable*	Ajout : - Surchaussures en caoutchouc
KILIAN G140	Oui	Multiproduit	Charlotte Tenue blanche Blouse jetable*	Ajout : - Sur charlotte - Blouse jetable - Surchaussures en caoutchouc
ADAPTA	Oui	Monoproduit	Charlotte Tenue blanche	Ajout : - Sur charlotte - Blouse jetable
MANESTY	Oui	Monoproduit	Charlotte Tenue blanche	Ajout : - Sur charlotte - Blouse jetable
ZANASI	Non	Monoproduit	Charlotte Tenue blanche	Pas de changement

\* Blouse jetable lorsque l'atelier n'est pas en production de Doliprane® 500mg, 1000mg comprimés ou gélules

La mise en place de ces SAS a engendré une « perte de temps » à cause de l'habillage/déshabillage des opérateurs. Aussi, de nouvelles fonctions ont été confiées aux auxiliaires de production (AP) dans les couloirs pour limiter les entrées/sorties d'ateliers par les opérateurs.

## 1.5. Flux de production

### 1.5.1. Suivi des entrées et sorties des opérateurs

Avant le projet PAL/MAL, les opérateurs sur lignes entraient et sortaient leurs contenants (*Big-bags* (BB) et cuves) de leurs ateliers sans avoir besoin de se déshabiller et de se rhabiller. A la suite de la mise en place des SAS, il a fallu prendre en compte le temps d'habillage/déshabillage des opérateurs qui a augmenté le temps de sortie de la zone. En faisant le test avec plusieurs opérateurs, le temps d'habillage moyen est de 1 minute et 22 secondes et 44 secondes pour le déshabillage. Il faudra donc compter environ 2 minutes supplémentaires par sortie de zone.

Le problème posé est de savoir comment diminuer le nombre d'entrées et sorties des opérateurs afin de leur éviter de s'habiller/déshabiller à chaque déplacement de cuves et *big-bags* (armature contenant des comprimés et gélules). En effet cette question est importante dans le cadre des gains de productivité et gains financiers.

Pour limiter les entrées et sorties, les opérateurs ont besoin d'une aide support. Un travail sur les fonctions de l'AP a donc été initié dans le but de consacrer une part de leur charge de travail au PAL/MAL.

Avant, les opérateurs étaient aidés par les AP quand ceux-ci avaient du temps dans leur planning, cependant cette tâche ne faisait pas partie intégrante de leur agenda, il s'agissait d'entraide. Nous avons donc étudié l'agenda standard des AP afin d'analyser la charge disponible qui pouvait être consacrée au PAL/MAL.

Nous avons dans un premier temps suivi le nombre d'entrées et sorties de contenants par l'opérateur afin de déterminer puis analyser dans quelle mesure l'AP pourrait les aider. L'AP n'ayant pas le temps de faire tous les déplacements, nous avons cherché à voir quels déplacements étaient à traiter en priorité. Les cadences de certaines machines notamment les presses du pôle compression paracétamol étant plus élevées que pour d'autres ateliers, le nombre d'entrées et sorties de contenants par le SAS MAL est plus conséquent. Les opérateurs qui travaillent dans ce pôle ont déjà l'habitude de s'entraider sur les déplacements de cuves et BB pour éviter de sortir à chaque fin de remplissage de BB et cuves vides.

Un tableau récapitulatif a été réalisé avec les informations importantes à prendre en compte, notamment le temps pour produire un lot et le nombre de contenants à sortir. Ce tableau a été indispensable afin d'élaborer le futur agenda standard des AP.

Nous pouvons voir dans le tableau ci-dessous (*Cf Tableau 7*) que sur une équipe de 8 heures, et en admettant que toutes les lignes sont à cadence maximale, environ 52 BB de comprimés/gélules et cuves de poudre entrent et sortent des zones machines par les opérateurs ou AP. Les contenants passant par la presse R190, la MANESTY ou la ZANASI ne sont pas rentrés dans le tableau car les opérateurs ont plus de temps, moins de contrôles et de tâches à l'extérieur à effectuer leur permettant de se charger eux-mêmes de la sortie des contenants.

*Tableau 7 : Répartition du nombre de contenants par équipe*

Machines	Temps/lot	Big-bag/équipe	Cuve/équipe	Entrées + sorties par équipe
FETTE	1 équipe	5	2	$14 = (5+2) \times 2$
C250-1	1 équipe	6	2	16
C250-2	1 équipe et demie	2	1	6
G140	2 équipes	2	2	8
ADAPTA	3 équipes	1	1	4
KILIAN	3 équipes	1	1	4
		17	9	52

Comme vu au début de cette partie, le temps d'habillage/déshabillage des opérateurs est d'environ 2 minutes par sortie. Sachant que le temps de déplacement d'un contenant est d'environ 5 minutes, les opérateurs mettent 7 minutes à se déplacer. L'AP approvisionne les contenants dans le SAS MAL sans rentrer dans l'atelier, il n'a pas besoin de sur-habillage. Son temps de déplacement est alors de 5 minutes. La conséquence est donc un gain de temps et de productivité si on a une entraide entre opérateurs et AP.

### 1.5.2. Élaboration de l'agenda standard des auxiliaires de production

Les missions de l'AP sont diverses. Il est chargé de laver et préparer les BB et cuves, effectuer des pré-mélanges et mélanges de poudre, s'occuper de l'approvisionnement des consommables et articles de conditionnement et encore d'autres missions annexes. Ils jouent donc un rôle central dans le fonctionnement de la fabrication mais également dans la productivité du secteur.

Avant la mise en place des SAS et en fonction de leurs disponibilités, les AP pouvaient venir aider les opérateurs à déplacer les contenants. A la suite de l'augmentation de la charge de travail de l'AP, il a été budgété un troisième poste d'AP de nuit. Pour cela il a fallu repenser le poste et répartir les tâches sur trois équipes afin de consacrer du temps dans l'agenda pour aider les opérateurs.

Pour déterminer le temps dédié au PAL/MAL, j'ai suivi les AP sur plusieurs équipes et j'ai effectué un diagramme spaghetti permettant de voir tous les déplacements de l'AP sur 8 heures.

Ce travail m'a permis de :

- Répertorier toutes leurs tâches principales dans un tableau,
- Déterminer les fréquences et durées des tâches de l'AP,
- Analyser quelles étaient les tâches les plus récurrentes

Suite à cette analyse, une semaine test a été effectuée avec la mise en place d'un AP de nuit. J'ai ainsi pu, grâce à cet essai d'organisation, découper leur planning pour écrire un standard et répartir leurs tâches sur chaque équipe afin de libérer du temps pour aider les opérateurs. (Cf Figure 21)

## Répartition des activités de l'auxiliaire de production sur une équipe avant la mise en place des SAS

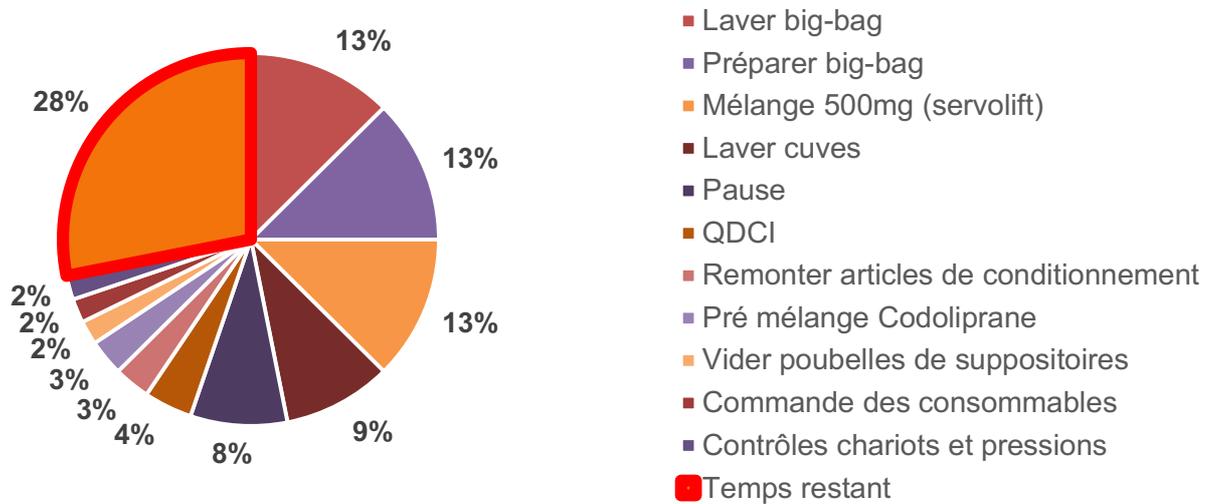


Figure 21 : Répartition des activités de l'AP sur une équipe avant la mise en place des SAS PAL/MAL

Sur les 8H de poste, et après avoir effectué les tâches principales, maintenant réparties sur 3 équipes d'AP, nous constatons grâce au graphique qu'il reste 2H15 soit 28% de temps disponible par équipe. Sur ces 2H15 il faudra prendre en compte l'aide des opérateurs mais également les tâches annexes qu'il peut y avoir chaque jour comme le déplacement de lots bloqués, le lavage de pièces spécifiques, les demandes de l'AM...

Sur les 2H15 de temps disponible par équipe pour les AP, nous avons estimé que 30 minutes allaient être réservées aux tâches annexes des AP et 1H45 aux déplacements des contenants.

Comme vu précédemment, 52 BB et cuves sont déplacés sur une équipe de 8H. Chaque déplacement prend environ 5 min. Sur les 1H45 de temps consacré aux déplacements, les AP peuvent donc prendre en charge 21 BB et cuves ( $1H45 / 5 \text{ minutes} = 21$ ).

Chaque jour étant différent et les machines ne tournant pas systématiquement à cadence maximale, ces chiffres restent approximatifs. Cependant, nous constatons que les AP ne pourront pas prendre en charge tous les déplacements de BB et cuves.

Les opérateurs devront donc continuer d'en déplacer eux même et s'aider entre eux comme ils le font actuellement pour éviter d'avoir à se déshabiller à chaque fois.

### 1.5.3. Priorisation des tâches

Nous nous sommes ensuite demandés comment prioriser ces déplacements entre les opérateurs et AP. Le pôle compression est regroupé dans une même pièce et ne possède qu'un SAS PAL/MAL pour les 3 lignes monoproduit. La priorisation se fait sur deux axes. Ces 3 machines étant à plus forte cadence, le nombre de cuves et BB à déplacer par heure est plus élevé que sur les autres machines de la partie fabrication. Par conséquent, cette zone est à prioriser par les AP afin de désengorger la zone machine et le SAS MAL qui ne peut accueillir que 2 contenants à la fois. Cela permet de limiter les risques HSE et de favoriser le flux prioritaire (Doliprane® 1G).

Les AP devront aider à déplacer les BB et cuves lors des changements de lots en amenant le BB1 et la cuve 1 et en sortant les derniers BB et cuves. Aujourd'hui les changements de lots représentent le goulot d'étranglement de la production. L'aide des AP représentera un gain de temps et un gain financier en permettant aux opérateurs de se consacrer aux autres tâches comme le remplissage du Dossier De Lot (DDL) ou encore le nettoyage de la machine.

Afin de déterminer l'attribution des déplacements j'ai effectué un planning (*Cf Tableau 8*) qui retrace toutes les entrées et sorties des contenants. Cet aménagement a été élaboré à titre indicatif étant donné la fluctuation des cadences.

Tableau 8 : Planning des entrées et sorties de contenants

Machines	Contenants	Entrées	Sorties
FETTE	BB1		
	BB2		
	BB3		
	BB4		
	BB5		
	Cuve 1 poudre		
	Cuve 2 poudre		
C250-1	BB1		
	BB2		
	BB3		
	BB4		
	BB5		
	BB6		
	Cuve 1 poudre		
	Cuve 2 poudre		
C250-2	BB1		
	BB2		
	BB3		
	Cuve 1 poudre		
ADAPTA	BB1		
	BB2		
	BB3		
	Cuve 1 poudre		
	Cuve 1 gélules		
	Cuve 2 gélules		
G140	BB1		
	BB2		
	BB3		
	Cuve 1 poudre		
	Cuve 1 gélules		
	Cuve 2 gélules		
KILIAN	BB1		
	BB2		
	BB3		
	Cuve 1 poudre		



Déplacement de contenants par l'AP



Déplacement de contenants par l'opérateur

## 1.6. Bilan du projet PAL/MAL

Mon rôle dans cette mission a été la conduite du changement. Pour cela je suis allée sur le terrain afin de communiquer avec les AP. Nous avons effectué des réunions d'équipes durant lesquelles j'ai pu leur exposer ma mission, leur expliquer ce qui aller changer dans le futur et comment nous allons les aider. J'ai pu les rassurer face à leurs craintes et répondre à leurs interrogations afin de les intégrer pleinement au projet.

Aujourd'hui et après plusieurs mois de fonctionnement, on constate que l'AP aménage son planning de tâches principales en fonction des machines en action et des déplacements de contenants. Étant donné que les machines ne tournent pas forcément toutes en même temps, la plupart des contenants sont déplacés par les AP. Afin de permettre aux AP de s'organiser au mieux, la communication de tout le personnel de fabrication doit être constante et optimale.

## 2. SMED Changement de lot FETTE

Suite à la mise en place d'une nouvelle presse à comprimés en 2020 et d'une montée en cadence, un SMED a été initié sur la presse FETTE afin de diminuer les temps de changement de lot.

### 2.1. Presse FETTE

La machine dont nous cherchons à augmenter les performances est la presse rotative FETTE 3090i. Arrivée sur le site en 2020, elle est monoproduit et dédiée à la compression du Doliprane® 1G comprimés.

Le fait d'avoir une presse monoproduit est un avantage. En effet, nous limitons les risques de contaminations croisées. De plus les dépoussiérages ont lieu tous les mois et les nettoyages se font tous les six mois alors qu'avec un changement de format il est indispensable d'effectuer un nettoyage entre chaque campagne de lots. Il existe donc un gain de temps en production ainsi qu'un gain financier.

La FETTE est la ligne à plus haute cadence du site avec une production pouvant aller jusqu'à 470 400 comprimés/H. En routine elle est habituellement validée à 340 000 comprimés/H. C'est une ligne à double sorties comprimés, disposant de 49 poinçons supérieurs, inférieurs et matrices la rendant idéale pour la production de lots conséquents. (Cf Figure 22) (57)



Figure 22 : Photos de l'atelier FETTE 3090i

Comme son nom l'indique la presse permet grâce à une force de compression de comprimer la poudre sortant de granulation en comprimés de masse et dureté similaires contrôlés en cours de production. Cette compression permet de réduire le volume d'air inter-particulaire et d'accroître le contact des particules entre elles. C'est le réglage des poinçons qui permet de modifier les différents paramètres.

Afin de comprimer la poudre granulée, plusieurs étapes indispensables sont décrites dans le schéma suivant (Cf Figure 23) : (58)

- Remplissage : Le sabot d'alimentation se positionne au-dessus de la matrice pour faire s'écouler la poudre au niveau du poinçon inférieur.
- Arasage : Le sabot recule pour déterminer une masse de poudre fixe.
- Compression : Le poinçon supérieur redescend pour exercer une force de compression sur la poudre.
- Éjection : Le poinçon inférieur se relève pour éjecter le comprimé et le sabot revient en position initiale pour pousser le comprimé vers la sortie.

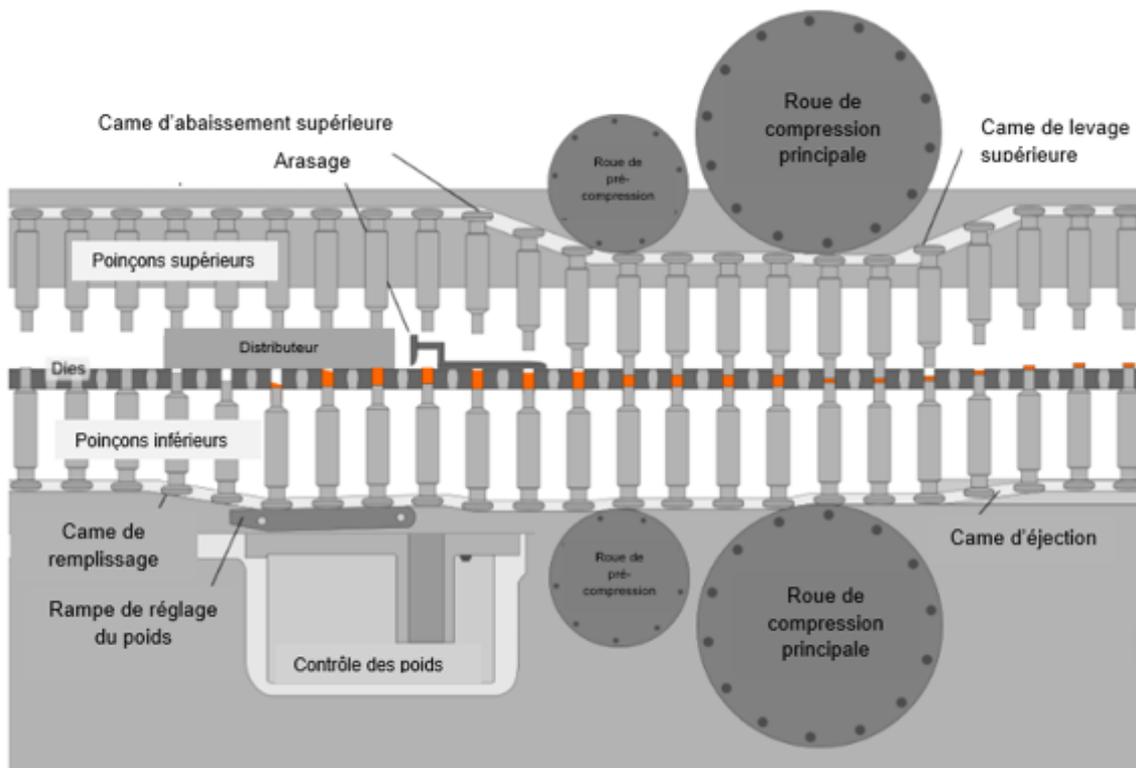


Figure 23 Schéma de compression

La FETTE a une cadence telle qu'elle permet de produire 3 lots par 24H quand la production est optimale. Un lot est fabriqué en 5H30 à 6H et permet de produire environ 1,8 millions de comprimés. La presse alimente 3 lignes de conditionnements, il est donc indispensable de gagner du temps sur le changement de lots pour éviter aux blistereuses d'être à l'arrêt.

Un lot effectué sur FETTE représente 2100 Kg de poudre répartie dans 2 cuves de 1050 Kg, permettant de remplir 5 BB de comprimés. Chaque BB représente environ 405 Kg soit 370 000 comprimés. La perte de matière observée est liée à l'empoussièrement de la presse et aux déchets.

## 2.2. Objectif

Aujourd'hui les changements de lots représentent un temps important d'arrêt de production au sein de l'entreprise engendrant des pertes financières. L'objectif de ce SMED est donc de diminuer les temps de changement de lot sur la FETTE afin d'augmenter la production de Doliprane® 1G comprimés et ainsi élever le TRS, indicateur permettant de suivre le taux de fonctionnement de l'atelier.

Pour rappel, un lot de produits finis se définit comme étant issu de la même production de médicaments et donc fabriqués dans des circonstances identiques, c'est-à-dire avec les mêmes lots de matières premières. Le lot est ensuite nommé avec un numéro unique.

Un changement de lot sur la presse commence lorsque la machine s'arrête, c'est-à-dire lorsque le dernier comprimé du lot précédent tombe dans le BB et se termine quand la machine redémarre et produit le premier comprimé conforme du lot suivant.  
(Cf Figure 24)



Figure 24 : Schéma d'un changement de lot

Avant la mise en place du SMED aucun standard type n'était établi. Les opérateurs procédaient aux actions de changement de lot dans l'ordre qu'ils souhaitaient même si nous avons observé des similitudes concernant cet ordre entre les différents collaborateurs. L'objectif du SMED est donc de rédiger un standard permettant à tous les opérateurs d'effectuer les tâches dans le même ordre afin de réduire les gaspillages et d'éviter les risque qualité et sécurité.

Avant la mise en place du SMED, le temps de changement de lot atteignait 1H45. L'objectif est de réduire de 50% ce temps soit un changement effectué en 50-55 minutes.

## 2.3. Mise en place du SMED

### 2.3.1. Observations

Les travaux du SMED ont débuté avant le lancement des SAS PAL/MAL en 2021. Pour se faire, plusieurs observations chronométrées de changement de lot ont été effectuées. Nous avons suivi différents opérateurs à plusieurs moments de la journée afin d'avoir une moyenne des temps impartis à leurs activités et ainsi voir si celles-ci avaient un impact important sur le changement de lot.

La communication fut très importante pour expliquer aux opérateurs le but du projet afin qu'ils s'investissent pleinement. L'objectif étant certes de diminuer les temps de changement de lot mais également d'analyser toutes les solutions envisageables pour développer de meilleures conditions de travail et améliorer l'ergonomie au poste de travail.

Un diagramme spaghetti a été réalisé pour observer les déplacements de la personne en charge de l'activité. (Cf Figure 25)

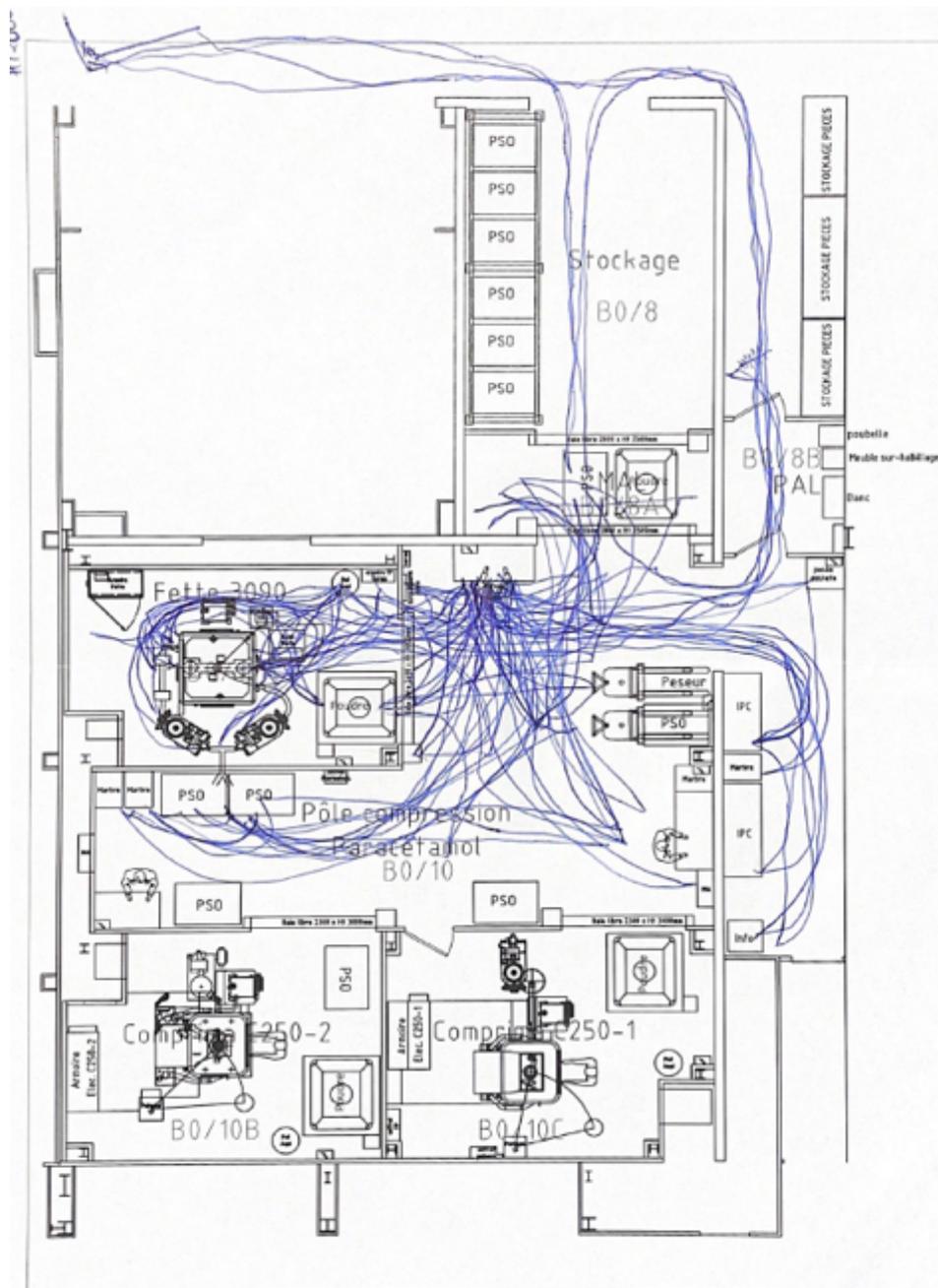


Figure 25 : Diagramme spaghetti d'un changement de lot sur FETTE

On remarque sur ce diagramme que la personne fait beaucoup d'allers et retours au niveau du bureau et dans la zone machine. Elle sort également 3 fois de l'atelier en passant par les SAS PAL d'habillage. A cette époque, les SAS PAL/MAL étaient déjà en place mais non fonctionnels, donc sans habillage/déshabillage de la part des opérateurs et qu'avec une aide occasionnelle des AP pour les déplacements de contenants. C'est pourquoi on remarque les traits qui vont du SAS MAL jusqu'aux couloirs pour déplacer les cuves et BB.

### 2.3.2. Analyse des données

#### 2.3.2.1. Catégorisation des actions

A la suite de ces observations, nous avons effectué un standard type avec les temps moyens observés (Cf Annexe 2). Nous obtenons un temps de changement de lot moyen de 104 minutes, avec très peu d'actions externalisées.

Nous avons ensuite regroupé les actions observées en différentes catégories. (Cf Figure 26)

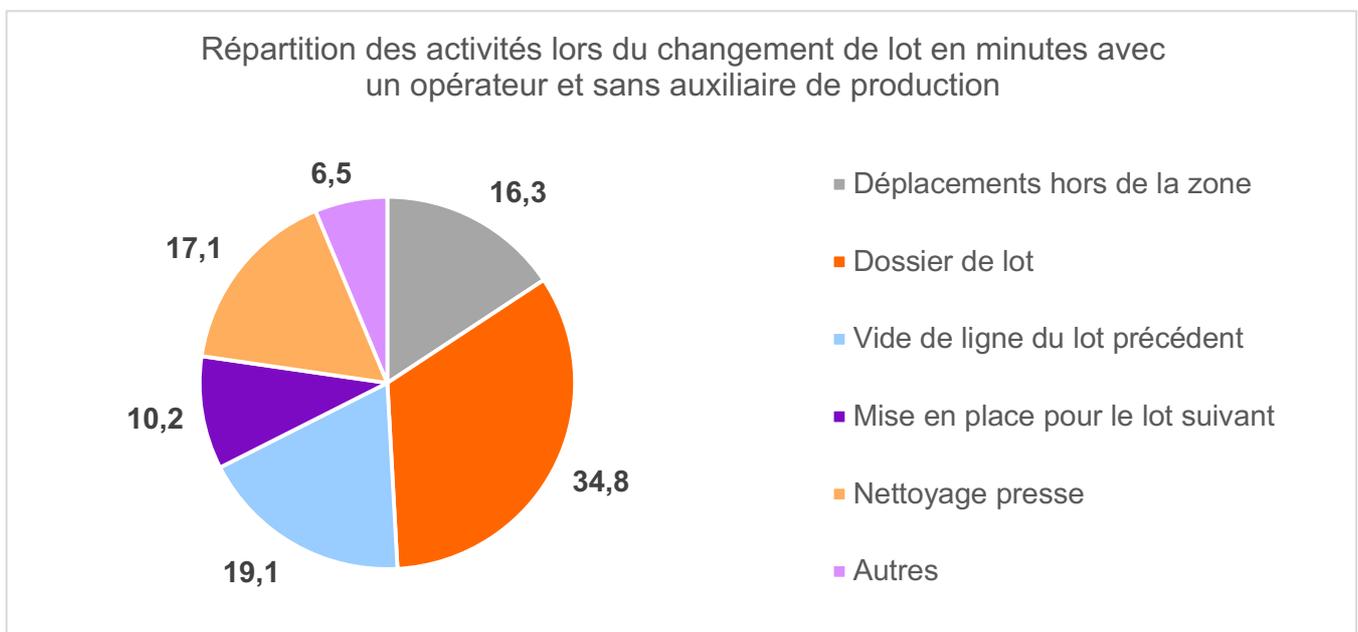


Figure 26 : Répartition des activités lors du changement de lot avec un opérateur et sans auxiliaire de production

La partie DDL est la plus importante, représentant 34% du changement de lot. En effet il faut rentrer toutes les informations relatives à la fin de lot, se connecter sur le logiciel SAP (*Systems, Applications and Products*), imprimer les rapports de lots et remplir le DDL suivant avec les informations adéquates une fois le DDL précédent terminé et rangé pour éviter les mix-up documentaires.

Les déplacements hors zone représentent 16% de l'activité. Il s'agit des déplacements de cuves de poudres et BB de comprimés. Ces mouvements sont aujourd'hui pour la plupart effectués par les AP car pris en compte dans leurs tâches de travail depuis la mise en place des SAS. Nous avons pris en compte ces spécificités dans l'analyse des données afin de mettre ces actions en temps masqué. Nous supprimons alors 16,3 minutes de tâches.

#### 2.3.2.2. Internalisation et externalisation

A la suite de ces observations nous avons internalisé et externalisé toutes les actions. Pour rappel, les actions internes sont celles effectuées lorsque la machine est à l'arrêt et les tâches externes peuvent être faites pendant que la machine est en fonctionnement. Le but est donc de convertir un maximum d'actions internes en actions externes.

La préparation du DDL suivant peut être débuté avant l'arrêt de la machine. Il est possible de remplir certaines données comme la machine utilisée, le numéro de lot en cours et le numéro de lot précédent. Cette action est effectuée en prenant soin de ne pas créer de mix-up documentaire. On pourra alors gagner environ 2 minutes sur cette tâche.

Certaines actions peuvent également débiter avant l'arrêt de la machine. En effet un voyant rouge s'allume lorsque la cuve est vide et qu'il n'y a plus de poudre à aspirer. Cependant le temps de comprimer toute la poudre aspirée, la presse continue de tourner. Il est alors possible de débrancher les tuyaux de la cuve, de la vérifier, et de la remettre dans le SAS MAL pour que l'AP puisse venir la récupérer. Toutes ces actions combinées prennent 6 minutes.

Le chariot d'outils pour essuyer la tourelle de la presse peut être positionné à côté de la machine lorsqu'elle est en marche, et il est également possible de le ramener à sa position initiale, c'est-à-dire dans le SAS MAL, une fois le lot suivant débuté. L'addition de ces deux actions prend 0,8 minute.

La presse ayant deux sorties de comprimés, il faut positionner un BB sous chacune des sorties. Le BB5 est toujours placé en priorité sous la sortie de comprimés la plus lointaine car il est difficile d'y accéder une fois le 2<sup>e</sup> BB positionné (Cf Figure 27). Pour gagner du temps, l'AP peut amener ces BB1 et BB5 dans le SAS pour que l'opérateur les prépare à l'aide d'une poche plastique en temps masqué. Il pourra alors gagner 2 minutes.

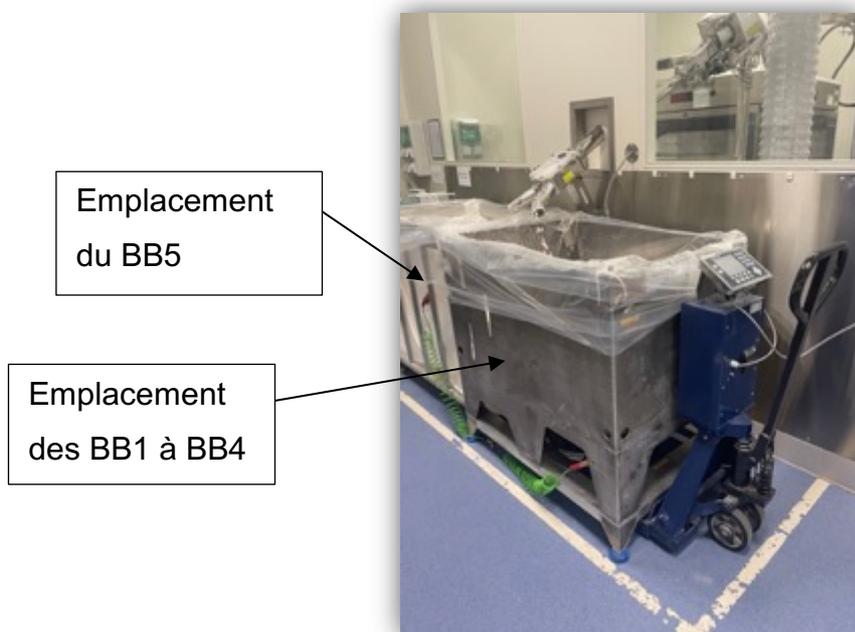


Figure 27 : Emplacements des big-bags

Ces externalisations d'actions nous permettent de gagner 10,8 minutes soit 12,31% du temps de changement de lot. (Cf Figure 28)

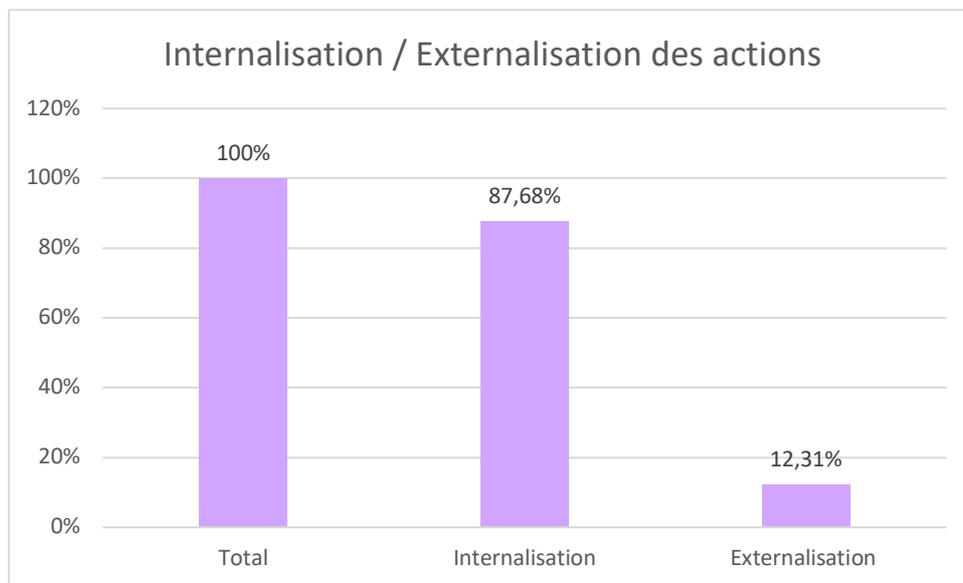


Figure 28 : Internalisation / Externalisation des actions

### 2.3.2.3. ECRS

L'objectif de l'ECRS est d'Éliminer, Combiner, Réduire et Simplifier les actions pour réussir à gagner du temps. Chaque modification d'action peut paraître minime mais lorsque celles-ci sont cumulées il est possible de gagner plusieurs minutes.

Les actions 12 et 16 sur le tableau (Cf Annexe 2) soit la gestion de la cuve, peuvent être combinées afin d'utiliser le transpalette une seule fois. Le contrôle de traçabilité de la cuve peut être fait à son emplacement initial et une fois la vérification terminée il sera possible de déplacer celle-ci dans le SAS MAL.

Concernant l'action 21, il n'est pas nécessaire de déplacer le BB5 avant de le peser. On peut supprimer cette action, il suffira de le peser directement sur place avant de le mettre dans le SAS comme dans l'action 30.

Concernant les actions 122 à 124, l'AP peut amener la 2<sup>e</sup> cuve de poudre du lot suivant dans le SAS MAL pour que l'opérateur n'ait pas à sortir dans le SAS PAL pour aller la scanner dans le couloir. Il aura juste à ouvrir le SAS MAL pour la scanner et pourra ensuite la rentrer dans l'atelier une fois le changement de lot terminé. Lors des observations l'opérateur prenait une minute à scanner la cuve dans le couloir. Aujourd'hui le temps peut être divisé par deux puisqu'il n'a plus à traverser le couloir.

Nous nous sommes également focalisés sur le nombre d'étiquettes qualité à placer dans la zone lors du changement de lot. Elles sont au nombre de neuf sans compter celles placées sur les BB et les cuves. Nous avons alors cherché à voir s'il était possible de diminuer ce nombre sans entrainer d'impacts qualité par la suite.

Nous avons remarqué que les opérateurs utilisent l'aspirateur plusieurs fois pour aspirer la presse, nous avons cherché à voir s'il était possible de combiner toutes les actions utilisant l'aspirateur pour éviter d'avoir à le reprendre à chaque fois mais également pour permettre à l'opérateur d'éviter de se baisser plusieurs fois pour récupérer l'aspirateur, nous limitons ainsi les risques ergonomiques.

En discutant avec les opérateurs, nous avons pu avoir leur point de vue et prendre en compte leurs idées d'optimisation. La priorité pour eux est de mettre une personne supplémentaire qui serait support lors du changement de lot.

#### 2.3.2.4. Plan d'action

Nous avons effectué un plan d'action pour simplifier certaines tâches et améliorer l'ergonomie des opérateurs.

##### • Première action

La première action concerne l'essuyage de la tourelle et de la rigole d'huile de la presse. Il est noté dans le DDL que cette action est à effectuer à chaque début d'équipe, et chaque début de lot soit environ 6 fois par 24H. Ces actions comptabilisent 12,5 minutes représentant 75 minutes/24H.

En discutant avec les opérateurs nous nous sommes rendu compte que parfois un essuyage avait lieu lors du changement d'équipe et 15 minutes plus tard ils devaient le réitérer pour le changement de lot. Selon eux il n'était pas indispensable de le faire aussi régulièrement, un essuyage de la rigole d'huile à chaque changement d'équipe serait suffisant. De plus le fait de démonter le distributeur pour atteindre la tourelle engendre des pertes de poudre de quelques kilos impactant le rendement de la FETTE que l'on cherche à améliorer.

En discutant de ce point avec les secteurs production et qualité, nous nous sommes rendu compte que le nombre d'essuyages conséquent était dû à une *Corrective Action Preventive Action* (CAPA) effectuée lors de l'installation de la FETTE. En effet, plusieurs comprimés étaient tachés d'huile, c'est pour cette raison qu'il avait été demandé d'augmenter la fréquence des essuyages.

Un nouvel impact qualité concernant la fabrication de comprimés tachés ayant eu lieu pendant le SMED, l'idée de diminution du nombre d'essuyages a été abandonnée pour éviter d'impacter la qualité du lot.

#### • Deuxième action

La deuxième action communique avec la première. En effet comme dit précédemment, les opérateurs doivent démonter le distributeur de poudre en début d'équipe et lors des changements de lots pour avoir accès à la tourelle. Ils doivent ainsi le déposer sur un chariot lors de l'essuyage. Nous avons observé que celui-ci était difficilement maniable et plutôt bas entraînant des problèmes d'ergonomie. Le distributeur pesant plus d'une dizaine de kilos il serait judicieux d'avoir simplement à se tourner et le déposer sur un chariot avec plateforme élévatrice plutôt que d'avoir à se baisser avec un risque accru de faire tomber le distributeur ou de l'abimer en le posant de manière trop brusque.

Puisqu'il est impossible de diminuer la fréquence de l'action, un achat de matériel est nécessaire à savoir un chariot à roulettes réglable en hauteur pour faciliter les conditions de travail des opérateurs.

#### • Troisième action

Le troisième plan d'action a été de faire un point avec le secteur qualité pour diminuer le nombre d'étiquettes qualité dans la zone. Celles-ci retracent le nom du médicament, la posologie ainsi que le numéro de lot. (Cf Figure 29)

# DOLIPRANE 1000 MG COMPRIMES VRAC

**LOT N° :**

**REJETS DETECTEUR DE METAUX  
/DEPOUSSIEREUR**

*Figure 29 : Type d'étiquette qualité présente dans la zone*

En effet à chaque changement de lot, il faut décoller et recoller une étiquette sur toutes les parties suivantes : atelier, compression, rejets détecteurs x 2, rejets machine x 2, rejets détecteurs de métaux/dépoussiéreurs x 2, alimentation x 2, BB x 5, transfert pneumatique. S'il semblait logique de garder celles de l'atelier, des cuves et des BB pour éviter tous mix-up, nous avons estimé que les autres n'avaient que peu d'intérêt à être présentes. A l'heure actuelle le point est en cours de discussion mais la suppression de certaines étiquettes n'a pas encore été actée. Le même principe d'étiquettes est effectué sur les autres presses de l'entreprises. Il faut donc voir s'il est possible de les supprimer sur toutes étant donné que certaines sont multiproduits.

Le dernier plan d'action réside dans la façon d'aspirer la presse et la mise en sac de ces pertes de poudre. En effet les opérateurs le font plusieurs fois au cours du changement de lot. Il serait préférable de tout aspirer d'un coup et de mettre en sac une fois toute l'aspiration et le nettoyage de la presse terminé. En effet la poudre aspirée doit être pesée pour effectuer la réconciliation des pertes sur le DDL. Si celle-ci n'est pas correctement aspirée cela peut entraîner des erreurs lors de la réconciliation des déchets.

### 2.3.3. Standardisation

#### 2.3.3.1. Avec un opérateur

Après avoir analysé toutes les données et optimisé les actions nous avons mis en place un standard avec un opérateur. Nous avons déplacé et modifié certaines actions, pour obtenir un temps de changement de lot de 76 minutes. Ce qui entraîne une diminution de temps de 27%. Ces données sont chiffrées sans avoir mis en place la diminution du nombre d'étiquettes qualité et sans avoir effectué de changement de chariot utilisé lors de l'essuyage de la presse.

Le graphique suivant récapitule les temps internes par catégories d'actions. Les déplacements hors zone étant supprimés car effectués par les AP. (Cf Figure 30)

La cible de 50-55 minutes n'est pas atteinte. Pour cette raison nous avons décidé dans un deuxième temps d'élaborer un standard avec deux personnes.

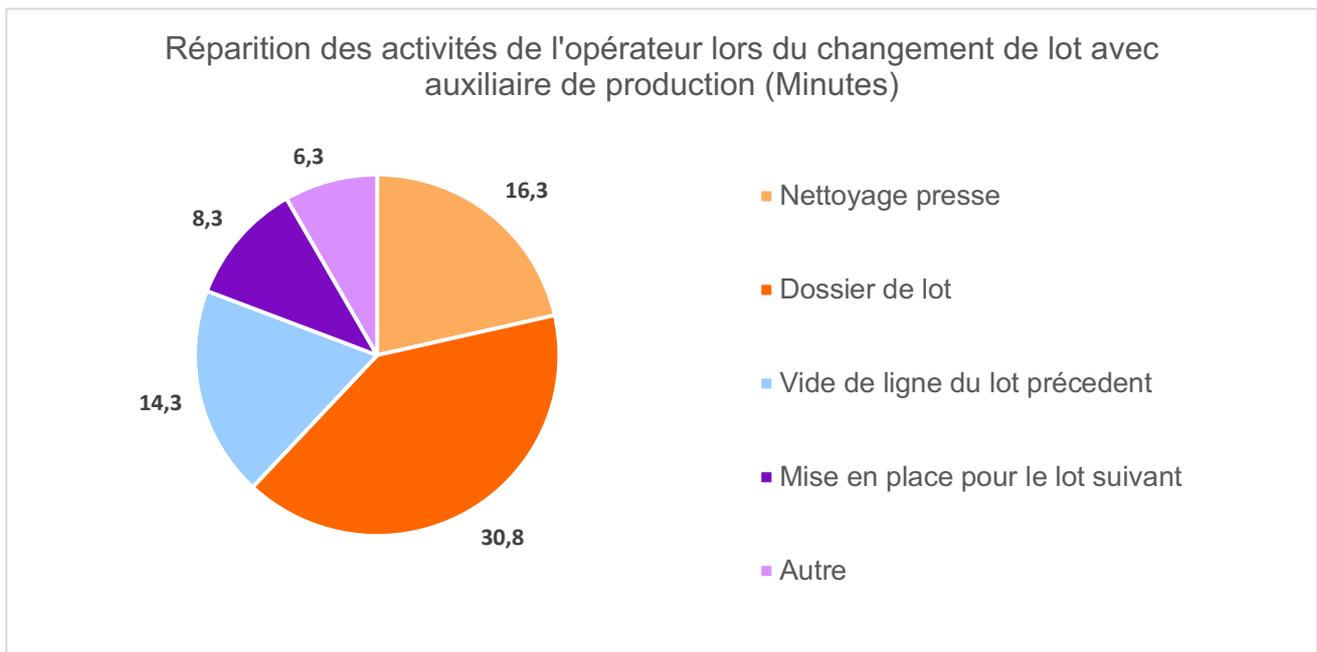


Figure 30 : Répartition des activités de l'opérateur lors du changement de lot après mise en place du standard

### 2.3.3.2. Avec deux opérateurs

Nous avons également effectué un standard sur deux personnes, c'est-à-dire l'opérateur sur ligne plus un support. En effet la presse FETTE étant dans un atelier commun avec deux autres presses, les trois opérateurs de la zone ont l'habitude de s'entraider quand ils le peuvent. Les tâches qu'ils réalisent pour aider leurs collègues sont souvent les mêmes, c'est pour cette raison que nous avons décidé d'incorporer cette aide dans un standard à deux personnes.

L'opérateur support s'occupe principalement d'effectuer le vide de ligne et la mise en place pour le lot suivant (Cf Annexe 3). L'opérateur de la FETTE quant à lui privilégie les actions sur le dépoussiérage de la presse et le remplissage du DDL.

Grâce à cette aide, le changement de lot peut avoir lieu en 65 minutes. L'opérateur support récupère 11 minutes de tâches qu'il peut effectuer lorsqu'il a du temps. (Cf Figures 31 et 32)

La cible de 50-55 minutes pour effectuer le changement de lot n'est pas atteinte mais ce standard permet de s'en approcher.

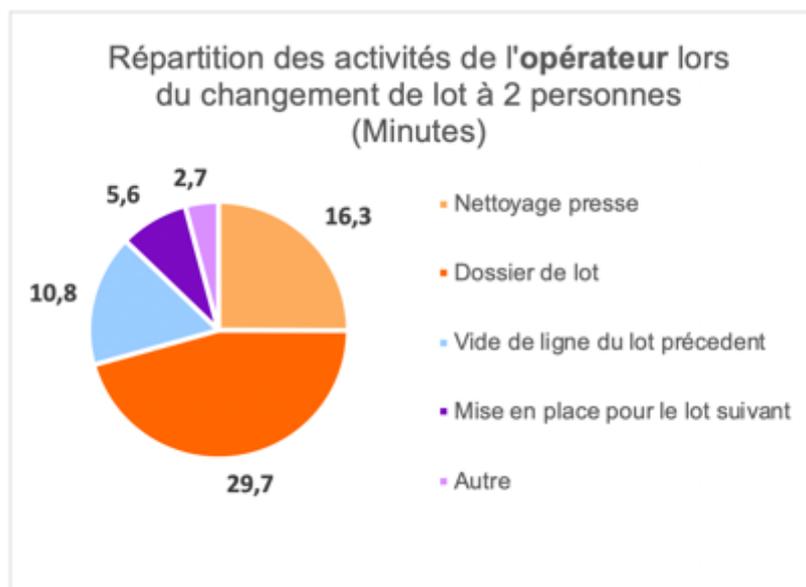
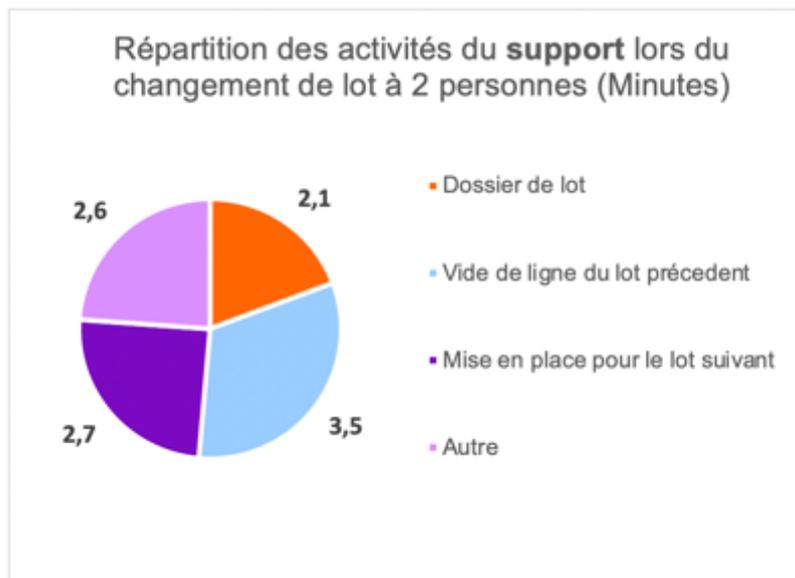


Figure 31 : Répartition des activités de l'opérateur lors du changement de lot à deux personnes



*Figure 32 : Répartition des activités du support lors du changement de lot à deux personnes*

### 2.3.4. Résultats

Les résultats ci-dessous ont été calculés en estimant que la FETTE tourne à 340 000 cp/H et qu'un lot de Doliprane® 1G représente 1,8 millions de comprimés.

*Tableau 9 : Récapitulatif des résultats*

<b>Temps de changement de lot</b>	<b>104 minutes</b>	<b>76 minutes</b>	<b>65 minutes</b>
Nombre de comprimés perdus pouvant être produits en fonction des temps de changements de lots	590 000 cp	430 000 cp	368 000 cp
Gain de comprimés en comparaison avec le changement de lot à 104 minutes		160 000 cp	222 000 cp
Nombre de comprimés gagnés sur 24H (3 changements de lots par 24H)		480 000 cp	666 000 cp
Nombre de comprimés gagnés sur une année		154 millions de cp	214 millions de cp
Nombre de lots pouvant être effectués en plus sur une année en diminuant les temps de changements de lots		85 lots	118 lots

En estimant que 3 lots sont produits par jour sur la FETTE, il sera possible d'en fabriquer 85 de plus par an si l'opérateur est seul sur l'action. Le gain s'élève à 118 lots si on effectue le standard avec un opérateur support. (Cf Tableau 9)

### 2.3.5. Conclusion

En ces temps de crise sanitaire, la production de Doliprane® 1G comprimés se doit d'être optimale. Ce médicament étant l'antalgique numéro un en pharmacie il est inconcevable d'avoir des ruptures de produits.

Le nombre de lots gagnés représente un gain important pour l'entreprise. Cependant il faut faire attention et prendre en compte le conditionnement dans cette augmentation de production. Trois blistereuses sont nécessaires pour conditionner le Doliprane® 1G comprimés. Si ces ateliers ne suivent pas la production, cela va créer un goulot d'étranglement et un coût de stockage des Produits Semi Ouvrés (PSO). S'agissant d'une production à flux tendu, il est important de surveiller la cadence du conditionnement car c'est de ce secteur que dépend le planning de fabrication.

Les actions qu'il reste à développer dans ce SMED sont la diminution du nombre d'étiquettes qualité et la mise en place d'un nouveau chariot pour le nettoyage de la presse. Ces deux points permettront à terme de diminuer de quelques minutes supplémentaires le changement de lot.

# **PARTIE 3 : Conduite du changement**

# **1. Rôle du manager**

Toutes les étapes et mise en place d'outils que nous venons de voir ne sont possibles que par la présence d'un encadrement managérial. Le rôle du manager est de répondre aux objectifs fixés par l'entreprise. Différents types de management se sont succédés au fil du temps pour aujourd'hui avoir un manager dont le rôle est de coacher ses équipes. Il a un rôle de soutien et motive ses salariés pour obtenir des résultats qui perdureront dans le temps.

## **1.1. Aspect réglementaire**

La présence d'un pharmacien responsable est obligatoire dans une industrie pharmaceutique. Son rôle est d'organiser et de surveiller toutes les opérations pharmaceutiques de l'entreprise pour garantir la qualité du médicament et la sécurité des patients. Il doit s'assurer que les BPF soient respectées. (59)

Le responsable de production quant à lui n'est pas obligatoirement un pharmacien. Il doit mettre en place le programme de production en respectant les exigences réglementaires de qualité et de sécurité. Il doit également optimiser les procédés de production pour diminuer les coûts et garantir la livraison des produits dans les meilleurs délais. Son rôle est d'analyser les performances des équipements et de mettre en place des actions préventives et correctives pour assurer une bonne productivité.

## **1.2. Les différents types de management**

### **1.2.1. Management directif**

Dans ce type de management, le responsable assume sa supériorité hiérarchique et dirige ses employés de manière autoritaire grâce à des directives claires et strictes. C'est un management centré sur les objectifs et les résultats qui permet de gagner en efficacité et productivité. Les prises de décisions se font rapidement et sans concertation avec le reste de l'équipe. Le manager ne cherche pas à gagner la confiance de ses employés. Ce manque de relationnel entraîne souvent du stress, des conflits, une baisse de motivation et de bien-être entraînant une mauvaise qualité de vie au travail. (60)

### **1.2.2. Management persuasif**

Dans le management persuasif le manager reste ferme mais moins directif que le précédent. Il possède une autorité mais se montre bienveillant en assurant la cohésion d'équipe et en motivant ses collaborateurs pour obtenir les résultats escomptés. Le responsable prend en considération l'avis de ses équipes en s'assurant que celles-ci aient bien compris l'objectif mais reste néanmoins le seul à prendre la décision finale. (61)

### **1.2.3. Management participatif**

C'est un management horizontal et transversal. Le manager possède un rôle de « coach » en conseillant, en motivant et en responsabilisant ses salariés. La bienveillance et l'esprit d'équipe sont fondamentales dans ce type de management. Le responsable écoute et prend en considération toutes les idées récoltées, permettant de favoriser la prise d'initiative et l'intelligence collective. C'est en concertation de son équipe que le responsable prend la décision finale. La conduite du changement se trouve facilitée, permettant d'assurer le bien-être des employés grâce à de meilleures conditions de travail. (62)

### 1.2.4. Management délégitif

Comme son nom l'indique, le manager délègue certaines tâches et prises de décisions aux employés qui se sentent fortement impliqués. Cependant le manager reste disponible pour répondre aux questions et aider ses collaborateurs. Ce type de management favorise la motivation et la cohésion d'équipe grâce à une communication très développée. Le chef d'équipe doit tout de même rester attentif pour ne pas créer de pression trop importante sur ses salariés. (61)

### 1.2.5. Management intermédiaire

Il existe un dernier type de management, qui se veut être un équilibre des précédents. Il est défini selon le modèle de Blake et Mouton qui classe les 4 types de management en fonction de leurs degrés de management orienté humain et orienté production. (Cf Figure 33) (60)

C'est un équilibre entre l'aspect relationnel et la recherche de résultat. Le responsable essaye de tout concilier pour favoriser le bien être de son équipe. Cependant ce type de management ne montre que des résultats moyens loin de satisfaire les objectifs.

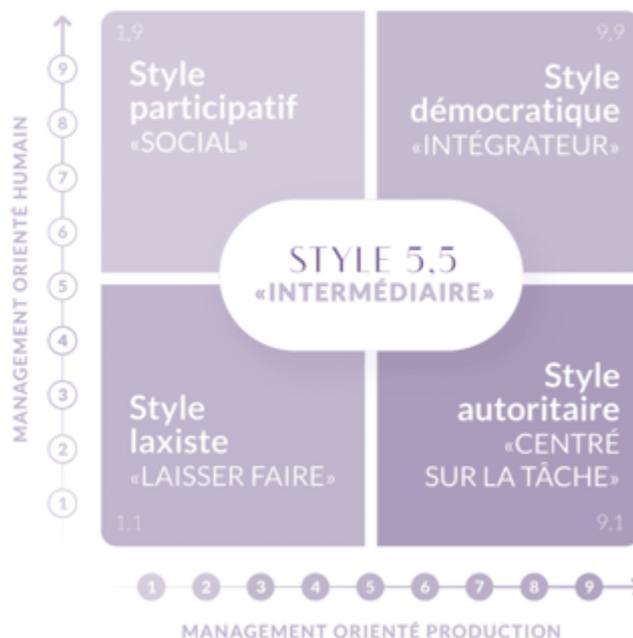


Figure 33 : Modèle de Blake et Mouton

### 1.2.6. Management transversal

Le manager transversal n'a pas de supériorité hiérarchique, ni de pouvoir vis-à-vis des collègues qu'il encadre. Il est reconnu par l'équipe en tant que *leader*, généralement pour piloter un projet. Grâce à son pouvoir relationnel, il encourage la concertation et l'initiative de ses collaborateurs et exerce une influence positive pour favoriser l'intelligence collective.

### 1.3. Quel management adopter ?

Pour mener à bien les projets d'amélioration, le manager doit sensibiliser son équipe à l'utilisation des outils du Lean. Il doit mettre ses salariés en confiance, les rassurer et les impliquer sur les changements qui vont s'opérer pour que l'acceptation soit plus aisée. Le personnel doit comprendre les objectifs fixés et les attentes du responsable pour participer à l'élaboration de nouvelles méthodes de travail et apporter des connaissances supplémentaires liées au terrain. L'accompagnement et l'écoute sont les bases d'un management qui fonctionne. Cela permet d'avoir de bonnes conditions de travail, moins de stress et une plus grande satisfaction du personnel. Le manager doit apporter une énergie positive à son équipe et trouver un équilibre entre sa position de supérieur hiérarchique et son rôle de coach envers ses collaborateurs.

## 2. Outils de pilotage de la performance

Au sein du groupe Sanofi, plusieurs outils de performance ont été développés par le service *Sanofi Manufacturing System (SMS)* afin d'améliorer et de manager la performance des lignes. Certains sont communs à tous les sites Sanofi, d'autres sont actuellement en expérimentation sur le site de Lisieux pour ensuite être développés sur d'autres sites.

### 2.1. iDCM

#### 2.1.1. Objectif

L'iDCM (*iObeya Daily Capacity Management*) est un outil digital de planification quotidienne des ressources et gestion de la performance permettant de satisfaire la demande du client. (Cf Figure 34)

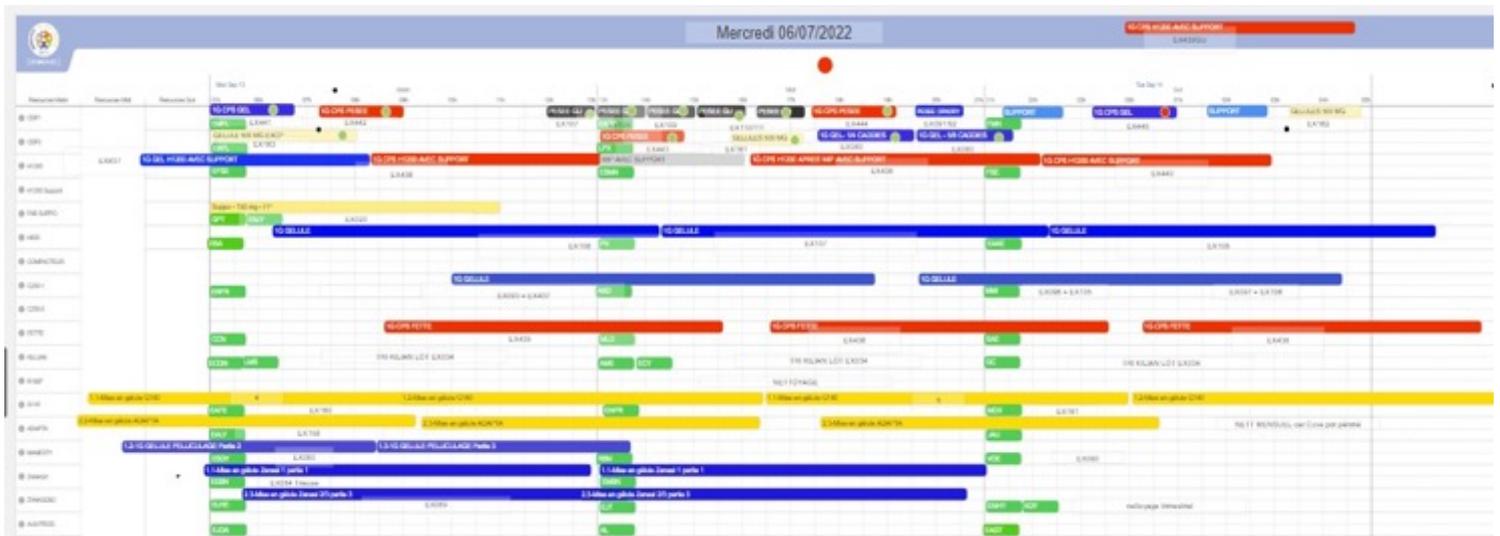


Figure 34 : iDCM du secteur fabrication

L'objectif de l'iDCM est d'avoir un visuel sur les activités planifiées et les ressources allouées des jours précédents (Jour-J et J+1) pour permettre aux AM d'organiser les lignes et d'anticiper les besoins. Il permet ainsi de mettre en parallèle la planification et la réalisation des lots afin d'identifier les problèmes, aider à équilibrer les ressources et assurer la possibilité de résoudre les écarts. Il favorise l'anticipation des problèmes de production et goulots d'étranglement par des alertes visuelles permettant de déclencher la priorité sur les activités. Il s'intègre donc pleinement dans le cadre de l'amélioration continue.

### 2.1.2. Digitalisation

Avant sa digitalisation le DCM (*Daily Capacity Management*) était réalisé manuellement à l'aide de magnets et feutres délébiles (Cf Figure 35). Plusieurs problématiques se sont posées rendant la mise à jour quotidienne très chronophage :

- Temps standards non adaptés après plusieurs années,
- Nombre élevé de magnets, pertes et dégradations de ces derniers à force d'utilisation, risque de chutes,
- Manque de traçabilité



Figure 35 : DCM avant digitalisation

C'est pour ces différentes raisons qu'il a été décidé de digitaliser l'outil avec comme objectif de diminuer de 50% le temps de planification soit un passage de 2 heures à 1 heure.

Après avoir revu tous les standards de production, nettoyage, maintenance préventive et autres activités, le programme a pu être lancé. En plus d'entraîner une transparence des données car visibles dans tous les services de l'entreprise, la digitalisation permet de sécuriser et tracer les données.

La digitalisation du DCM permet ainsi une flexibilité et une agilité afin de s'adapter à la demande du marché en perpétuelle évolution.

Cette digitalisation du DCM expérimentée sur le site Sanofi de Lisieux sera par la suite développée sur d'autres sites de l'entité si les résultats se montrent satisfaisants. Le secteur de la fabrication a été le secteur pilote avant d'être développé aux autres unités de production qui sont le conditionnement et la partie sachet de l'entreprise.

### **2.1.3. Utilisation et mise à jour de l'outil**

Chaque matin l'iDCM est mis à jour par l'AM afin d'ajuster la planification du jour par rapport à l'avance et au retard. Ce travail est très important car il permet de visualiser et de communiquer au client (secteur conditionnement) les lots à approvisionner. Une fois la mise à jour faite l'AM va créer la planification du jour suivant.

Pour effectuer le plan d'action de la journée, il faut se munir du planning réalisé par la logistique afin d'avoir connaissance des expéditions attendues et des lots à lancer en production.

Il faut également prendre en compte la matrice de compétences. En effet, il faut allouer les différents postes aux opérateurs habilités mais également en fonction des habilitations ateliers qui arrivent bientôt à échéance planifier la personne qui doit intervenir sur ladite machine afin d'éviter de perdre du temps à la réhabiliter par la suite. L'objectif est d'avoir des opérateurs formés et polyvalents pour qu'aucune machine ne soit à l'arrêt et ne bloque le processus de fabrication des médicaments.

Pour débiter, il faut programmer les ateliers de granulations puis au fur et à mesure les autres ateliers qui en découle, pour finir par la planification des centrales de pesées. Cette façon de faire permet de s'assurer que chaque étape de fabrication d'un lot est bien terminée avant de lancer la suivante.

Il faut non seulement planifier les lots à fabriquer mais également les nettoyages, changements de formats et maintenances préventives. Pour cela des bandeaux de couleurs différentes sont préprogrammés dans le logiciel pour éviter de perdre du temps à les ajouter. Il restera à entrer les numéros de lots ainsi que les visas des opérateurs en charge de la ligne.

Dans la Figure 34 nous pouvons constater sur l'iDCM du mercredi 6 juillet, que le lot EX436 (Doliprane® 1G comprimés) est en granulation au niveau de l'atelier H1200. Ce lot a été démarré par l'équipe du matin à 8H20 et s'est terminé aux alentours de 13H au moment du changement d'équipe. Ce lot va ensuite être mis en compression au niveau la presse FETTE par l'équipe d'après-midi à partir de 16H30 pour se terminer avec l'équipe de nuit vers 23H30. Le lot suivant EX438 est compressé aussitôt derrière avec une marche de manœuvre de 2 heures entre la granulation et la compression.

Le site de Lisieux étant petit, la capacité de stockage au niveau du magasin est réduite. La production se fait donc en flux tiré. Dès qu'un lot a subi une étape, il doit tout de suite passer à la suivante.

En plus d'avoir une capacité de stockage limitée, il faut que les lots s'enchaînent vite pour éviter certains risques. Lorsque la poudre vient d'être granulée puis mélangée, il faut éviter de la laisser reposer trop longtemps en cuves car elle continue de se tasser et il devient compliqué de la comprimer. C'est pour cette raison qu'il est primordial de lancer le lot sur la compression le plus rapidement possible. Un intervalle de deux à trois jours maximums est laissé entre ces deux étapes pour éviter toutes ces difficultés.

Un DCM manuel a également été affecté à la laverie à la suite de problèmes de planning. Il arrivait que deux ateliers se retrouvent en nettoyage en même temps engendrant un manque d'espace, une perte de temps et un risque de mix-up au niveau des pièces. Ce DCM a permis de résoudre ces problèmes et de reprendre la production le plus rapidement possible.

Une fois la planification du secteur faite, les managers se regroupent deux fois par jour pour visualiser la planification du site et les goulots d'étranglement. Cet outil est appelé *Value Stream Board* (VSB) ou tableau de la chaîne de valeur.

## **2.2. Value Stream Board**

### **2.2.1. Objectif**

Le VSB est un outil visuel clair permettant de suivre le flux physique de production de la pesée jusqu'au conditionnement du produit fini et de garantir la mise à disposition de l'ensemble des éléments à savoir les PSO, les DDL et les articles de conditionnement. Il permet également de bénéficier d'un suivi des essais produits, des nettoyages et des maintenances préventives. (Cf Figure 36)

Cet outil de performance est réactualisé deux fois par jour et en temps réel par les responsables de production et AM lors de points quotidiens entre les services. Cela permet une prise de décision rapide sur les points bloquants afin de gérer les écarts de la production en « juste à temps » et de redistribuer le flux de produits en fonction de la demande du marché.

Tous les détails du lot sont représentés sur le tableau ; les équipements, les stocks intermédiaires, les lots bloqués, les lots retraités ainsi que les lots en cours de revue documentaire et libération.

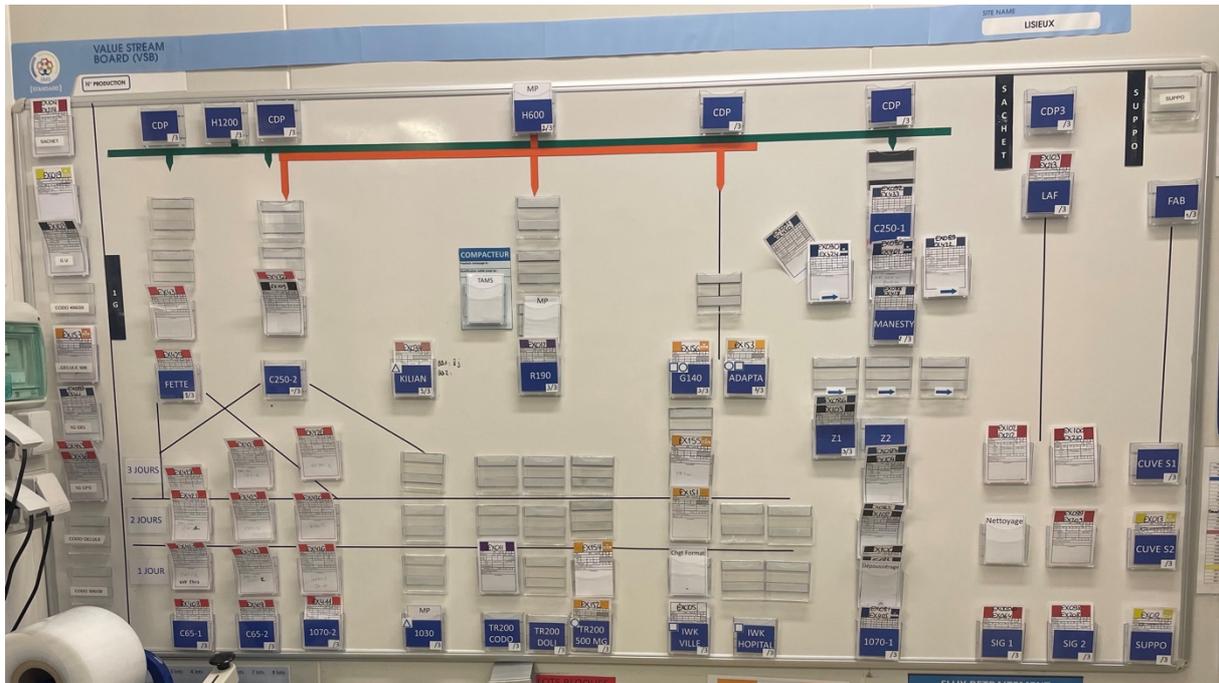


Figure 36 : Cartographie des flux de produits

Une carte contenant toutes les informations indispensables est attribuée à chaque lot. Chaque produit à un code couleur attribué (Cf Figure 37). Ces cartes pré-notées avec le numéro de lot et catégorisées par produit sur la gauche du tableau sont effectuées par le service de logistique qui prévoit à l'avance le planning de production.

<b>MAN :</b>					
<b>Destination</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>X</b>	<b>D</b>	<b>F</b>
<b>CP</b>	1	2	3	4	5
<b>CD</b>	1	2	3	4	5
Secteur	Date/H Théorique		Date/H Réelle		
Pesée					
Conditionnement					
Prélèvements		BA	Q	S	
Edition étiquette (caisse Condi):					
Déviation N°: LISD					
Commentaires:					

Figure 37 : Carte de lot

### 2.2.2. Utilisation

Le flux suppositoires est le premier à être étudié pendant le point quotidien, vient ensuite celui des sachets et pour finir ceux des gélules et comprimés. La production étant à flux tiré, la lecture de l'outil se fait de bas en haut, à savoir du conditionnement jusqu'à la pesée. En effet c'est le secteur conditionnement qui tire la demande de produit et engendre l'ordre de production. C'est ce qu'on appelle une production à flux tiré. La fabrication doit donc se faire en conséquence pour éviter d'avoir un excès de stocks ou à l'inverse une insuffisance de stocks.

Les fonctionnements de tous les ateliers sont évoqués durant ce point ce qui permet de voir les problématiques de production. C'est à ce moment qu'il peut être décidé de transformer un dépoussiérage en nettoyage pour éviter de faire les deux dans un temps réduit ou encore de changer de format pour augmenter la production d'un produit spécifique.

Si on regarde le flux de la presse FETTE on peut voir que ce sont les lignes de conditionnement C65-1, C65-2 et 1070-2 qui tirent la production (*Cf Figure 38*). Les étiquettes 1 jour, 2 jours et 3 jours indiquent le nombre de journées pendant lesquelles les équipements vont pouvoir tourner sans qu'il y ait de risque d'arrêt de la production par manque de produit. Ici on voit que les 3 lignes de conditionnement vont pouvoir être approvisionnées sans soucis pendant 3 jours. La FETTE est, elle en marche, et possède un lot en attente de compression qui sort de l'atelier de granulation. Quant au H1200 il est en maintenance, ce qui explique pourquoi aucune carte n'est présente.



Figure 38 : Cartographie du flux Doliprane® 1G comprimés par la FETTE

En bas de ce tableau plusieurs parties indiquent les lots bloqués ou les flux en retraitement par INSPECAPS (*trieuse de gélules*) dans lesquelles sont placées, en fonction des cas, les cartes de lots concernés.

Les lots bloqués sont les lots non validés. Une décision qualité sur le lot a été réalisée et ses contenants ne peuvent pas être utilisés dans les processus de distribution. Ils sont en attente d'expertises supplémentaires pour savoir s'il est possible de les expédier ou si au contraire ils sont refusés et doivent partir en destruction.

Une fois le VSB terminé, les managers poursuivent le point quotidien en remplissant le tableau +QDCI.



Trois niveaux de +QDCI sont effectués au niveau de la production où différents salariés sont acteurs de ces points quotidiens :

- Niveau 1 : AM et opérateurs
- Niveau 2 : Encadrants fabrication plus une personne de chaque service suivant : Logistique, Conditionnement, Assurance Qualité, Maintenance, Pôle documentaire, DPI, Magasin, Contrôle Qualité, et HSE
- Niveau 3 : Comité de direction

Cet outil actuellement sous forme de tableau effaçable sera par la suite digitalisé afin de favoriser, comme pour l'iDCM, une traçabilité des données.

Plusieurs points sont évoqués dans le tableau. Les cases « objectifs », « règles de la réunion » et « services » sont clairement explicitées avec notamment les informations sur l'heure de la réunion, le temps nécessaire et les personnes conviées au rendez-vous quotidien.

La case « priorité » dépend de la demande du marché. Elle indique sur quels produits nous devons focaliser la production.

Une zone « indicateurs » se situe sur la droite du tableau (+QDCI). Des cercles présents autour de chaque lettre (Cf Figure 40) sont complétés manuellement tous les jours en concertation avec l'équipe selon un code couleur noté dans le tableau ci-dessous. (Cf Tableau 10)

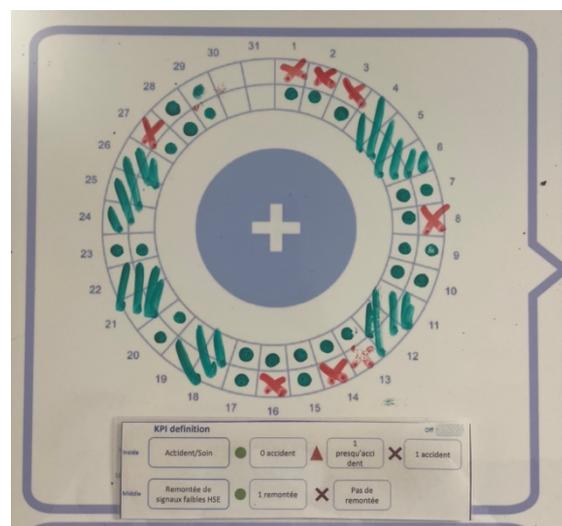


Figure 40 : Cercle +QDCI à remplir en équipe

Tableau 10 : KPI niveau 2 secteur fabrication

	Situation Cercle	KPI			
<b>+</b>	Extérieur	Accident/Événement Potentiellement Grave (EPG)	0 accident/EPG	1 accident	1 presque accident
	Milieu	Signaux faibles/QHSE	1 remontée par secteur	Plus d'une remontée par sous- secteur	
<b>Q</b>	Extérieur	Déviations qualité	Aucun évènement	Plus d'un évènement	
	Milieu	Suivi des déviations	Traitement en phase avec le standard	Traitement hors temps standard	
<b>D</b>	Extérieur	Attente PSO au conditionnement	Aucune attente PSO	Attente PSO	
	Milieu	Traitement retour DDL	Traité en 24H	Non traité dans les délais	
<b>C</b>	Extérieur	Respect des temps standards (Changement de lot, nettoyage, vide de ligne...)	Oui	Non	
	Milieu	Équipement à l'arrêt plus de 6H	Aucun équipement à l'arrêt moins de 6H	Au moins 1 équipement à l'arrêt > 6h	
<b>I</b>	Extérieur	Traitement des actions planifiées	Réalisé	Retard d'une action	
	Milieu	Agenda standard instance	Respecté	Non respecté	

Les KPI sont différents selon les secteurs de l'entreprise sauf pour la partie sécurité des collaborateurs qui est la règle d'or de l'entreprise. En effet plusieurs points sont non négligeables pour mener à bien la production en ayant un poste de travail sécurisé. Une attention particulière doit être apportée sur les points suivants :

- Chutes (Risque de chutes de plain-pied, chutes de hauteur, chutes d'objets...)
- Sûreté (Accès bâtiments, port du badge, documents confidentiels, accès informatique)
- Équipement de Protection Individuelle (EPI) (Port des EPI adaptés à la tâche, disponibilité)
- Équipement (Pièces en mouvement, risques machines, outils...)
- Ergonomie (Postures contraignantes, tâches répétitives, port de charges lourdes)
- Chimique (Respect des stockages et des incompatibilités produits, déversements accidentels)
- Électrique (Isolation des câbles, armoires électriques fermées à clés)
- Environnement (Déversement accidentel ou fuite de liquides, déchets)
- Rangement (5S, circulation, respect des zones de stockages)

Comme son nom l'indique la partie « information/visite » fait référence à tous les renseignements du secteur qui doivent être communiqués au personnel.

L'encadrement « bienvenue aux problèmes » retrace toutes les problématiques du service. Au niveau de la fabrication, il peut s'agir de l'absentéisme, d'un problème d'organisation lors d'un nettoyage ou toutes autres actualités mettant en péril la production. Au contraire la partie « bonnes nouvelles » permet de se féliciter sur un projet, une prise de décision rapide pour régler une difficulté ou encore sur des optimisations permettant d'augmenter la performance d'une ligne.

Les plans d'action quotidiens ou à court terme permettent de fixer les tâches à réaliser et les objectifs à atteindre. On y définit la description du problème, la cause racine, les acteurs et le délai à tenir pour mettre en place les solutions proposées. C'est pour cette raison qu'il est important d'avoir la présence de tous les collaborateurs pendant ce point afin de trouver des réponses ensemble et d'avoir l'avis de plusieurs personnes. Tous les jours les plans d'action sont revus un par un pour faire un état des lieux de leur avancement voire pour les effacer quand une solution a été trouvée.

Une fois les planifications effectuées, les AM doivent remplir un fichier nommé « matrice de compétences », qui retrace toutes les habilitations des opérateurs pour veiller à la bonne utilisation des équipements.

## **2.4. Matrice de compétences et habilitations**

### **2.4.1. Objectif**

Lors de mon alternance, il a été décidé d'actualiser des skill matrix ou matrices de compétences dans les différents secteurs de l'entreprise. J'ai eu pour mission de les mettre en jour dans les secteurs fabrication, sachets et pôle documentaire.

La matrice de compétences est un outil qui permet une vision globale de la répartition des compétences et des ressources. (63) Elle est une aide à la décision utilisée par les managers ou les ressources humaines pour mettre en lumière les compétences déjà acquises par les collaborateurs d'une entreprise ou d'une équipe. Elle permet également la mise en place de plans de formations. Elle a donc un rôle important dans le cadre de l'amélioration continue de la production.

Un des objectifs de cette matrice est de faire un état des lieux des habilitations par équipe ainsi que de faire un bilan du niveau des formations des salariés nécessaire pour atteindre les objectifs fixés et leur permettre d'être plus polyvalents.

### **2.4.2. Mise en place**

#### **2.4.2.1. Ancienne version du fichier d'habilitations**

Avant la mise en place de ce projet, seules les habilitations par ateliers étaient tracées dans des fichiers Excel. Il existait une feuille par atelier avec un tableau Contrat à Durée Indéterminée (CDI) et un tableau intérimaire. Ces informations étaient remplies dans le fichier par le service qualité du site ou par les AM.

Seules les dates d'habilitations machines et les semaines travaillées étaient complétées. Par exemple on voit dans la Figure 41 que Mr. DUPONT Pierre (*Nom d'exemple*), CDI a été habilité le 11/01/2022 sur l'atelier FETTE. Cet opérateur a travaillé sur cet équipement durant les semaines S2, S3, S4, S6, S7, S8, S9 et S10. (Cf Figure 41)

Figure 41 : Ancienne version du fichier d'habilitations

Par ailleurs, un manque d'information relatif au périmètre de l'habilitation a été observé. On a pu constater l'habilitation d'une personne sur l'atelier mais aucune information ne permet de préciser s'il s'agit d'une habilitation complète ou seulement d'une habilitation à la conduite de ligne, au nettoyage, au démontage ou autres habilitations spécifiques. Par ailleurs, il a été noté l'absence d'information sur la déshabilitation d'une personne.

2.4.2.2. Nouvelle version du fichier d'habilitations

Nous avons repensé le fichier d'habilitations pour avoir des informations plus claires et complètes. Ce fichier est à modifier par tous les AM du secteur fabrication et la vérification du fichier se fait par une personne de l'assurance qualité. La Figure 42 ci-dessous retrace le fichier d'habilitations de Pierre DUPONT sur l'atelier FETTE. (Cf Figure 42)

Figure 42 : Nouvelle version du fichier d'habilitations

Nous allons maintenant voir de quelles informations se compose le fichier d'habilitations.

### **• Colonne « Équipes »**

Tout d'abord nous avons rajouté une colonne « Équipe » :

- Équipe A : Équipe Agent de maîtrise N°1
- Équipe B : Équipe Agent de maîtrise N°2
- Équipe C : Équipe nuit
- Équipe D : Salariés qui ne sont plus présents sur le site

Dans l'exemple (*Cf Figure 42*) Pierre DUPONT se trouve en équipe A. Cette nouvelle colonne permet aux AM de retrouver plus facilement les personnes grâce à une flèche déroulante permettant de sélectionner les opérateurs par équipe et de masquer les personnes en équipe D qui ne sont plus présentes sur le site à l'instant T mais qui peuvent être susceptibles de revenir par la suite. Il s'agit généralement de personnes en intérim qui sont présentes sur le site pour des missions ponctuelles ou pour les personnes en arrêt depuis un long moment.

### **• Colonne « Compétences/habilitations »**

Des compétences plus précises ont été ajoutées dans tous les ateliers. En effet dans l'ancienne version, une seule date était complétée sans savoir à quelle compétence elle était attribuée.

Maintenant nous pouvons voir que pour l'atelier FETTE une date peut être indiquée pour les compétences suivantes :

- Conduite de ligne
- Démontage/remontage poinçons
- Nettoyage
- Autres (toutes les autres habilitations qu'il peut y avoir en adéquation avec l'atelier)

Cette fonctionnalité permet de voir si l'opérateur possède une habilitation complète à l'atelier ou seulement une habilitation limitée à certaines compétences.

Dans l'exemple (Cf Figure 42) Pierre DUPONT possède des habilitations à la conduite de ligne et au nettoyage. Cependant il n'est pas habilité au démontage et remontage de poinçons.

Ces situations permettent d'encourager le manager à poursuivre et terminer la formation pour que l'opérateur soit autonome sur l'équipement. Cela permettra de ne plus avoir d'arrêt machine.

**• Colonnes « Date d'habilitation – Historique » et « Date d'habilitation la plus récente »**

La colonne « Date d'habilitation – Historique » permet de voir toutes les dates d'habilitations et réhabilitations par compétences de l'opérateur.

Lorsqu'un opérateur bénéficie d'une nouvelle réhabilitation, il convient de reporter dans le tableau l'historique des dates de ces anciennes habilitations.

Pierre DUPONT a été réhabilité sur la conduite de ligne le 11/01/2022 mais sa première habilitation date du 25/05/2020. Par conséquent, la date du 25/05/2020 a été reportée dans la colonne de gauche « Date d'habilitation – Historique ».

En revanche lorsqu'un opérateur est nouvellement formé, l'AM doit noter la nouvelle date d'habilitation dans la colonne « Date d'habilitation la plus récente ».

Pierre DUPONT a été habilité une seule fois au nettoyage, donc la date se situe dans la colonne « Date d'habilitation la plus récente ».

### **• Colonne « Date d'utilisation la plus récente » et « Semaines »**

Les cases de la colonne « Date d'utilisation la plus récente » sont reliées aux semaines par des formules Excel.

L'AM doit remplir le fichier toutes les semaines en coloriant les semaines de travail en atelier. Pour cela une formule a été mise en place. Lorsque que l'on rentre la date du jour dans la case semaine correspondante, celle-ci se colore en bleue. Cette date est ensuite transférée par une formule directement dans la colonne « Date d'utilisation la plus récente » sans avoir à l'ajouter manuellement. Lorsqu'une nouvelle date plus récente est remplie dans la case semaine de référence, la colonne « Date d'utilisation la plus récente » se met à jour automatiquement.

Pierre DUPONT a conduit la ligne pour la dernière fois en semaine 10. La dernière semaine coloriée est donc la semaine 10 et la date d'utilisation la plus récente correspond au 09/03/2022.

### **• Colonne de référence de la matrice**

Cette colonne est à ne surtout pas modifier. Elle est reliée aux colonnes « Date d'habilitation la plus récente » et « Date d'utilisation la plus récente ». Elle prend en compte la date la plus récente entre les deux colonnes et la case se remplit automatiquement. Cette fonctionnalité est reliée au fichier de la matrice de compétences que je vais expliquer plus tard dans cette thèse.

Dans l'exemple de (*Cf Figure 42*) Pierre DUPONT a été habilité au nettoyage le 24/02/2022 et en a effectué un le 01/03/2022, donc c'est le 01/03/2022, date la plus récente qui se remplit dans la colonne rouge de référence.

### **• Remplissage du fichier**

Le document est à remplir par les AM. Une personne du service qualité peut également intervenir pour rajouter des informations, mais son rôle est surtout de vérifier les informations.

Toutes les dates d'habilitation ont été revues avec les AM, les opérateurs et le service ressources humaines qui stocke tous les fichiers d'habilitations. L'ancien fichier a circulé entre les différentes équipes et services pour mise en conformité de toutes les dates, rajout des informations collectées et modifications des potentielles erreurs dues à l'importante utilisation du fichier.

#### 2.4.2.3. Matrice de compétences

Une matrice de compétences a été jointe au fichier d'habilitations pour avoir plus de visibilité au niveau de la production.

#### **• Colonne « Équipes »**

Le principe de cette colonne est le même que dans les fichiers d'habilitations. Il permet à l'AM de sélectionner les personnes de son équipe et ne visualiser que les opérateurs qu'il dirige.

#### **• Colonne « Noms »**

Il existe une différenciation entre les CDI et les intérimaires qui sont identifiés par un code couleur :

- CDI : Couleur noire
- Intérimaire : Couleur rouge

## • Niveaux de formation

Un jeu d'icônes est utilisé pour visualiser le niveau de formation. (Cf *Tableau 11*)

*Tableau 11 : Légende des niveaux de formation*

	1	En formation
	2	Débutant : Expérience de moins d'un an sur le poste ou dépannage sur le poste
	3	Autonome : Expérience de plus d'un an sur le poste et régulière
	4	Formateur
	0	Nécessite une remise à niveau ou réhabilitation

La légende des niveaux de formation a été choisie par le passé en suivant le système de la roue de Deming (Plan/Do/Check/Act), méthode d'amélioration continue fréquemment utilisée dans les entreprises et développée dans la première partie. Cette légende permet de rendre la matrice plus instinctive et facilement compréhensible.

Nous retrouvons dans le haut du tableau les différents ateliers de la zone fabrication ainsi que toutes les compétences retrouvées dans le fichier d'habilitations. Dès lors qu'une date d'habilitation est complétée dans le fichier d'habilitations, un camembert de niveau doit être ajouté manuellement dans la matrice de compétences (Cf *Figure 43*). Ces camemberts sont reliés par des formules conditionnelles à des chiffres pour permettre aux AM de perdre moins de temps à remplir la matrice. Les niveaux de formations doivent par la suite être suivis dans le temps par les AM afin être modifiés en fonction de l'évolution de l'opérateur.

## **• Couleurs d'habilitations**

Un code couleur a également été ajouté dans la matrice. En effet nous pouvons voir dans la Figure 43 que quatre couleurs sont identifiées. Ces couleurs sont reliées aux dates en rouge situées dans la colonne de référence du fichier d'habilitations et se mettent à jour automatiquement :

- Si la date de référence est comprise entre 0 et 2 mois par rapport à la date d'aujourd'hui alors la case est blanche.
- Si la date de référence est comprise entre 2 et 4 mois par rapport à la date d'aujourd'hui alors la case est orange.
- Si la date de référence est supérieure à 4 mois par rapport à la date d'aujourd'hui alors la case est rouge.
- Si la date de référence est supérieure à 1 an par rapport à la date d'aujourd'hui alors la case est grise.

Une réglementation interne au site indique qu'une habilitation est perdue au bout de quatre mois d'absence d'intervention de l'opérateur sur la machine. L'opérateur ne pourra à nouveau intervenir sur cette machine qu'après avoir bénéficié d'une nouvelle réhabilitation ou réalisation d'une remise à niveau.

La case orange est une alerte pour signaler à l'AM les futures fins d'habilitations. Cette information lui permet de remettre rapidement les opérateurs sur l'atelier afin de leur éviter de perdre leur habilitation.

Les références couleurs sont présentes dans toutes les compétences sauf celle relative au « nettoyage ». Certains nettoyages étant effectués tous les trimestres ou semestres, les opérateurs sont validés par expérience car le nettoyage ne tombe pas forcément sur leur équipe et les 4 mois sont dépassés.



**• Nombre d'opérateurs habilités par compétence**

Une partie sur le nombre d'opérateurs habilités par compétence est présente en dessous du tableau de la matrice. Celle-ci relate le nombre de personnes habilitées par équipe et par compétence.

Cette partie du tableau entre dans le cadre de l'amélioration continue en permettant de voir si le nombre de personnes formées par compétence est suffisant sur chaque équipe pour combler les besoins du secteur fabrication et contrebalancer l'absentéisme.

1	A B C D E				F	I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z										
	NOM					Equipe	Equipement			Compétences			Compétences			Compétences
2							Manesty			FETTE			C 250-12			
3						Conduite	Nettoyage	Maintenance Niveau 1	Conduite	Démontage/remontage poinçons	Nettoyage	Conduite	Démontage/remontage poinçons	Nettoyage		
189	Nombre d'opérateurs habilités					7	5	5	8	4	7	18	5	13		
190					1											
191					2											
192					3											
193					4											
194					5											
195					6											
196					7											
197					8											
198					9											
199					10											
200					11											
201					12											
202					13											
203					14											
256	Niveau de compétence atteint par ligne.															
257																
258																
259																

Figure 44 : Niveaux de compétences atteints par équipe

En prenant l'exemple de la conduite sur l'atelier FETTE (Cf Figure 44) on voit que 8 personnes sont habilitées au total. La répartition se fait de la manière suivante :

- Cases bleues : 3 personnes habilitées sur l'équipe A
- Cases roses : 3 personnes habilitées sur l'équipe B
- Cases vertes : 2 personnes habilitées sur l'équipe C

La ligne rouge fixée par le responsable de fabrication désigne le nombre d'opérateurs minimum à habiliter par équipe pour avoir un bon fonctionnement de la production. On constate que les équipes A et B qui disposent de trois opérateurs formés sont en conformité. L'AM de l'équipe C qui ne dispose que de deux personnes devra être vigilant à ne pas perdre l'habilitation de l'un de ces opérateurs et se retrouver en sous-effectif. Les trois équipes ayant le nombre d'opérateurs requis, les cases « nombre d'opérateurs habilités » sont identifiées en vert. L'objectif fixé est un standard qui est voué à évoluer suivant les besoins et l'absentéisme.

A l'inverse, si le taux d'opérateurs formés n'est pas suffisant, les cases sont indiquées en rouge.

### 2.4.3. Optimisation

L'objectif de la matrice est d'aider les AM à programmer le planning de production en fonction de l'habilitation de leurs opérateurs.

Nous avons pu nous rendre compte, par exemple lors des nettoyages de la FETTE, que le manque d'habilitations bloquait la production. Le démontage et nettoyage étaient correctement effectués car la personne sur ligne était habilitée. Cependant lors du remontage des pièces, l'absence d'habilitation de la personne en poste pour réaliser cette tâche a fait perdre un temps de production de huit heures soit une équipe complète.

La matrice a donc un rôle dans l'amélioration continue pour permettre de distinguer ces problèmes de perte de temps.

Il a également été décidé d'augmenter le nombre de Pilotes de Ligne Automatisée (PLA) en fabrication. Ces personnes doivent avoir plusieurs compétences :

- Analyser et diagnostiquer une panne machine
- Régler la machine
- Démonter et remonter les différentes pièces
- Remplacer certaines pièces techniques
- Réaliser des gammes de maintenance préventive

Aujourd'hui les opérateurs sur ligne font appel au service maintenance dès qu'il y a une panne dans l'atelier. Le but est d'augmenter le nombre de PLA pour éviter à la maintenance de se déplacer, mais également rendre autonomes les opérateurs pour gagner du temps de production.

Deux secteurs de PLA sont définis :

- Secteur compression : Habilitations complètes sur C250-1, C250-2, FETTE, R190 et KILIAN
- Secteur gélules : Habilitations complètes sur ZANASI, ADAPTA et G140

Grâce à la matrice de compétences nous avons pu identifier les personnes habilitées par secteur compression et secteur gélules et ainsi définir les personnes pouvant prétendre au titre de PLA. Celles-ci doivent être habilitées sur toutes les machines du secteur (compression ou gélules) pour obtenir le titre. Il faudra donc mettre en place des formations pour les personnes qui ne disposent pas d'une habilitation complète sur tout le secteur.

Ces travaux d'optimisation ont comme finalité un gain de productivité et par conséquent un gain financier pour l'entreprise qui doit accroître son niveau de production pour répondre à la demande du marché.

## **3. Accompagner le changement**

### **3.1. Qu'est-ce que le changement ?**

Les changements peuvent toucher toutes sortes d'organisations, de méthodes, ou de processus. Pour mettre en place de nouveaux projets dans une entreprise, il est nécessaire de passer par une conduite du changement, c'est-à-dire effectuer un progrès entre la situation actuelle et la future. Celle-ci doit être gouvernée par l'aspect humain. En effet l'aspect technique est important mais sans acceptation de changement de la part des collaborateurs, une tension s'installe et le projet est voué à l'échec. En effet les salariés voient souvent ces nouvelles méthodes comme une surcharge de travail supplémentaire. C'est pour cette raison qu'il est primordial de préparer le terrain et d'accompagner tout le personnel concerné par la nouvelle organisation pour leur expliquer en détail les modifications à venir. C'est cette sensibilisation qui permettra d'atteindre l'excellence opérationnelle.

Pour réussir son processus de changement, plusieurs phases sont à comprendre et à appliquer. C'est le chercheur en psychologie Kurt Lewin qui les définit. (64)(65)

#### **3.1.1. Phase de dégel**

Le but de cette phase est d'expliquer aux salariés la situation actuelle et pourquoi il faut tendre vers des améliorations. Il faut exposer les préoccupations de l'entreprise et leur faire comprendre la situation d'urgence qui s'installe. Il faut changer de méthode et abandonner les anciennes habitudes rapidement. La communication doit avoir une place importante pour éviter toutes résistances au changement de la part des collaborateurs. Les supérieurs hiérarchiques doivent aller sur le terrain pour exposer plus en détail le projet, discuter avec le personnel, prendre en considération leurs craintes, les rassurer mais également prendre en compte leur avis qui peut s'avérer utile pour la suite du projet. Le plan doit être compris par tous pour que chacun puisse se projeter.

### 3.1.2. Phase de changement

Cette deuxième phase représente la mise en pratique du changement et des nouvelles actions. L'opinion des salariés évolue et les doutes s'installent. La communication se doit d'être optimale pour motiver l'équipe et atténuer les incertitudes.

### 3.1.3. Phase de gel

Une fois le projet mis en place et les changements pris en compte, il est important de les évaluer et de les standardiser pour éviter de revenir en arrière. Les réticences s'apaisent mais il est important pour le responsable de rester attentif et de répondre aux interrogations des collaborateurs pour continuer d'avancer dans une bonne dynamique.

## 3.2. Résistance et acceptation

La résistance au changement peut être engendrée par une mauvaise communication et une peur de la nouveauté. L'être humain passe par plusieurs étapes plus ou moins longues selon la personne avant de répondre favorablement à de nouvelles pratiques. Tous ces processus sont détaillés dans une courbe de changement, également appelée courbe du deuil, réalisée par le Dr Elizabeth Kubler-Ross et qui retrace la perception de la personne de la résistance à l'acceptation (*Cf Figure 45*). Il est important pour le responsable de comprendre cette schématisation afin de préparer et d'accompagner son personnel vers une attitude positive.

Cette courbe se divise en deux phases (66) :

- La phase descendante qui représente l'aspect négatif avec le déni, la colère et la peur. C'est dans cette phase que se trouvent les personnes réticentes au projet.
- La phase montante qui représente l'aspect positif, avec l'acceptation, le pardon et la croissance. C'est dans cette phase que se trouvent les personnes ouvertes sur des nouveautés.

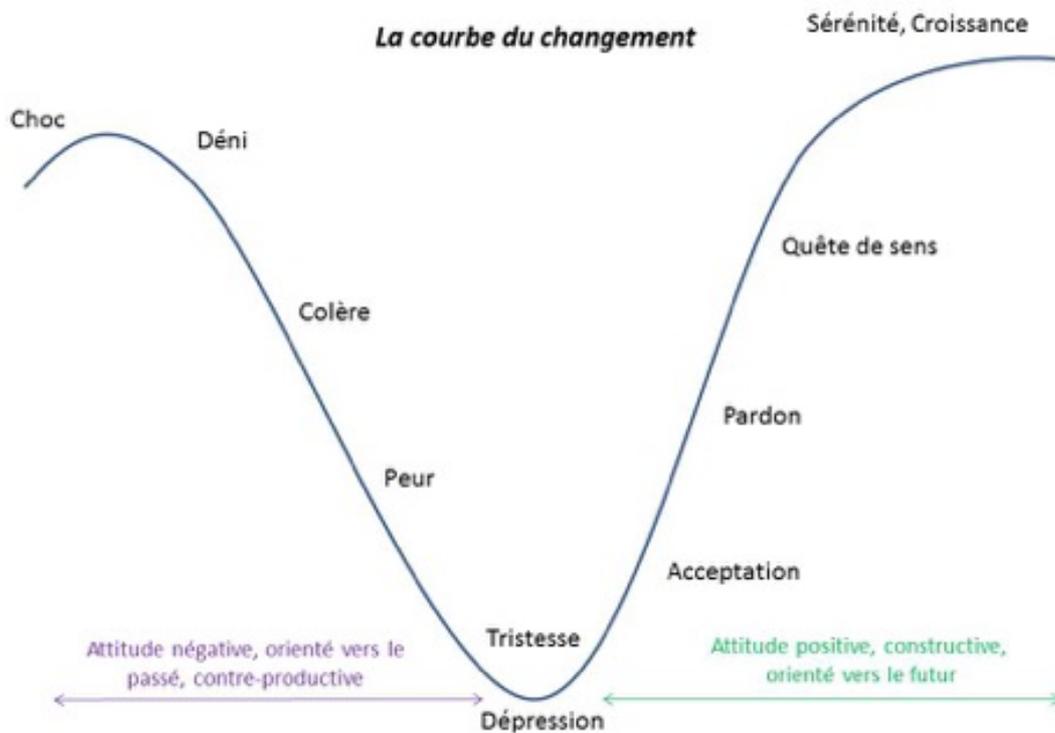


Figure 45 : Courbe du changement

Le manager doit accompagner et préparer ses collaborateurs au changement pour éviter une phase descendante trop longue qui pourrait impacter les résultats de l'entreprise.

Ces résistances aux changements sont souvent le signe d'une mauvaise compréhension du projet, d'un manque de communication, d'une peur de l'inconnu, d'un intérêt personnel, ou d'une peur de ne pas avoir les compétences pour mener à bien les nouvelles missions.

Nous faisons face à plusieurs types de personnes lors d'une conduite du changement :  
(67)

- Opposants : Il s'agit généralement d'un groupe minoritaire (10%) qui s'oppose au projet en apportant constamment des arguments contre.
- Passifs : Il s'agit souvent de la majorité (80%) des personnes. Elles n'ont pas d'avis tranché et cherchent la sécurité. Elles sont hésitantes et attendent de voir les résultats que le projet peut apporter.
- Proactifs : C'est un petit groupe de personnes (10%) qui se montre favorable au changement. Il participe au projet en donnant des améliorations constructives. De plus en étant sur le terrain ils sont susceptibles d'apporter des solutions aux problèmes. C'est avec les proactifs qu'il faut avancer pour que les passifs suivent le mouvement et s'investissent.

### **3.3. Piloter le changement**

La communication est l'outil majeur pour faire prendre conscience de la situation et pour réussir sa conduite du changement. Elle permet de lutter contre l'incompréhension, les craintes et les rumeurs qui peuvent surgir. Pour cela il est indispensable d'aller sur le terrain et prendre en considération les points de vue de chacun pour s'assurer que le projet est compris de tous. Le responsable doit adapter sa communication en fonction de l'employé qu'il a devant lui et selon la phase descendante ou ascendante dans laquelle il se trouve. Il peut également proposer une mise en place de formations pour mettre ses salariés en confiance, les rassurer et les aider à adhérer au changement.

Comme nous l'avons vu plus tôt dans ce rapport, le manager peut prendre la place d'un coach. La conduite du changement est le moment idéal pour faire ressortir ce type de management. Son rôle est de pousser les collaborateurs à s'impliquer. Il les motive, les écoute et les accompagne en créant un climat de travail confortable qui les amènera dans la phase d'acceptation du changement. Le responsable doit savoir féliciter les bonnes actions et les personnes qui prennent des risques. Il doit avoir une relation de proximité, de confiance et de bienveillance avec son personnel pour réussir à établir ce type de communication.

## CONCLUSION

Nous avons vu dans cette thèse que les objectifs du Lean management sont la satisfaction du client et la gestion du changement afin de constamment améliorer les performances de l'entreprise. Il existe cependant encore des failles dans l'industrie pharmaceutique qui cherche continuellement à diminuer ses dépenses en interagissant exclusivement sur le secteur de la production. Le Lean se développant aujourd'hui dans tous les secteurs de l'entreprise, il paraîtrait alors judicieux d'entamer des chantiers Lean en amont de la production pharmaceutique dans le but de faire des économies supplémentaires.

Le retour d'expériences est un point crucial pour comprendre les forces et les faiblesses d'un chantier Lean. L'analyse des succès permet d'en réitérer les méthodes sur d'autres projets et donc d'optimiser d'avantage et de gagner en productivité. Pour autant, il faut continuer de travailler sur les échecs pour comprendre quelles en sont les causes. Cette remise en question permanente permet de rester concurrentiel face au marché émergent.

La connaissance des méthodes et outils du Lean ne suffit pas pour obtenir des résultats. Beaucoup d'entreprises copient les principes de base pour tenter d'obtenir des résultats immédiats, or ce n'est pas la solution car ils ne seront qu'éphémères. Tenter de raccourcir le processus Lean va à l'encontre du premier principe Toyota qui dit « *Fondez vos décisions sur une philosophie à long terme, même au détriment des objectifs financiers à court terme.* »

Par ailleurs, il n'est pas rare d'observer que les outils sont mis en place sans intégrer les employés dans l'équation. Les sensibiliser au projet est un des points essentiels pour que celui-ci fonctionne. En effet, il est aujourd'hui courant que la mise en place de nouvelles tâches soit perçue comme des missions en plus, rendant plus difficiles les conditions de travail. C'est une des principales raisons qui doit motiver une bonne communication entre managers et opérateurs. Le responsable doit soutenir et mobiliser ses employés pour les accompagner vers la réussite de la société.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. Définition du lean, démarche lean - comprendre ce que c'est [Internet]. Institut Lean France. [cité 8 août 2022]. Disponible sur : <https://www.institut-lean-france.fr/introduction-au-lean/definition-du-lean/>
2. L'Arsenal de Venise [Internet]. [cité 8 août 2022]. Disponible sur : <http://venise-tourisme.com/arsenal.html>
3. Fordisme - Tout savoir sur le Fordisme [Internet]. Henry Ford. [cité 8 août 2022]. Disponible sur : <https://www.henryford.fr/fordisme/>
4. Définition : Toyotisme [Internet]. [cité 8 août 2022]. Disponible sur : <https://www.toupie.org/Dictionnaire/Toyotisme.htm>
5. Le système de Production Toyota : modèles mondial [Internet]. Toyota FR. [cité 8 août 2022]. Disponible sur : <https://www.toyota.fr/decouvrez-toyota/groupe/systeme-production-toyota>
6. Liker J. Le modèle Toyota, 14 principes qui feront la réussite de votre entreprise. Pearson; 2009.
7. Fernandez A. Principes du Toyotisme [Internet]. Management et Performance, piloter.org. 2021 [cité 4 août 2022]. Disponible sur : <https://www.piloter.org/six-sigma/toyotisme.htm>
8. FR La maison TPS [Internet]. 2019 [cité 7 août 2022]. Disponible sur : [https://www.youtube.com/watch?v=t5Xvz\\_xVgg4](https://www.youtube.com/watch?v=t5Xvz_xVgg4)
9. Production / Aménagement d'une usine - MEI [Internet]. [cité 7 août 2022]. Disponible sur : [https://www.economie.gouv.qc.ca/objectifs/ameliorer/production/page/guides-et-outils-20155/?tx\\_igaffichagepages\\_pi1%5Bmode%5D=single&tx\\_igaffichagepages\\_pi1%5BbackPid%5D=35&tx\\_igaffichagepages\\_pi1%5BcurrentCat%5D=](https://www.economie.gouv.qc.ca/objectifs/ameliorer/production/page/guides-et-outils-20155/?tx_igaffichagepages_pi1%5Bmode%5D=single&tx_igaffichagepages_pi1%5BbackPid%5D=35&tx_igaffichagepages_pi1%5BcurrentCat%5D=)
10. Qu'est-ce que le takt time et comment le définir ? [Internet]. Kanban Software for Agile Project Management. [cité 7 août 2022]. Disponible sur : <https://kanbanize.com/fr/flux-continu/takt-time>
11. En quoi consiste l'Andon en Lean Management ? | Toyota [Internet]. [cité 7 août 2022]. Disponible sur : <https://blog.toyota-forklifts.fr/tps-lean-andon>
12. Demetrescoux R. La boîte à outils du lean (Malakoff : Dunod DL 2015).
13. Heijunka → Eliminer les variations de production | SESA SYSTEMS [Internet].

[cité 7 août 2022]. Disponible sur : <https://www.sesa-systems.com/heiijunka-eliminer-les-variations-de-production>

14. Kaizen → explications de l'amélioration continue | SESA SYSTEMS [Internet]. [cité 7 août 2022]. Disponible sur : <https://www.sesa-systems.com/methode-kaizen-l-amelioration-continue-aux-moindres-couts>

15. Womack J, Jones D. Système Lean, penser l'entreprise au plus juste. Pearson; 2012.

16. Lyonnet B. Lean Management, Chapitre 5, L'élimination des gaspillages. 2015.

17. Bourret A. Muda Lean : les 7 gaspillages de la gestion Lean [Internet]. Nutcache. 2018 [cité 25 juin 2022]. Disponible sur : <https://www.nutcache.com/fr/blog/mudas-lean-les-7-gaspillages-de-la-gestion-lean/>

18. 11. Muda, Muri, Mura pour éliminer le gaspillage [Internet]. LeanSixSigmaFrance.com. 2021 [cité 25 juin 2022]. Disponible sur : <https://leansixsigmafrance.com/blog/muda-muri-mura-pour-eliminer-le-gaspillage/>

19. Laurie C. Thèse d'exercice de pharmacie :118.

20. Eaton M. The Lean Practitioner's Handbook. Kogan Page; 2013.

21. Les 7 MUDA (ou sources de gaspillage du TPS) | Toyota [Internet]. [cité 25 juin 2022]. Disponible sur : <https://blog.toyota-forklifts.fr/7-muda-lean-tps>

22. Fontanille O, Chassende-Baroz E, De Cheffontaines C. Pratique du lean : réduire les pertes en conception production et industrialisation. Paris : Dunod l'Usine nouvelle 2010.

23. Mongin pierre, Delhalle L, Planchon E. L'art du management visuel. Malakoff Dunod. 2018.

24. Le 5S, Méthode 5S : Seiri Seiton Seiso Seiketsu Shitsuke [Internet]. Certification QSE. 2017 [cité 1 août 2022]. Disponible sur : <https://www.certification-qse.com/le-5s-methode-5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke/>

25. Dies A, Vérilhac T. La démarche lean. La Plaine Saint-Denis AFNOR éditions. 2017.

26. Leconte T. La pratique du SMED : Obtenir des gains importants avec le changement d'outillage rapide. Paris : Ed. d'Organisation DL 2007.

27. La méthode SMED [Internet]. [cité 26 juill 2022]. Disponible sur : <http://www.qualiteonline.com/dossier-52-la-methode-smed.html>

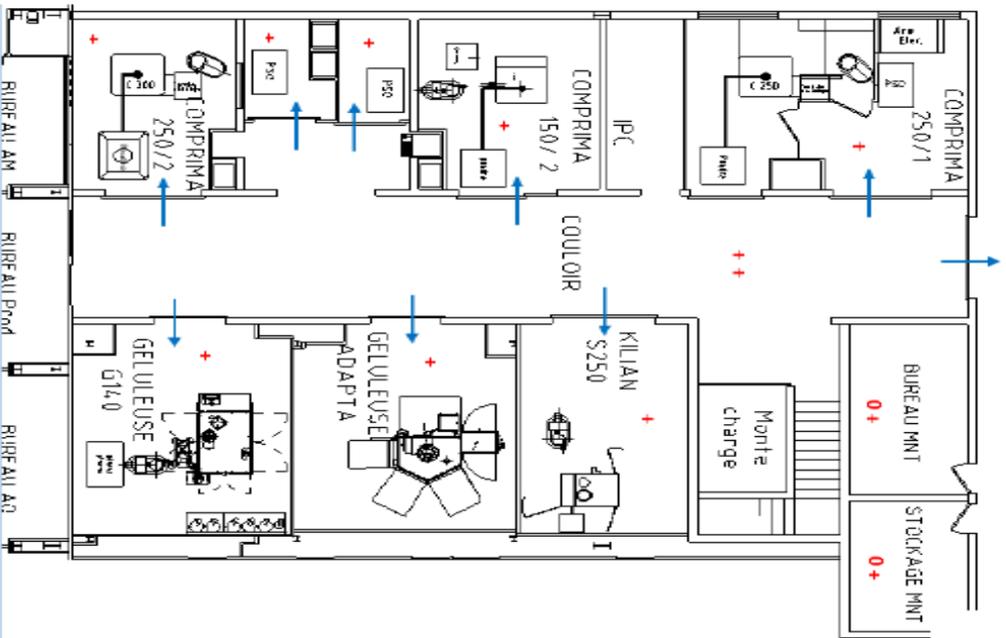
28. cc LSSFL. 19. Qu'est-ce que le SMED ? Exemple de projet SMED [Internet]. LeanSixSigmaFrance.com. 2020 [cité 26 juill 2022]. Disponible sur : <https://leansixsigmafrance.com/blog/qu-est-ce-que-le-smed/>

29. Thèse d'exercice de pharmacie (UPJV).pdf.
30. SMED, Système de modification rapide des réglages des machines [Internet]. [cité 26 juill 2022]. Disponible sur : <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Methodes-optimisation/Smed.htm>
31. Modèle Diagramme Spaghetti | Miro [Internet]. [cité 1 août 2022]. Disponible sur : <https://miro.com/fr/modeles/diagramme-spaghetti/>
32. Dérobert N. La TPM - La total productive maintenance [Internet]. commentprogresser.com. [cité 2 août 2022]. Disponible sur : <https://commentprogresser.com/demarche-tpm-total-productive-maintenance.html>
33. TPM → Méthode et démarche pour un gain de productivité | SESA SYSTEMS [Internet]. [cité 2 août 2022]. Disponible sur : <https://www.sesa-systems.com/tpm-methode-et-demarche-pour-un-gain-de-productivite>
34. Utilisez les principes de la TPM pour responsabiliser vos collaborateurs [Internet]. [cité 2 août 2022]. Disponible sur : <http://leanmanufacturing.com/utilisez-les-principes-de-la-tpm-pour-responsabiliser-vos-collaborateurs/>
35. Julia F. Thèse d'exercice de pharmacie 2015;119.
36. Qu'est-ce que la méthode PDCA ou Roue de Deming ? [Internet]. Prium Transition. 2021 [cité 2 août 2022]. Disponible sur : <https://prium-transition.com/methode-pdca-roue-de-deming/>
37. Autissier D, Johnson K. Les 100 schémas du management. Paris : Eyrolles. 2015.
38. Qu'est-ce que la méthode PDCA ? [Internet]. Kanban Software for Agile Project Management. [cité 2 août 2022]. Disponible sur : <https://kanbanize.com/fr/amelioration-continue/quest-ce-que-la-methode-pdca>
39. Villeneuve F. Valorisation de la démarche d'amélioration continue au sein d'une unité de production pharmaceutique : mise en application sur un atelier de mise en gélules. :118.
40. BENTALAB S. La méthode QQQCCP, un outil d'analyse simple et performant – QUALIBLOG | Le blog du manager QSE [Internet]. [cité 28 juill 2022]. Disponible sur : <https://qualiblog.fr/outils-et-methodes/methode-qqqccp-outil-analyse-simple-et-performant/>
41. Brainstorming : technique et méthode pour trouver des idées créatives [Internet]. [cité 28 juill 2022]. Disponible sur : <https://www.manager-go.com/gestion-de-projet/dossiers-methodes/remue-meninges>
42. Brainstorming : définition, méthode, techniques [Internet]. [cité 28 juill 2022].

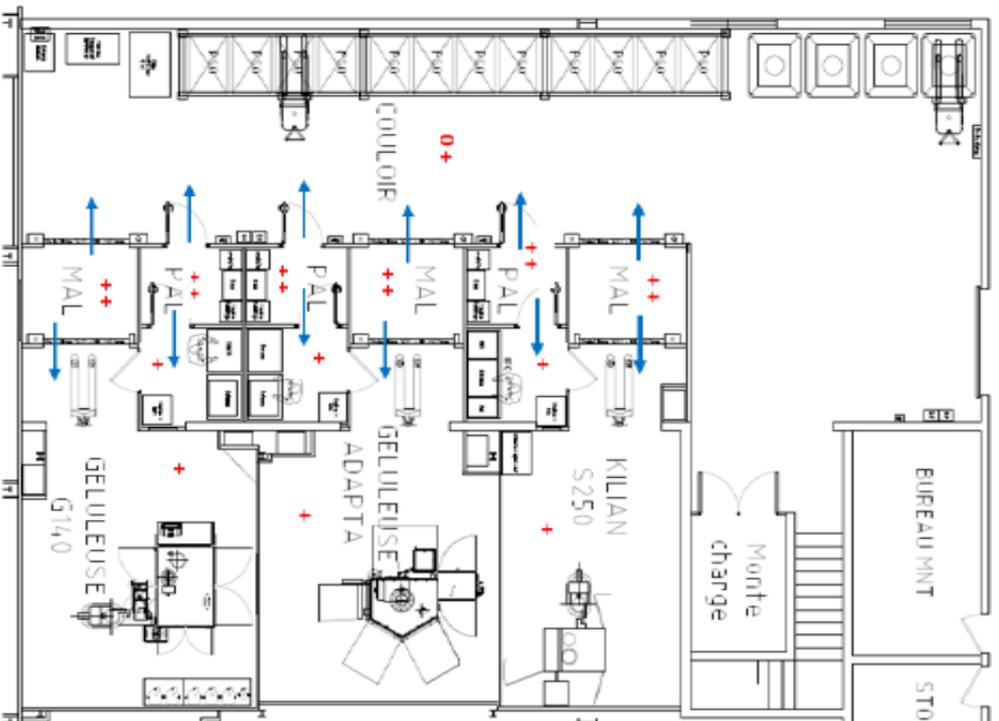
- Disponible sur : <https://www.journaldunet.fr/management/guide-du-management/1145930-brainstorming-definition-methode-exemple/>
43. Méthode des 5 pourquoi : Le guide pratique en 3 étapes [Internet]. [cité 28 juill 2022]. Disponible sur : <https://everlaab.com/methode-des-5-pourquoi/>
  44. Construire un diagramme d'Ishikawa et savoir l'utiliser [Internet]. [cité 28 juill 2022]. Disponible sur : <https://www.manager-go.com/gestion-de-projet/dossiers-methodes/ishikawa-5m>
  45. Feys B, Probert C. Ishikawa Diagram : Anticipate and Solve Problems Within Your Business. Brussels : Lemaitre. 2015.
  46. Lexique #cplusclair : le principe de Pareto ou la Loi de Pareto et la règle des 20/80 [Internet]. Humanperf Software. 2020 [cité 29 juill 2022]. Disponible sur : <https://www.humanperf.com/fr/blog/lexique-cplusclair/articles/loi-pareto>
  47. Philippe D. Le diagramme de Pareto permet de prioriser les actions à mener [Internet]. Damien Philippe. [cité 29 juill 2022]. Disponible sur : <https://www.leanenligne.com/blog/diagramme-de-pareto>
  48. Ostermeier M, Lay J, Prediger S. Les indicateurs « SMART » pour mesurer le travail décent : proposition dans la perspective du programme de développement pour l'après 2015. Blackwell Publishing.
  49. TRS (Taux de Rendement Synthétique) - FL Consultants [Internet]. [cité 2 août 2022]. Disponible sur : <https://flconsultants.fr/lean-manufacturing/trs-taux-de-rendement-synthetique/>
  50. Nous connaître - Sanofi [Internet]. [cité 30 juill 2022]. Disponible sur : <https://www.sanofi.com/fr/nous-connaître>
  51. Substance psychoactive - Ministère des Solidarités et de la Santé [Internet]. [cité 12 juin 2022]. Disponible sur : <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/medicaments/glossaire/article/substance-psychoactive>
  52. Audit Pharmaceutique [Internet]. CHMP. [cité 12 juin 2022]. Disponible sur : <https://www.chmp.org/audit-pharmaceutique/>
  53. Procédure Qualité AQU-MO-0008 : Audit Qualité interne - Programme, réalisation, rapport et suivi Sanofi. 2021.
  54. ANSM Bonnes Pratiques de Fabrication.pdf.
  55. Procédure Qualité AQU-PG-0025 : Procédure générale d'habillage Sanofi. 2022.
  56. Position Paper PP2103 : Non port de chaussures pour les ateliers paracétamol Sanofi. 2021.

57. Brochure FETTE 3090i\_eg.pdf [Internet]. [cité 22 juill 2022]. Disponible sur : [https://www.fette.com.br/wp-content/uploads/2021/01/3090i\\_eg.pdf](https://www.fette.com.br/wp-content/uploads/2021/01/3090i_eg.pdf)
58. Le principe de fonctionnement d'une presse à comprimés rotative [Internet]. TRUSTAR Pharma Pack Equipment Co., Ltd. [cité 22 juill 2022]. Disponible sur : <http://www.cofpack.com/info/the-working-principle-of-a-rotary-tablet-press-37293440.html>
59. Pharmacien de l'Industrie - Les pharmaciens - Ordre National des Pharmaciens [Internet]. [cité 10 août 2022]. Disponible sur : <https://www.ordre.pharmacien.fr/Les-pharmaciens/Le-metier-du-pharmacien/Fiches-metiers/Industrie/Pharmacien-de-l-Industrie>
60. Mélanie. Tous les types de management [Internet]. Wayden. 2021 [cité 10 août 2022]. Disponible sur : <https://www.wayden.fr/quels-sont-les-differents-types-de-management/>
61. Styles de management : directif, participatif, persuasif, délégatif [Internet]. [cité 10 août 2022]. Disponible sur : <https://www.manager-go.com/management/styles.htm>
62. Rossin D. -> Styles de Management → Typologies & Mises en Situation [Internet]. Managers En Mission. 2021 [cité 10 août 2022]. Disponible sur : <https://www.managersenmission.com/blog/styles-de-management/>
63. Matrice des competences.pdf.
64. Management et conduite du changement : enjeux et outils [Internet]. [cité 18 août 2022]. Disponible sur : <https://www.manager-go.com/gestion-de-projet/conduite-du-changement.htm>
65. Faulx D. Kurt Lewin et l'accompagnement du changement. Dunos. 2019.
66. La résistance au changement | Attitudes Positives [Internet]. [cité 19 août 2022]. Disponible sur : <https://attitudes-positives.fr/la-resistance-au-changement/>
67. Autissier D, Moutot JM. Comment passer du discours à l'action. :22.

Annexe 1 : Plans de la zone avant et après travaux



Plan AVANT travaux



Plan APRES travaux

- 0 : 0 Pa
- 0+ : 2-3 Pa
- + : 10 Pa
- ++ : 20 Pa
- Sens flux d'air

**ANNEXES**

Annexe 2 : Temps et répartition des activités du changement de lot, Internalisation, Externalisation, ECRS

	A	B	C	D	E	F
1	TEMPS (Min)	ACTIONS	AP	INT	EXT	ECRS
2	3,5	Aller chercher cuve du lot suivant	AP			
3	2	Préparation DDL lot suivant			X	Attention à ne pas créer de mix-up documentaires
4	1	Arrêt automatique de la machine		X		
5	0,4	Mettre des gants			X	
6	0,4	Débrancher les tuyaux sous la cuve			X	
7	0,7	Aspirer la fin de poudre en bas de la cuve (vérifier qu'elle est vide)			X	
8	0,2	Remettre la charlotte sur la cuve			X	
9	0,4	Enlever les gants			X	
10	0,3	Scanner avec PDA la cuve et le DDL (pour SAP)			X	
11	0,4	Remplir étiquette cuve (date et visé)			X	
12	0,7	Enlever cuve vide lot précédent avec palettiseur			X	Éliminer l'action
13	0,6	Aller dans SAS matière pour récupérer escabeau et le placer à côté de la cuve			X	
14	0,8	Check up cuve + revissage couvercle sur la cuve vide			X	
15	0,6	Remettre escabeau dans le SAS matière (le ranger)			X	
16	0,5	Mettre cuve vide dans SAS avec palettiseur			X	
17	1,1	Sortir de la zone et prendre palettiseur				
18	1	Emmener cuve vide (lot préc.) à côté de H1200	AP			
19	1	Ramener palettiseur dans le couloir				
20	0,5	Retourner dans la zone Fete				
21	0,3	Déplacer BB5		X		Éliminer l'action et poser directement à l'emplacement du BB
22	0,3	Peser le BB5		X		
23	0,3	Imprimer le tick et de poste		X		
24	0,3	Coller l'étiquette de poste dans le DDL		X		
25	0,4	Rabattre les montants des sachets plastiques sur le BB5 pour le fermer		X		
26	0,3	Prendre un colchon dans le tiroir du bureau		X		
27	0,5	Fermer le sac du BB5 avec un colchon		X		
28	0,5	Placer une sachet plastique par-dessus le BB5		X		
29	0,5	Scanner BB5 avec PDA (pour SAP)		X		
30	0,3	Mettre le BB5 dans le SAS matière		X		
31	0,4	Mettre des gants		X		
32	2	Ramasser les comprimés rejetés de la sortie "détecteur de métaux" pour les mettre dans un sac plastique		X		
33	2	Ramasser les comprimés "rejet balance" et "rejet machine" et les mettre tous les deux dans un sac plastique		X		
34	2	Aspirer la machine + vitre + poudre restante + sol		X		
35	2	Aspirer idem mais de l'autre côté de la machine (derrière)		X		
36	1	Prendre un sac plastique pour vider la poudre de l'aspirateur puis remettre le bac de l'aspirateur en place		X		
37	1	Prendre 3 colchons pour fermer les 3 sacs plastiques (CTRL métaux, CTRL balance + machine, poudre aspirateur)		X		
38	0,4	Enlever les gants		X		
39	1	Peser les 3 sacs (réconciliation)		X		
40	1	Peser les 3 sacs sur le petit chariot		X		
41	0,2	Imprimer un tick et de poste de ces 3 sacs		X		
42	0,3	Enregistrer la fin du lot sur écran de CTRL machine (à gauche du bureau)		X		
43	0,5	Imprimer le rapport de lot		X		
44	0,3	Aller au local IPC		X		
45	1	Imprimer un tick et des masses moyennes		X		
46	0,8	Paramétrer les balances pour le prochain lot		X		
47	0,2	Imprimer un tick et d'identification de balance		X		
48	1	Coller les ticks dans le DDL (pour faire la réconciliation de toutes les parties)		X		
49	0,2	Date et Visé l'étiquette colchon sur la feuille		X		
50	0,2	Rayer les dernières lignes du tableau dans le DDL		X		
51	0,2	Rayer les cases vides puis date et visé		X		
52	0,2	Noter les résultats		X		
53	0,4	Calculer le poids des BB		X		
54	0,2	Noter les résultats		X		
55	0,3	Remplir le temps de production sur la feuille dédiée		X		
56	0,2	Rayer les cases vides de la fin du tableau (date et visé)		X		
57	0,8	Remplir la feuille de suivi IPC		X		
58	0,2	Remplir DDL avec le tracé fini des visés		X		
59	0,8	Remplir la page 8 du DDL (réconciliation)		X		
60	0,5	Coller l'étiquette sur le dos de la feuille (rapport de lot de la machine)		X		
61	0,5	Date et visé première et dernière page de ce rapport de lot de machine		X		
62	0,5	Rapporter ces résultats sur la feuille IPC puis sur la P8 du DDL		X		
63	0,5	Réaliser un calcul du poids des déchets en kg		X		
64	0,5	Convertir ce résultat (Kg) en comprimés		X		
65	0,5	Calculer toutes les parties		X		
66	1	Calculer le nombre de bons comprimés dans le lot		X		
67	2	Calculer le rendement et la réconciliation		X		
68	1	Remplir le dernier tableau de la page 8		X		
69	0,6	Calculer le poids des BB5 en fonction du poids des autres BB		X		
70	0,6	Sortir sur le DDL le résultat		X		
71	0,6	Remplir la feuille de suivi des IPC		X		
72	1	Partir sur l'ordinateur pour faire bilan SAP		X		
73	2	Aller sur le site SAP et déclarer le lot sur l'ordinateur		X		
74	1	Imprimer la réconciliation		X		
75	0,5	Remplir les feuilles, date et visé		X		
76	0,5	Remplir DDL en indiquant que le bilan est validé		X		

	A	B	C	D	E	F
76	0,5	Remplir DDL en indiquant que le bin est validé		X		
77	1,3	Remplir le DDL au niveau de la partie fin de compression		X		
78	0,3	Rayer l'étiquette de Fette compression sur le mur en rentrant droit dans la zone machine		X		
79	0,5	Prendre cette étiquette pour la coller sur la feuille dédiée		X		
80	0,2	Réouvrir le SAS matière		X		
81	0,3	Placer les 3 sacs plastiques déchets dans le SAS matière		X		
82	0,5	Sortir de la zone machine en passant par le SAS personnel	AP			
83	0,6	Prendre les 3 sacs déchets et les poser sur le BBS				
84	1	Aller chercher un paletteur dans le couloir principal de fabrication				
85	1	Récupérer le BBS avec le paletteur + déchets				
86	0,5	Déposer les 3 sacs dans le local SAS déchets (au bout de la zone)				
87	0,5	Déposer le BBS dans le local PSO				
88	1	Ramener le paletteur devant l'entrée local FETTE, ranger le paletteur dans le couloir				
89	1	Revenir dans la salle machine				
90	1,5	Enlever toutes les étiquettes du lot précédent (Compression, Rejet machine, Rejet détecteur, détecteur de métaux, dépoussiéreuse, Cuves (Alimentation), BB, Transfert pneu masqué)			X	
91	2,7	Mettre en place les étiquettes du lot suivant (Compression, Rejet machine, Rejet détecteur, détecteur de métaux, dépoussiéreuse, Cuves (Alimentation), BB, Transfert pneu masqué)		X		Diminuer le nombre d'étiquettes qualité
92	1	Remplir le DDL avec le numéro de cuve		X		
93	1	Prendre l'étiquette cuve et la coller dans le DDL		X		
94	0,4	Récupérer le chariot d'outils dans le SAS matière			X	A déplacer à côté de la cuve en temps masqué
95	0,4	Mettre des gants		X		
96	0,3	Aller à la machine		X		
97	0,3	Ouvrir la machine		X		
98	1,5	Enlever le Fil-O-Mek (Distributeur) et le poser sur le chariot		X		Changer le chariot car distributeur très lourd
99	0,5	Tirer l'aspirateur jusque devant la machine		X		
100	2	Aspirer la poudre dans la machine		X		
101	1	Enlever la trappe dans la machine		X		
102	7	Essuyer la rigole d'huile		X		
103	2	Remettre en place le distributeur		X		
104	1	Remettre en place la trappe dans la machine		X		
105	0,2	Fermer le carter de la machine (rabbats)		X		
106	0,5	Aspirer le sol		X		
107	0,4	Remettre chariot d'outils dans le SAS matière			X	Peut être remis à sa place en temps masqué
108	0,4	Enlever les gants		X		
109	0,5	Sortir de la zone machine en passant par le SAS personnel	AP			
110	0,6	Pousser les BB1 et BB5 vides présents dans le couloir vers le SAS matière				BB à amener avant le changement de lot pour avoir le temps de les préparer
111	0,5	Retourner dans la zone machine en passant par le SAS personnel				
112	0,6	Récupérer les BB1 et BB5 et les placer au milieu de la zone machine			X	
113	0,4	Mettre des gants			X	Déplacer et préparer les BB en temps masqué
114	0,5	Préparer le BB5 (ouvrir le sachet micro perforé transparent et le rabattre sur les bords du BB)			X	
115	0,3	Pousser le BB5 à son emplacement dédié sous la sortie comprimés		X		
116	0,5	Préparer le BB1 (ouvrir le sachet micro perforé transparent et le rabattre sur les bords du BB)			X	Déplacer et préparer les BB en temps masqué
117	0,3	Pousser le BB1 à son emplacement dédié sous la sortie comprimés		X		
118	0,5	Brancher le BB5 pour éviter les fuites électrostatiques (coup de jus) (avec les câbles verts) (extrémité reposant sur le sol)		X		
119	0,5	Brancher le BB1 au BB5 par le même système de câbles verts pour éviter les risques de fuites électrostatiques		X		
120	0,4	Enlever les gants		X		
121	0,3	Scanner la cuve avec PDA pour la contrôler au niveau de SAP		X		
122	0,5	Sortir de la zone machine pour aller dans le couloir en passant par le SAS personnel	AP			
123	1	Scanner la 2e cuve avec le PDA pour la contrôler au niveau de SAP		X		Cuve amenée dans le SAS par les AP, pas besoin de passer par le SAS PAL pour aller la scanner dans le couloir
124	1	Revenir dans la zone machine en passant par le SAS personnel	AP			
125	0,4	Mettre des gants		X		
126	0,4	Réprendre l'asphalte et déposer au vrac de la cuve		X		
127	0,5	Prendre paletteur pour mettre la cuve pleine à sa place		X		
128	0,5	Brancher le tuyau à la cuve		X		
129	0,4	Enlever les gants		X		
130	0,5	Remplir le sachet de vins dans le DDL page 2		X		
131	0,5	Préparer le sachet de prélèvement pour le laboratoire		X		
132	0,4	Sortir de la zone machine pour aller dans le SAS personnel		X		
133	0,4	Relier les pressions des différentes salles (dans SAS personnel)		X		
134	0,5	Vérification des balances		X		
135	1	Remplir les feuilles de contrôle		X		
136	0,5	Relier le numéro de lot au niveau de l'écran de contrôle de la machine		X		
137	1	Sur ce même écran, enregistrer les paramètres de masse et de dureté		X		
138	1	Appuyer sur le bouton pour lancer la première phase de la machine (remplissage des tuyaux en aspirant la poudre)		X		
139	0,4	Lancer machine et faire les contrôles		X		
140	10,4	Total		76,9	10,8	
141				87,7		

### Annexe 3 : Actions effectuées par l'opérateur support

H	I
TEMPS (Min)	SUPPORT
0,3	Peser le BB5
0,3	Imprimer le ticket de pesée
0,3	Coller l'étiquette de pesée dans le DDL
0,4	Rabattre les montants des saches plastiques sur le BB5 pour le fermer
0,3	Prendre un colson dans le tiroir du bureau
0,5	Fermer le sac du BB5 avec un colson
0,5	Placer une sache plastique par-dessus le BB5
0,3	Mettre le BB5 dans le SAS matière
1	Prendre 3 colsons pour fermer les 3 sacs plastiques (CTRL métaux, CTRL balance + machine, poudre aspirateur)
1	Peser les 3 sacs (réconciliation)
1	Poser les 3 sacs sur le petit chariot
0,2	Imprimer un ticket de pesée de ces 3 sacs
0,2	Réouvrir le SAS matière
0,3	Placer les 3 sacs plastiques déchets dans le SAS matière
0,4	Mettre des gants
0,3	Pousser le BB1 à son emplacement dédié sous la sortie comprimés
0,5	Brancher le BB5 pour éviter les faibles électrisations (coup de jus) (avec les cables verts) (extrémité reposant sur le sol)
0,5	Brancher le BB1 au BB5 par le meme système de pinces vertes pour éviter les risques de faibles électrisations
0,4	Enlever les gants
0,4	Mettre des gants
0,4	Reprendre l'escabeau et dévisser couvercle de la cuve
0,5	Prendre palettiseur pour mettre la cuve pleine à sa place
0,5	Brancher le tuyau à la cuve
0,4	Enlever les gants
<b>10,9</b>	

## **SERMENT DE GALIEN**

*En présence des Maîtres de la Faculté, je jure :*

- *D'honorer ceux qui m'ont instruite dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle aux principes qui m'ont été enseignés.*
  - *D'actualiser mes connaissances.*
- *D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de Déontologie, de l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- *De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers la personne humaine et sa dignité.*
  - *En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour favoriser des actes criminels.*
- *De ne dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurai connaissance dans l'exercice de ma profession.*
  - *De faire preuve de loyauté et de solidarité envers mes confrères*
    - *De coopérer avec les autres professionnels de santé.*

*Que les Hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.*

*Que je sois couverte d'opprobres et méprisée de mes confrères si j'y manque.*



VU, LE PRÉSIDENT DU JURY

CAEN, LE

VU, LE DIRECTEUR DE LA FACULTE  
DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

CAEN, LE

L'université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses et mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

---

**TITRE**

OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE SUR UNE LIGNE DE COMPRESSION AVEC MISE EN PLACE D'OUTILS DU LEAN MANAGEMENT

---

**Résumé**

Le Lean management provient de la mise en œuvre de plusieurs procédés industriels qui se sont améliorés au fil du temps pour être instaurés dans tous les milieux de production et secteurs de l'entreprise. L'objectif du Lean est de satisfaire la demande du client en ne créant que de la valeur ajoutée au produit et en éliminant tous les gaspillages. Ceux-ci sont de plusieurs natures et se nomment des « *mudas* ». Pour cela des flux continus et flux tirés sont mis en place pour répondre à la demande du client qui ordonne la production. Pour réussir à éliminer les gaspillages et gagner en productivité, il est indispensable de mettre en place des groupes de travail pluridisciplinaires et d'intégrer pleinement les opérateurs au processus. Pour cela, le *gemba walk* à savoir le fait d'aller sur le terrain est primordial pour comprendre les causes racines d'un problème. Pour mieux comprendre ces principes deux projets ont été menés grâce aux outils de l'amélioration continue. Ils permettent de comprendre réellement à travers des exemples comment les utiliser et dans quelles circonstances. Une troisième partie est dédiée à la mise en place d'outils internes à l'entreprise. Ces derniers permettent de mener à bien le planning de production afin de répondre à la demande client, mais également de fournir des solutions aux problèmes.

---

**TITLE**

PERFORMANCE OPTIMIZATION ON A COMPRESSION LINE USING LEAN MANAGEMENT TOOLS IMPLEMENTATION

---

**Summary**

Lean management comes from the several industrial implementation processes. It have been improved over time to be implemented in all production environments and sectors of the company. The objective of Lean is to align with customer request by creating only added value to the product and eliminating all waste. These are represented by several forms and are called "mudas". For this purpose, continuous and pull flows are set up to meet the customer's demand who orders production.

---

To successfully eliminate waste and increase productivity, it's important to set up multidisciplinary working groups and fully integrate operators into the process. Gemba walk is part of the root causes understanding and problem resolution.

To better understand these principles, two projects were conducted using continuous improvement tools. They allow to really understand through examples how to use them and in which context.

A third part is dedicated to the company internal tooling. They allow to carry out the production schedule, aligned on the customer demand, but also to provide problem solutions.

---

### **Mots-clés**

Lean management

Amélioration continue

Toyota

Productivité

Performance

Compression