



HAL
open science

Le lean management appliqué à l'optimisation d'un atelier de production. Cas pratique

Yves Mingarine

► **To cite this version:**

Yves Mingarine. Le lean management appliqué à l'optimisation d'un atelier de production. Cas pratique . Sciences pharmaceutiques. 2018. dumas-01719616

HAL Id: dumas-01719616

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01719616>

Submitted on 28 Feb 2018

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

PRESENTEE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA FACULTE DE
PHARMACIE DE MARSEILLE

LE 23 FÉVRIER 2018

PAR

MINGARINE YVES LAWRENCE

NÉ LE 2 SEPTEMBRE 1992 À MARSEILLE

EN VUE D'OBTENIR

LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

TITRE :

**LE LEAN MANAGEMENT APPLIQUE À L'OPTIMISATION
D'UN ATELIER DE PRODUCTION – CAS PRATIQUE**

JURY :

Directeur : Professeur ANDRIEU Véronique

Président : Docteur NICOLAY Alain

Membre : M. TASSERY Jacky

27 Boulevard Jean Moulin – CS 30064 - 13385 MARSEILLE Cedex 05
Tel. : 04 91 83 55 00 – Fax : 04 91 80 26 12

ADMINISTRATION :

<i>Doyen :</i>	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
<i>Vice-Doyens :</i>	M. Jean-Paul BORG, M. Philippe CHARPIOT, M. Pascal RATHELOT
<i>Chargés de Mission :</i>	M. David BERGE-LEFRANC, M. François DEVRED, Mme Caroline DUCROS, Mme Pascale BARBIER
<i>Conseiller du Doyen :</i>	M. Patrice VANELLE
<i>Doyens honoraires :</i>	M. Jacques REYNAUD, M. Pierre TIMON-DAVID, M. Patrice VANELLE
<i>Professeurs émérites :</i>	M. José SAMPOL, M. Jean-Pierre REYNIER
<i>Professeurs honoraires :</i>	M. Guy BALANSARD, M. Jacques BARBE, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Aimé CREVAT, M. Bernard CRISTAU, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. José MALDONADO, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI
<i>Chef des Services Administratifs :</i>	Mme Florence GAUREL
<i>Chef de Cabinet :</i>	Mme Sandrine NOURIAN
<i>Responsable de la Scolarité :</i>	Mme Myriam TORRE

DEPARTEMENT BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Philippe PICCERELLE

PROFESSEURS

BIOPHYSIQUE	M. Vincent PEYROT M. Hervé KOVACIC
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETIQUE	M. Philippe PICCERELLE

MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE

M. Robert GILLI
Mme Odile RIMET-GASPARINI
Mme Pascale BARBIER
M. François DEVRED
Mme Manon CARRE
M. Gilles BREUZARD
Mme Alessandra PAGANO

GENIE GENETIQUE ET BIOTECHNOLOGIE

M. Eric SEREE-PACHA
Mme Véronique REY-BOURGAREL

PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE,
BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE

M. Pascal PRINDERRE
M. Emmanuel CAUTURE
Mme Véronique ANDRIEU
Mme Marie-Pierre SAVELLI

NUTRITION ET DIETETIQUE

M. Léopold TCHIAKPE

A.H.U.

CULTURE ET THERAPIE CELLULAIRE

M. Jérémy MAGALON

ENSEIGNANTS CONTRACTUELS

ANGLAIS

Mme Caroline MONTET

DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Philippe CHARPIOT

PROFESSEURS

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

M. Philippe CHARPIOT

BIOLOGIE CELLULAIRE

M. Jean-Paul BORG

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
Mme Laurence CAMOIN
Mme Florence SABATIER-MALATERRE

MICROBIOLOGIE

M. Jean-Marc ROLAIN
M. Philippe COLSON

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET
ZOOLOGIE

Mme Nadine AZAS-KREDER

MAITRES DE CONFERENCES

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

Mme Dominique JOURDHEUIL-RAHMANI
M. Thierry AUGIER
M. Edouard LAMY
Mme Alexandrine BERTAUD
Mme Claire CERINI
Mme Edwige TELLIER
M. Stéphane POITEVIN

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Nathalie BARDIN
Mme Dominique ARNOUX
Mme Aurélie LEROYER
M. Romaric LACROIX

MICROBIOLOGIE

Mme Michèle LAGET
M. Michel DE MEO
Mme Anne DAVIN-REGLI
Mme Véronique ROUX
M. Fadi BITTAR
Mme Isabelle PAGNIER
Mme Sophie EDOUARD

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE

Mme Carole DI GIORGIO
M. Aurélien DUMETRE
Mme Magali CASANOVA
Mme Anita COHEN

BIOLOGIE CELLULAIRE

Mme Anne-Catherine LOUHMEAU

A.H.U.

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Sylvie COINTE

DEPARTEMENT CHIMIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Patrice VANELLE

PROFESSEURS

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION

M. Henri PORTUGAL
Mme Catherine BADENS

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES

M. Philippe GALLICE

CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE –
CHIMIE THERAPEUTIQUE

M. Pascal RATHELOT
M. Maxime CROZET

CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE

M. Patrice VANELLE
M. Thierry TERME

PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE

Mme Evelyne OLLIVIER

PROFESSEURS ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (P.A.S.T.)

GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE
ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE

M. Jean-Pierre CALISSI

MAITRES DE CONFERENCES

BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE

Mme Anne FAVEL
Mme Joëlle MOULIN-TRAFFORT

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION

Mme Elisabeth SCHREIBER-DETURMENY
Mme Catherine DEFOORT
M. Alain NICOLAY
Mme Estelle WOLFF
Mme Elise LOMBARD

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET
NUISANCES TECHNOLOGIQUES

M. David BERGE-LEFRANC
M. Pierre REBOUILLON

CHIMIE THERAPEUTIQUE

Mme Catherine DIANA
Mme Sandrine FRANCO-ALIBERT
Mme Caroline DUCROS
M. Marc MONTANA

CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE
HYDROLOGIE

M. Armand GELLIS
M. Christophe CURTI
Mme Julie BROGGI
M. Nicolas PRIMAS
M. Cédric SPITZ
M. Sébastien REDON

PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE

M. Riad ELIAS
Mme Valérie MAHIOU-LEDDER
Mme Sok Siya BUN
Mme Béatrice BAGHDIKIAN

MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (M.A.S.T.)

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION

Mme Anne-Marie PENET-LOREC

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET
NUISANCES TECHNOLOGIQUES

M. Thierry ATHUYT

DROIT ET ECONOMIE DE LA PHARMACIE

M. Marc LAMBERT

DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE
ET GESTION DE LA PHARMAFAC

M. Philippe BESSON

AHU

CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE

Mme Manon ROCHE

ATER

CHIMIE ANALYTIQUE

Mme Camille DESGROUAS

DEPARTEMENT MEDICAMENT ET SECURITE SANITAIRE

Responsable : Professeur Benjamin GUILLET

PROFESSEURS

PHARMACIE CLINIQUE	Mme Diane BRAGUER
PHARMACODYNAMIE	M. Benjamin GUILLET
TOXICOCINETIQUE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Athanassios ILIADIS
TOXICOLOGIE GENERALE	M. Bruno LACARELLE
TOXICOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	Mme Frédérique GRIMALDI

MAITRES DE CONFERENCES

PHARMACODYNAMIE	Mme Suzanne MOUTERDE-MONJANEL
PHYSIOLOGIE	Mme Sylviane LORTET Mme Emmanuelle MANOS-SAMPOL
TOXICOCINETIQUE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Hot BUN M. Joseph CICCOLINI Mme Raphaëlle FANCIULLINO
TOXICOLOGIE GENERALE ET PHARMACIE CLINIQUE	M. Pierre-Henri VILLARD M. Stéphane HONORÉ Mme Caroline SOLAS-CHESNEAU Mme Marie-Anne ESTEVE

A.H.U.

PHARMACODYNAMIE	M. Philippe GARRIGUE
-----------------	----------------------

ATER

PHARMACODYNAMIE	M. Guillaume HACHE Mme Ahlel BOUHLEL
-----------------	---

« L'UNIVERSITE N'ENTEND DONNER AUCUNE APROBATION, NI IMPROBATION
AUX OPINIONS EMISES DANS LES THESES. CES OPINIONS DOIVENT ETRE
CONSIDEREES COMME PROPRES À LEURS AUTEURS »

REMERCIEMENTS

À **ma directrice de thèse, Mme Andrieu**, qui me fait l'honneur de présider et diriger cette thèse d'exercice. Merci de l'intérêt que vous avez porté à mon travail et de la confiance que vous m'avez accordée pour l'élaboration de cette thèse.

A **mon président de thèse, M. Nicolay**, je vous remercie d'avoir accepté de présider cette thèse. Merci également pour vos enseignements au cours de mes années pharmaceutiques.

A **mon maître de stage, M.Tassery**, je souhaite vous remercier d'avoir accepté de faire partie de mon jury et de la confiance que vous m'avez accordée tout le long de mon stage. Merci pour vos conseils qui m'ont permis de m'améliorer.

À **mes parents**, sans qui aujourd'hui je n'aurais pu réussir mes études et devenir la personne que je suis aujourd'hui. Merci pour tous les sacrifices que vous avez pu faire. Je ne le dis jamais mais je vous aime <3

À **ma tante Thelma**, qui m'a toujours supporté dans mes projets et qui m'a poussé à me surpasser. Merci beaucoup Tatie <3

À **ma famille, Mark, Rhena et mes 2 neveux, Adriane et Axyle**, qui liront un jour cette thèse et qui j'espère feront de belles choses dans la vie #bangad

À **Mon oncle, Zeddy et ma tante, Dolly**, de votre soutien incontestable.

À **ninang Sophie**, pour toutes les prières faites.

À **ninang Terry**, merci beaucoup pour votre générosité et votre gentillesse.

À **Julie**, sans qui je n'aurais jamais pu terminer cette thèse #Orthographe. Merci d'être présente dans ma vie et de me supporter au quotidien. Et à notre nouvelle vie ensemble #ClermontFD

À **Marie-France**, que je considère comme ma sœur. À tous nos moments passés ensemble, les bons comme les pires. Merci d'être toujours là, je sais que je peux compter sur toi ! #BRO

À **Fil**, qui est toujours là quand il faut, qui sait être à mon écoute et qui à les mots pour m'apaiser. Merci encore pour tout ce que tu fais pour moi et nous ! Je t'aime <3

À mon couple préféré, Mallen et Lucas, sur qui je pourrai toujours compter. #Loin des yeux près du cœur. A nos bières et whisky partagés #Vivre d'amour et de bières fraîches et à toutes nos autres conneries qu'on a pu faire ensemble.

À Gen, qui me comprend sur tous les points. Merci de tes conseils précieux !!!!

À mon seul et unique chéri, Joy, de m'avoir sorti la tête de l'eau dans les moments difficiles, d'être mon fidèle compagnon. Je te serai reconnaissant à vie.

À tous les autres philippins et non philippins, Audrey et Jerem, Riza et Hugo, Monark et Marion, Richard, Anne et leur petite fille Mya, Antho, Flo de vos encouragements.

À mon frère de fac, Solida, avec qui j'ai passé des moments inoubliables (révisions, sorties, etc...) et nos fous-rires venant de nul part. Sans ton soutien, cette thèse n'aurait jamais pu être achevée #Merci Dr Thay

À Tahir, mon khoya (*le prononcer en arabe*) **et mon partenaire de café**, à nos heures perdues passés dans le patio à boire du café et à nos parties de cartes. Il y a trop de choses à dire mais MERCI MERCI <3

À Marylou, ma binôme stressée, sans qui je n'aurais jamais réussi les TPs de pharma ☺

À mon Habibi, Youness, qui m'apporte la bonne humeur même dans les moments difficiles. #M.BARAKA

À Molymoto ou mon âme-sœur du WEI, qui m'a appris que le MAGGI se mélangeait avec tout ☺

À Yoann, le meilleur danseur de tous les temps, celui qui dit toujours « Ah mais je pensais te l'avoir dit » ou « Ah mais je pensais que tu le savais déjà ». A nos moments passés à l'ALEE et nos parties de Mario Kart

À Jean-Jacques, mon petit eucalyptus, ma racaille d'Eyguières, qui m'a appris le poker, le blackjack et le rap. #Met un jean stp

À mes amis de la fac, Amandine, Pauline, Yuna, Sophia, Alex, Flo, Jordan, Robin, Vincent, avec qui j'ai passé mes années fac.

À Charlotte, sans qui je n'aurais jamais réussi la PACES. Merci pour tout ce que tu as fait pour moi.

A la famille Santunione, de votre bienveillance.

Au Père Kostia, qui a su guider mes pas dans le droit chemin. Merci encore pour tout !

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	2
INTRODUCTION.....	7
Partie 1 : Le Lean Manufacturing	8
1. Les origines du Lean.....	9
1.1. Contexte économique.....	9
1.2. Toyota Product System ou TPS.....	10
1.3. La maison TPS	11
1.4. Du TPS au Lean	15
1.5. Du Lean Manufacturing au Lean Management.....	16
1.6. Les dérives du Lean.....	16
2. Qu'est-ce que le Lean ?.....	18
2.1. Définition du lean.....	18
2.2. Principes du Lean.....	18
2.3. Le Lean Thinking.....	26
Partie 2 : Les outils du Lean	28
1. Les outils des piliers du Lean.....	29
1.1. Jidoka.....	29
1.1.1. Gemba Walk.....	29
1.1.2. Andon	30
1.1.3. Poka-Yoke ou détrompeur	31
1.2. Juste-à-temps.....	32
1.2.1. Kanban	32
1.2.2. 5S.....	34
1.2.3. Single Minute Exchange of Die(s) ou SMED.....	36
2. L'amélioration continue / Kaizen	38
2.1. Principe du Kaizen.....	38
2.2. Le TPM ou Total Productive Maintenance	39
2.2.1. Naissance du TPM.....	39
2.2.2. Principe du TPM	40
2.2.3. Les 8 piliers du TPM.....	41
2.2.3.1. L'amélioration de l'efficacité du système de production	41
2.2.3.2. Mise en place des conditions idéales de la performance.....	42
2.2.4. TRS ou Taux de rendement synthétique.....	43
2.3. Total Quality Management ou le Management Qualité Total.....	45
2.3.1. Définition de la qualité totale.....	45
2.3.2. Histoire et pionniers du TQM	45
2.3.3. Principe et outils du TQM	50
2.3.3.1. Diagramme de Pareto.....	50
2.3.3.2. Diagramme causes - effets.....	51
2.3.3.3. Stratification	52
2.3.3.4. Check - list.....	53
2.3.3.5. Histogramme	54
2.3.3.6. Diagramme de dispersion.....	55
2.3.3.7. Graphe / carte de contrôle	55
PARTIE 3 : Application du Lean Management à un atelier de production de comprimés	57
1. Mise en œuvre des outils du Lean – Cas pratique	58
1.1. Amélioration de la productivité par le SMED	58
1.1.1. Rappel	58
1.1.2. Etat des lieux.....	60
1.2. Application du SMED	62

1.3.	Les solutions mises en place	62
1.3.1.	La standardisation des chariots.....	63
1.3.2.	Les épingles à nourrice.....	65
1.3.3.	L'identification des chariots	65
1.3.4.	Changement de vanne par une vanne papillon à axe démontable	67
1.3.5.	Harmonisation des servantes par le 5S.....	68
1.3.6.	Optimisation du travail du laveur.....	70
1.4.	Transmission des informations par le management visuel.....	71
1.5.	Optimisation du lieu de travail par le 5S	74
2.	Conclusion des travaux effectués.....	76
	CONCLUSION GÉNÉRALE	79

INTRODUCTION

La pharmacie tire ses racines du grec, **pharmakôn**, qui signifie **poison** ou **remède**, elle est la science du médicament. Notre discipline, la pharmacie, ne cesse d'évoluer par ses techniques et son savoir.

Autrefois appelés apothicaire, les pharmaciens étaient considérés comme des « vaudous », un amalgame entre le savoir médical et la religion. Ils réalisaient de multiples préparations médicinales (remèdes, potions, collyres, etc) dans le but de soigner les malades.

Dès le 19^{ème} siècle, la pharmacie se transforma et entra dans l'ère de la synthèse chimique. Par ce biais, de nombreuses molécules furent découvertes comme l'acide acétyl-salicylique par **Félix Hoffman**, la morphine par **Friedrich Wilhelm Sertürner**, la pénicilline par **Alexander Fleming**. Chacun de ces principes actifs étaient commercialisés par un seul laboratoire pharmaceutique.

Mais avec l'arrivée de la concurrence, les parts de marché du médicament ont été redistribuées. Face à cette compétition, les entreprises devaient être ingénieuses pour trouver des solutions et satisfaire les besoins du client : proposer un **produit ou service de qualité à moindre coût**. Pour répondre à ces critères, l'industrie pharmaceutique utilisera une méthode révolutionnaire : le **lean**.

Aujourd'hui, le lean est encore considéré comme une culture d'entreprise « miracle » et continue d'être employé dans tous les domaines.

Dans le cadre de mon stage et de la vision du groupe BMS-UPSA, nous avons étendu cette culture d'entreprise au service du WIP (Work In Process).

Dans cette thèse, nous retracerons l'histoire du lean et nous expliquerons en détail l'intérêt de cette philosophie qui a tant révolutionné l'industrie pharmaceutique. Nous verrons ensuite quels sont les outils du lean qui ont créé des success-stories dans les entreprises. Et nous clôturerons ce sujet par l'application de certains de ces outils du lean par le laboratoire BMS-UPSA au sein duquel j'ai effectué mon stage de fin de cursus.

Partie 1 : Le Lean

Manufacturing

1. Les origines du Lean (1)(2)

1.1. Contexte économique

À la sortie de la deuxième guerre mondiale (1939-1945), les pays étaient en ruines. La population, les infrastructures et l'économie des pays étaient dévastées par la course à l'armement. Pour relancer l'économie des pays alliés, les Américains ont proposé un programme de prêt pour aider à la reconstruction des villes et des installations bombardées par la guerre : le **plan Marshall (3)**. Les pays qui ont profité de ce système vont alors connaître une forte croissance économique ainsi qu'une amélioration des conditions de vie, c'est la **période des Trente Glorieuses** et de la « **Belle époque** » (1945-1973) (4). De nombreux changements économiques et sociaux majeurs vont s'opérer durant cette période. Elle se caractérise par une reconstruction économique, un retour vers une situation de plein emploi et une croissance fleurissante. Parmi tous les secteurs d'activités, l'industrie automobile va connaître un essor majeur. **Henry Ford** introduit dans ses usines, un nouveau modèle d'organisation du travail, le **Fordisme** ou plus communément appelé la « **Production de masse** ». (5) Ces nouvelles méthodes de travail vont faire exploser les secteurs secondaire et tertiaire entraînant un nouveau mode de consommation de la population.

Durant cette période de plénitude, la demande était plus importante que l'offre du fait des ravages de la guerre. Les entreprises produisaient en quantité sans se soucier de la qualité des produits et des matières premières.

« Notre demande en énergie a crû si vite qu'elle dépasse désormais notre approvisionnement disponible, et au rythme de la croissance actuelle » Président Nixon (6) (7)

En 1973, il y eut le **premier choc pétrolier (7)** qui causa un bouleversement planétaire. La diminution des stocks de pétrole terrestre a fait doubler les prix du baril, ce qui eut pour conséquence l'inflation des prix des produits et services.

Les entreprises ont pris conscience que leur méthode de gestion était devenue inadaptée au vu des circonstances. Une nouvelle méthode de travail devait être repensée en évitant tout gaspillage.

Parmi tous les secteurs de l'industrie, un constructeur automobile japonais a su tirer parti de la situation en créant son propre système de travail : Le **Toyota Product System** ou **TPS** ou encore « **Production au juste à temps** », un système de production qui s'adapte en fonction de la demande client. (8)

1.2. Toyota Product System ou TPS (8)

Le **TPS** ou **Toyota Product System** est un système d'organisation du travail, il est le point de départ du Lean.

À l'origine, ces méthodes proviennent des métiers à tisser. Le fondateur est un japonais issu d'une famille de tisserand, nommé **Sakichi Toyoda** (1867-1930) **(9)**. Il introduisit dans ses travaux de tissage un des premiers concepts du TPS, le **Jidoka** ou **autonomation**. Le principe est simple, lorsque la machine détecte qu'un fil est cassé lors de la production, elle s'arrête d'elle-même pour éviter la fabrication d'un produit défectueux.

Par la suite, Sakichi Toyoda aura un fils, **Kiichiro Toyoda** (1894-1952) **(10)**. Il fera des études dans l'ingénierie automobile pour devenir ingénieur. Son père le poussera à fonder sa propre société automobile, connue aujourd'hui sous le nom de **Toyota**. **(11)**

Après la défaite du Japon lors de la deuxième guerre mondiale, l'entreprise Toyota traversa une période financièrement difficile.

Elle était en concurrence avec ses homologues américains **General Motors** et **Ford**. Ces deux derniers produisaient et vendaient une quantité d'engins 10 fois supérieure à Toyota. Pour comprendre cette différence entre ces deux grands groupes automobiles, les dirigeants japonais ont envoyé leurs ingénieurs aux États-Unis pour évaluer leur méthode de travail. À ce moment de l'histoire, l'objectif des japonais était de rattraper les États-Unis en termes de productivité.

Après leur voyage, les ingénieurs ont conclu que le système utilisé aux États-Unis n'était pas applicable à leur pays pour plusieurs raisons :

- Grande variété de la demande
- Marché fermé dû à l'absence d'échanges internationaux
- Pas ou peu de capitaux et d'investissements
- Une main d'œuvre qui se soucie des conditions de vie.

Pour pallier ces contraintes, les ingénieurs de la société japonaise ont dû faire preuve d'ingéniosité. Ainsi, grâce à ces derniers envoyés aux États-Unis et plus particulièrement **Taiichi Ohno** et **Toyoda**, ils inventèrent le TPS. C'est la naissance du **Toyotisme**. **(12)**

Le système inventé par les deux ingénieurs japonais va avoir du mal à être mis en place en raison de la réticence de ses employés. Ce n'est qu'à partir de 1973, après la crise pétrolière, que le TPS sera reconnu et employé à l'International.

Pour que le TPS puisse être compris par tous les employés de la société, un Japonais aura l'idée d'illustrer le TPS par une image simple.

1.3. La maison TPS (13)

Fuji Cho (14), ancien employé de Toyota, a représenté la « **philosophie du TPS** » par une maison. Elle se compose :

- D'un toit qui représente les objectifs à atteindre
- De deux piliers qui sont les principes du Lean
- D'un socle composé d'un ensemble de notions essentielles
- D'une fenêtre pour l'amélioration continue.

L'intérêt était d'illustrer la vision TPS en montrant que les éléments de cette maison sont indissociables.



Figure 1 : Maison du TPS

Les objectifs du système sont de faire mieux, plus vite et moins cher (en respect au toit) mais aussi d'être plus agile. Une des grandes forces du TPS est de rendre la production plus flexible et d'accorder davantage d'autonomie à l'ensemble des opérateurs. Ces deux objectifs permettent de lutter contre les surcharges (*muri*)*, incohérence (*mura*)*, les gaspillages (*muda*)* et de développer l'agilité des hommes sur le terrain, ce qui est très utile dans un contexte industriel évolutif. (15)

* *Muri, mura et muda* : terme japonais

Commentaires :

- **Le toit :**

Cette partie appelée le **toit** fait référence aux objectifs à atteindre afin que le client soit satisfait des produits livrés. Le but pour le producteur est d'améliorer de façon continue les performances de ses produits en terme de :

- Coût → Diminuer les coûts de production
- Qualité → Améliorer la qualité des produits
- Délai → Livrer dans les temps

Ces trois points permettront à une entreprise d'atteindre l'excellence.

Pour ce faire, il faut répondre à deux critères fondamentaux, que sont :

- **Juste à Temps** ou **JAT**
- **Jidoka** ou **Autonomation**

- **Les piliers : (16)**

Les piliers correspondent aux principes du TPS. Ces deux points doivent fonctionner simultanément pour obtenir des résultats viables dans le temps.

- **Juste À Temps (Just-In-Time) ou JAT (17)**

« Est une méthode d'organisation et de gestion de la production, qui consiste à minimiser les stocks et les en-cours de fabrication, en déclenchant les commandes de matières au plus tard en fonction du flux de commande des clients. » En d'autres termes, **faire seulement ce qui est nécessaire quand cela est nécessaire et en quantité nécessaire.**

La philosophie de production du JAT repose sur la fabrication de plusieurs produits en petites quantités afin de mieux répondre aux besoins des clients. C'est le **flux tiré** ou **tendu**.

Contrairement à la production de masse d'Henry Ford, qui avait pour objectif de fabriquer plusieurs gros lots d'un même produit, lesquels étaient par la suite entreposés jusqu'à ce qu'un client passe commande. Cette technique s'appelle le **flux poussé** car c'est l'entreprise qui produit en plus sans que le client n'ait passé de commande. **(18)**

Pour appliquer le JAT, il est nécessaire d'élaborer une nouvelle méthode d'organisation : passer d'une organisation dite « traditionnelle » à une organisation « en flux tiré ».

Les outils principaux et leurs principes :

- **Takt time :** La production est organisée pour s'ajuster à la cadence requise pour répondre à la demande
- **Heijunka ou lissage de production :** Le lissage permet d'éviter les effets « coup de fouet » des commandes importantes ou creux de charge
- **Pièce à pièce :** La production ne se fait pas par lots mais en flux continu
- **Flux tiré (Kanban) :** Le Kanban permet de mettre en place un flux de production de l'aval à l'amont
- **Changement rapide d'outils (SMED) :** Optimisation des process par la diminution du temps du changement des équipements.

- **Jidoka ou automatisation**

Ce concept garantit que les problèmes ne se répercutent pas sur la chaîne, d'un poste à un autre. Son principe inventé par Toyota consiste à arrêter le travail dès qu'un problème survient pour éviter de produire des éléments défectueux. Le Jidoka **empêche le passage d'une pièce défectueuse à l'étape suivante.**

C'est une philosophie qui est à mettre en place avec le personnel et la machine. La communication est importante entre les opérateurs et avec la hiérarchie.

Les outils principaux et leurs principes :

- **Andon :** La machine s'arrête dès que le premier défaut est perçu afin d'éviter de dégrader la pièce et un signal lumineux prévient l'opérateur.
- **Poka-Yoke ou détrompeur :** Moyen physique permettant d'éviter de se tromper

Toutes ces méthodes permettent de résoudre ces incidents matériels.

- **Le socle :**

- **Activité lissée (Heijunka) (19) (20)**

Est une technique japonaise d'ordonnancement consistant à éviter les fluctuations de production.

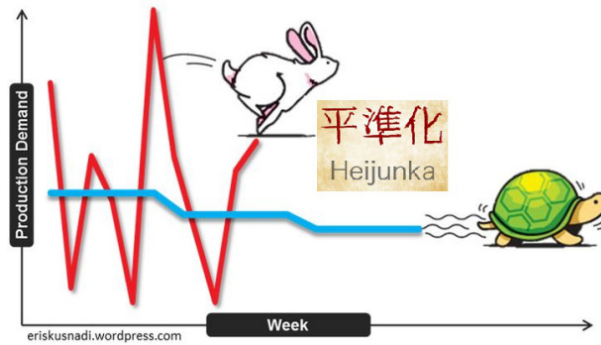


Figure 2 : Graphique illustrant le Heijunka

Le principe est de planifier la production pour pouvoir produire différentes typologies de marchandises dans un temps défini, en passant par la réduction de la taille des lots.

Exemple :

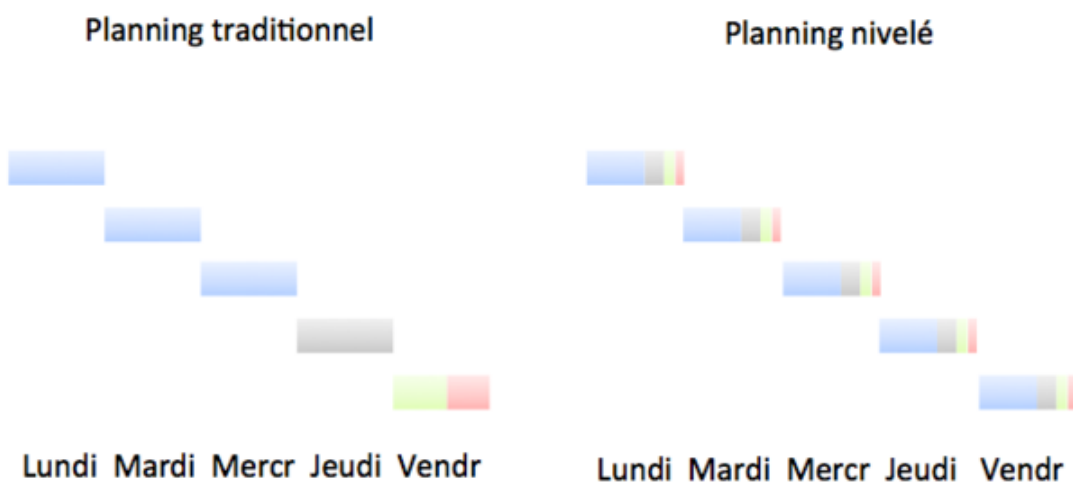


Figure 3 : Différence entre un planning traditionnel et un planning nivelé

Dans le cas classique, les produits les plus demandés sont fabriqués en premier (lundi, mardi et mercredi) et puis les petites séries en fin de semaine (jeudi et vendredi).

→ Dans cette situation, le client ne recevra pas sa commande des petites séries avant le vendredi. Ceci peut être un problème pour le client qui souhaite peut-être recevoir ses petites séries avant une certaine date. Et de plus, l'entreprise ne pourra pas s'ajuster aux aléas.

Avec un planning nivelé, la taille des lots est diminuée pour que chaque jour, chaque produit puisse être produit.

→ Le client pourra alors recevoir sa commande dès le lendemain. Et si des problèmes surviennent l'industriel pourra plus flexible sur sa production.

Le lissage permet à l'entreprise d'être plus réactive face aux aléas des clients.

- **Processus stable et standardisé**

Il s'agit de l'un des piliers fondamentaux du TPS. La variabilité est un phénomène naturel qui doit être le mieux contrôlé possible. La meilleure façon de lutter contre ce phénomène est de standardiser les méthodes pour être le plus stable.

- **Management visuel**

Le management visuel est un outil de communication qui se matérialise sous forme d'un affichage sur lequel sont précisés des indicateurs de performances simples et compréhensibles. Il permet surtout, lors des réunions, d'avoir une vision d'ensemble claire sur les objectifs et les résultats.

- **Valeurs – Attitudes – Comportement**

Très peu cité dans les ouvrages, le lean ne peut fonctionner sans que l'Homme ne soit au centre des processus. Sa cohésion et sa collaboration sont nécessaires au sein des projets. C'est pourquoi, il est important d'être à l'écoute des différents collaborateurs pour avancer vers les objectifs communs.

1.4. Du TPS au Lean (21)(22)

Après la crise pétrolière de 1973, le TPS commence à être connu dans le monde industriel ; fut qualifié de « **méthodes japonaises** ».

C'est grâce à ces techniques d'entreprises que les Japonais ont su maintenir leurs activités. Fort de ce succès, les ingénieurs américains du MIT (**Massachusetts Institute of Technology**) ont décidé d'étudier les méthodologies de gestion d'entreprise développées au Japon.

En 1987, des chercheurs américains du MIT, notamment **James P. Womack** et **Daniel T. Jones** vont donner naissance au terme de « **Lean** » suite à la publication de leur ouvrage intitulé : « **The machine that changed the world** ». Cette appellation recouvre les techniques, outils et principes que les chercheurs avaient découverts et analysés en étudiant le TPS.

Dans les années 2000, le lean révolutionna de nombreuses entreprises. Il est aujourd'hui appliqué par tous les grands groupes et dans tous les domaines (automobile, aéronautique, pharmaceutique, agro-alimentaire, etc).

1.5. Du Lean Manufacturing au Lean Management

Comme évoqué précédemment, le pilier du lean est né des constructeurs automobiles : aujourd'hui, tous sont concernés, à des degrés différents et avec des réussites diverses. Par la suite, leurs fournisseurs ont suivi ces procédés, puis d'autres fabricants (électroménager, électrochimie, mécanique, etc). Pour cette raison, le lean a été connu au début sous l'appellation de « lean manufacturing ». Mais les avantages et les succès du lean manufacturing lui ont fait franchir les frontières du domaine manufacturier pour gagner les industries de process (chimie, agro-alimentaire, etc...)

Le **lean manufacturing** est alors devenu le **lean management**.

Mais le lean ne s'arrête pas uniquement au lean manufacturing ou au lean management. Il s'est tellement développé et démocratisé qu'il a dépassé son application usuelle.

1.6. Les dérives du Lean

Le lean a longtemps été appliqué dans l'industrie automobile. Avec les années, cette philosophie s'est répandue à d'autres domaines tels que l'aéronautique, l'électroménager, la pharmacie, etc.

On pourrait penser que les techniques du lean ne s'appliquent qu'à la production mais au contraire elles se sont étendues à d'autres sciences comme l'informatique, l'administration et même dans notre quotidien.

- **Lean IT (23)**

Le lean IT signifie en anglais, lean « **information technology** ». En français, il n'y a pas de réelle traduction ; on emploie ce terme pour désigner l'application du lean au service de l'informatique.

Aujourd'hui, le monde est tourné vers le numérique. L'informatique est devenu un outil indispensable de travail pour communiquer. Toutes les entreprises utilisent ce flux pour montrer au monde leur savoir-faire. Mais il arrive que ce moyen devienne inutilisable par sa complexité.

Pour remédier à ces difficultés, les services informatiques ont commencé à utiliser le lean à leur niveau. Il permet ainsi de comprendre les besoins clients, résoudre les roots-causes (=causes racines) et améliorer leur système.

- **Lean office (24)**

Appliqué au service de l'administration. On utilise les différents outils du lean pour améliorer les flux d'informations mais aussi les flux physiques.



Figure 4 : Le lean au service de la bureautique

Exemples :

- Rangement des papiers administratifs par le 5S (**Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuko**)
 - ➔ Aménagement de l'espace de travail des employés
- Optimisation des services par un Value Stream Mapping (VSM)
 - ➔ Suppression des services superflus, s'il y a
- Diminution du nombre de pas par le diagramme spaghetti
 - ➔ Suppression des gaspillages

- **Lean « au quotidien »**

Sans le remarquer, dans la vie de tous les jours, nous utilisons cette méthode. Le lean s'apparente au rangement. En effet, pour éviter le désordre dans une maison, nous rangeons et nettoyons nos affaires. Il en est de même lorsque nous faisons les tâches ménagères.

Exemple : Un appartement en désordre

Le désordre est rapidement évacué pour pouvoir laisser de l'espace. Une fois cette étape réalisée, on dépoussière l'appartement et on nettoie les murs et sols.

Dans cette partie, nous avons vu que le lean est né au Japon dans les ateliers de production des automobiles. Il s'est ensuite développé dans d'autres secteurs. Dans la section suivante, nous expliquerons ce qu'est le lean et ses principes.

2. Qu'est-ce que le Lean ? (25)

2.1. Définition du lean

À ce jour, le lean est difficile à définir de manière synthétique et non ambiguë ce qui risquerait d'être réducteur et potentiellement sujet à des malentendus et/ou à de mauvaises interprétations.

La signification du mot « **lean** » en anglais est « **amincissement** », « **maigre** », « **sans gras** » dont le but est de diminuer / optimiser les processus. De manière concise, le lean est un système de gestion de production qui se concentre sur une « **production sans gaspillage** » ou à une « **production au plus juste** ».

La méthodologie du lean est composée d'un ensemble d'outils et de techniques ayant pour objectif la suppression de toutes les activités à non-valeur ajoutée. L'implication continue du personnel va permettre d'aboutir à un système de production à haute performance ayant pour intérêt d'éradiquer petit à petit toute forme de gaspillage (délais, coûts, stocks, etc.) à moindre coût. (26)

Nous devons être clair, le lean ne se limite pas à une boîte à outils mais les outils sont indispensables pour obtenir des résultats. Le lean est une culture d'entreprise dont tout le personnel doit s'imprégner.

2.2. Principes du Lean (26)

Il y a deux grands courants d'idées qui s'imbriquent l'un dans l'autre : le premier est la doctrine du lean, il en est le socle et le deuxième est le lean thinking ; il définit sa vision.

a. La doctrine du Lean (27)

Une des caractéristiques importantes du Lean est de pouvoir **répondre aux exigences du client en lui délivrant un produit ou service de manière fluide**, c'est-à-dire en enlevant toutes les actions qui n'apportent pas de valeur ajoutée au produit ou au service.

La non-valeur ajoutée est qualifiée de **gaspillage** ou en japonais de **MUDA**.

Mais on se rend rapidement compte que lorsque l'on produit des médicaments, des déviations apparaissent comme l'irrégularité des produits (MURA) et l'excès de charge par rapport aux ressources utilisées (MURI).

Ces trois éléments, le MUDA, MURI et MURA sont les fléaux majeurs d'une entreprise. Le graphique ci-dessous montre la variabilité de ces déviations par rapport au but recherché.

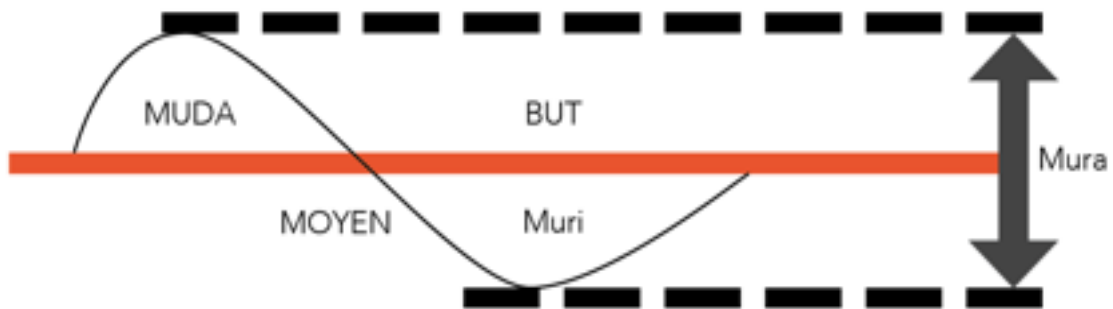


Figure : Schéma illustrant les fléaux (muda, muri et mura)

Pour comprendre ce qu'est une « déviance », nous allons illustrer cette partie par des images.



Figure 5 : Les objectifs du lean schématisés

Ce schéma montre l'objectif à atteindre pour éviter qu'il n'y ait aucun gaspillage, aucune variation et aucun excès d'utilisation.

Exemple : Nous avons six tonnes d'un produit à transporter. Chaque camion est capable de transporter trois tonnes chacune. Une entreprise qui aura étudié le lean, aura déterminé que 2 camions sont suffisants pour transporter ces charges.

- **MUDA : gaspillages**

Pour commencer, nous allons illustrer ce qu'est un muda ou gaspillage. Sur cette image, nous avons ce qu'on appelle un gaspillage de transport.

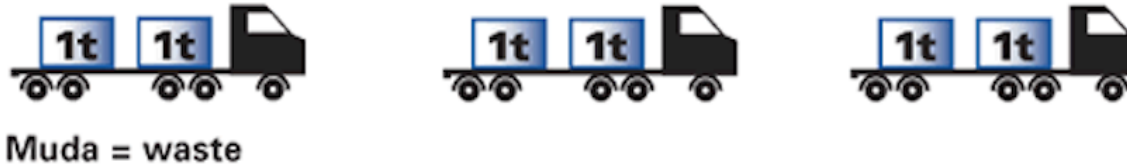


Figure 6 : Muda Schématisé

En reprenant l'exemple, il est indéniable qu'il y a une sur-utilisation des moyens par la mise en place d'un camion supplémentaire. Les moyens ne sont pas utilisés correctement. On s'éloigne du but.

Définition : « *Le muda est la recherche dans tous les types de processus, activités qui consomment des ressources sans apporter de la valeur* ».

La valeur perçue par le client correspond au bien ou service qu'il est prêt à payer.

La **chasse au gaspillage** se fait par l'observation du terrain et elle permet de révéler des opportunités d'amélioration. Les entreprises se doivent de les identifier.

Ils sont au nombre de 8 :

- **La surproduction :**

Elle correspond à produire plus par rapport à la quantité demandée par le client.

La surproduction est le pire des gaspillages que l'on peut avoir en entreprise car elle engendre la formation d'autre muda.



Figure 7 : Muda de surproduction

- **Le stock :**

Le muda de stock est généralement causé par la surproduction due à une mauvaise planification ou due à des temps d'attente non-maîtrisés. Elle correspond à tous les éléments qui ne sont pas indispensables à la réalisation de la tâche, au moment voulu.

Ce gâchis diminue la trésorerie, immobilise du capital et occulte la résolution de problème.

Le muda de stock est à prendre en compte dans la gestion d'une entreprise.



Figure 8 : Muda de stock

- **Le transport :**

Il s'agit d'un ensemble de transport d'informations, de produits, de pièces, etc. d'un endroit à un autre.

Ce gaspillage est chronophage car il augmente les chances de pertes et énergivore : augmentation des risques de détérioration ou d'accident.

- **L'attente :**

L'attente se caractérise par des étapes qui sont mal synchronisées entraînant ces temps d'arrêt. En entreprise, elle est représentée par une diminution de cadence provoquant des goulots d'étranglement et des flux inadaptés et non fluides.



Figure 9 : Muda d'attente

- **Le mouvement :**

Ce muda représente tous les mouvements superflus de personnes, de matériels et/ou de machines.

Il est causé par une mauvaise ergonomie des postes de travail ou par un désordre.

« *Bouger ne signifie pas travailler* » **proverbe**



Figure 10 : Muda de mouvement

- **Le processus ou traitements inutiles :**

Le processus désigne toutes les étapes ou tâches qui sont superflues.



Figure 11 : Muda des traitements inutiles

- **La non qualité ou rebuts**

La non qualité correspond à ce qui n'est pas conforme aux exigences de l'entreprise et du client.

Elle se traduit sous forme de rebuts, de rejets, de corrections, réclamations clients, etc.

Le but étant de faire un produit « **bon du premier coup** ».

Bien que ce muda soit très rare, il entraîne des conséquences importantes pour une entreprise :

- Mécontent du client
- Perte de temps
- Surcoût
- Perte de matière.



Figure 12 : Muda erreurs, défauts et rebuts

- **La sous-utilisation des compétences et idées du personnel terrain :**

Les personnes les plus à même de porter des axes d'améliorations sont les personnes qui travaillent au quotidien sur les machines.

L'éradication des muda permet d'augmenter les cadences et diminuer les coûts de production, mais aussi de supprimer des risques.



Figure 13 : Muda de la sous-utilisation des compétences

Le schéma ci-dessous présente le lien entre ces 8 gaspillages :



Figure 14 : Les 8 gaspillages

- **MURA : l'irrégularité (28)**



Figure 15 : Mura schématisé

Dans ce cas de figure, l'irrégularité est représentée par une mauvaise gestion des charges. Une mauvaise standardisation peut en être la cause.

Celle-ci correspond à l'ensemble des irrégularités dans l'écoulement du flux d'un procédé industriel de fabrication et de la variabilité dans le travail. Elle se caractérise par plusieurs facteurs :

- Le personnel
- Les processus
- Les informations
- L'environnement
- Les matières

« La variabilité le 1^{er} ennemi de la performance » **Peter Drucker**

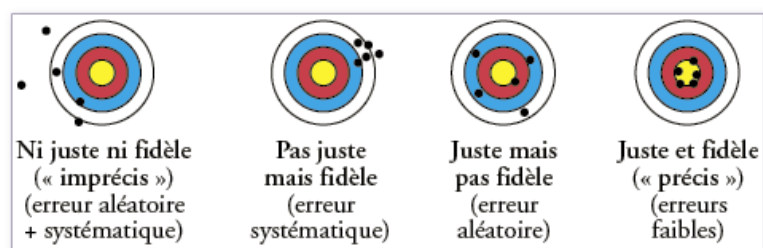


Figure 16 : Cibles illustrant les différents types de variabilité

Utilisons des cibles pour illustrer la variabilité d'un processus. L'objectif est d'atteindre le milieu de la cible.

- 1^{er} cas : Les points sont écartés du milieu et éloignés les uns des autres.
- 2^{ème} cas : Les points sont écartés du milieu mais regroupés en un même endroit.
- 3^{ème} cas : Les points sont sur la cible mais éloignés les uns des autres.
- 4^{ème} cas : Les points sont regroupés au milieu de la cible.

Dans les processus existants, il n'existe pas un seul système capable d'être fiable à cent pour cent, c'est la raison pour laquelle ce facteur est à prendre en compte.

En pharmacie : Il est important de définir des limites inférieures et supérieures d'acceptabilité.

- **MURI : Excès de charge (29)**

Il correspond à l'excès ou à la surcharge par rapport aux ressources utilisées. Le Muri concerne aussi bien les hommes que les machines.

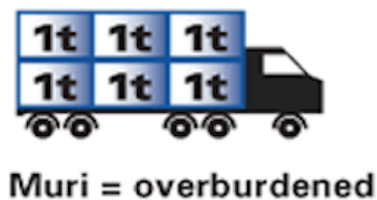


Figure 17: Muri schématisé

En reprenant le schéma du camion, le muri est bien représenté par un excès de charge : c'est une mauvaise utilisation des moyens.

Application à l'industrie pharmaceutique :

- Si nous prenons l'exemple d'un opérateur lors d'une période de nettoyage d'une machine, il va utiliser une quantité supérieure d'un produit nettoyant X alors que l'entreprise a défini une quantité Y de produit nettoyant. Cet excès de charge crée des coûts plus importants ainsi qu'une perte de temps.
- Si nous prenons cette fois l'exemple de la machine, lors de la production d'un médicament X, la machine étant mal calibrée, elle va utiliser une quantité supérieure à X de principe actif occasionnant cet excès.

2.3. Le Lean Thinking (30)(31)

Le terme Lean Thinking est apparu suite à la publication du livre « *The machine that changed the world* » écrit par James P. Womack, Daniel T. Jones et Daniel Roos. Il définit la vision du lean, ses outils et ses méthodes.

Les auteurs ont formalisé le lean en 5 principes fondamentaux :

1. Définir la valeur ajoutée

« La valeur ajoutée correspond à toutes les activités qui augmentent la valeur (marchande ou fonctionnelle) du produit aux yeux du client, c'est-à-dire toutes les activités pour lesquelles le client est prêt à payer »

En d'autres termes, la valeur ajoutée se résume à **offrir au client ce qu'il attend.**

2. Identifier la chaîne de valeur

La notion de valeur ajoutée acquise : il est important de pouvoir identifier sur une chaîne les étapes clés où la valeur ajoutée est présente. Les étapes qui n'ont pas de valeurs ajoutées sont considérées comme du gaspillage.

3. Favoriser / Optimiser un flux

Ce flux doit être fluide et homogène. Il est important d'organiser le travail pour éviter que les produits ou services à valeurs ajoutées ne subissent pas d'attentes ou de retours. L'optimisation du flux est un point clé dans la chasse aux gaspillages.

4. La notion de flux tiré

Ce terme de flux tiré signifie : Produire ce qu'il faut au moment où cela est nécessaire suite à la commande d'un client.

Cela signifie que lorsque le client commande, l'entreprise produit ce qu'il lui est demandé à contrario d'un flux poussé.

5. Rechercher la perfection

Nous entendons par perfection : Produire un produit ou délivrer un service correspondant aux attentes du client.

Pour parvenir à cette perfection, il est essentiel de faire participer le personnel et rechercher de nouveaux axes d'amélioration.

Ces principes fondamentaux décrits dans l'ouvrage des auteurs américains permettent aux entreprises d'être le plus efficace possible en diminuant au maximum les différents types de gaspillages.

Ainsi, après avoir détaillé la naissance du lean et de son expansion, nous identifierons ses principaux outils.

Partie 2 : Les **outils du Lean**

1. Les outils des piliers du Lean

Le lean est une culture d'entreprise mise en œuvre par la hiérarchie. Il dispose d'un arsenal d'outils permettant l'éradication des gaspillages et l'amélioration des processus. Dans ce chapitre, nous allons détailler les principaux outils du jidoka et du juste à temps.

1.1. Jidoka

1.1.1. Gemba Walk (32)(33)(34)(35)

Le **Gemba** ou **Genba** signifie en japonais « **là où se trouve la réalité** », l'endroit où la valeur ajoutée est créée et où les problèmes et solutions apparaissent. Le Gemba walk est une activité qui pousse la hiérarchie à aller observer le terrain. En effet, il existe une différence importante entre la théorie et la pratique. Les employés de première ligne n'appliquent pas forcément les standards dictés car trop difficiles, compliqués ou inapplicables face à une situation donnée.

C'est une méthode qui est simple d'application, elle s'apparente à un audit. Elle consiste essentiellement pour managers d'équipes à se rendre sur le terrain, d'analyser ce qui est fait et de poser des questions pertinentes aux opérateurs. Cette analyse va permettre de mettre en lumière les écarts réalisés, de lutter contre le gaspillage et d'offrir des opportunités d'améliorations.

Sur l'image ci-dessous, nous avons les principales questions à utiliser lors d'un gemba walk.

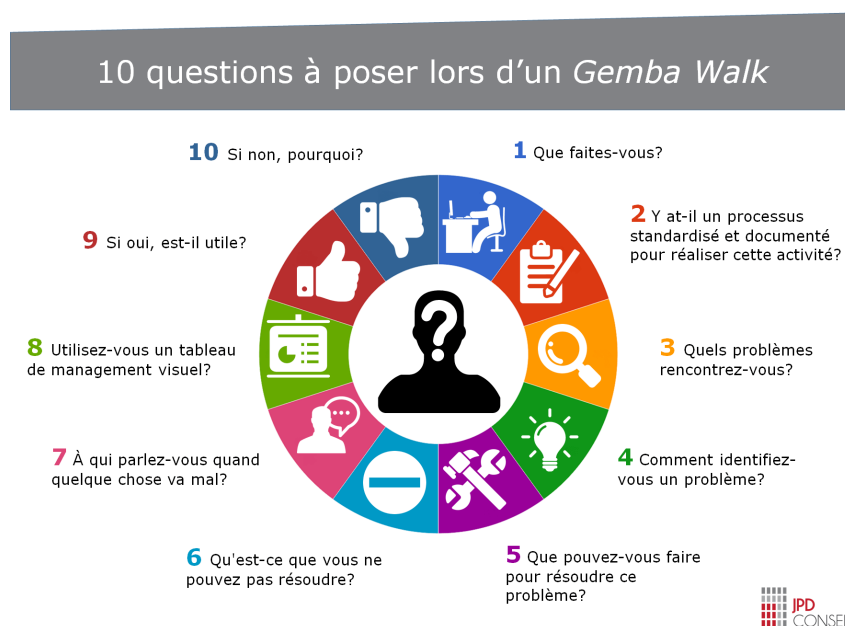


Figure 18 : Questions à poser lors d'un gemba walk

Ces échanges vont permettre à la hiérarchie de mieux comprendre les problèmes de terrain et surtout de solliciter les avis et conseils des opérateurs. Elle va attirer leur attention et démontrer un respect à leur égard.

Pour avoir une vision globale des processus, il peut être intéressant de cartographier les entrées et sorties des matières par une **VSM (Value Stream Mapping)** comme le montre l'image ci-dessous.

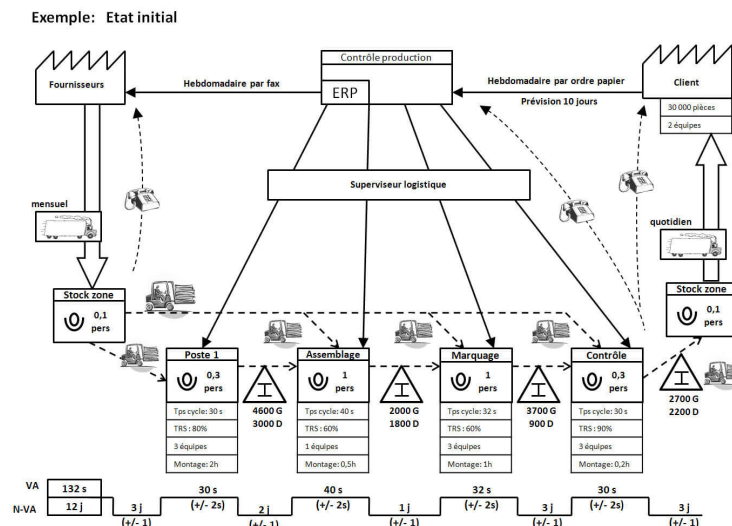


Figure 19 : Exemple d'une Value Stream Mapping

1.1.2. Andon (36)

L'andon est issu de l'entreprise Toyota et est l'outil cœur du Jidoka (37). Comme nous l'avons précédemment vu dans la partie I) de cette thèse, l'andon est un outil visuel qui se caractérise par un signal lumineux pour avvertir les employés que le processus rencontre un problème.

De nos jours, l'andon est informatisé, une alarme se déclenche et prévient les opérateurs. Ils devront alors corriger le problème sur la ligne et relancer la production. Une étude doit être lancée pour analyser la nature et la fréquence des problèmes.



Figure 20 : Exemple d'andon

En général, en production pharmaceutique, cette méthode est appliquée pour évaluer la qualité des produits, éviter qu'ils sortent des intervalles de mesures définies par l'entreprise.

1.1.3. Poka-Yoke ou détrompeur (38)

Lors des opérations réalisées par les employés sur chaîne, des erreurs peuvent survenir suite à une inattention ou à de la fatigue. Pour éviter ces erreurs humaines, l'ingénieur japonais, employé de Toyota, **Shigeo Shingo**, inventa le système de **poka-yoke** ou **détrompeur**. (39)

Le détrompeur est un outil mécanique permettant d'éviter les erreurs de montage sur ligne. C'est une méthode peu coûteuse et très efficace pour éviter les erreurs involontaires.

Il existe 3 types de détrompeurs : (40)

- Les détrompeurs de **contact** vérifient que les pièces soient bien emboîtées l'une dans l'autre
Exemple : Les prises USB différentes des prises HDMI d'un ordinateur



Figure 21 : Exemple de détrompeur de contact : USB

- Les détrompeurs de **signalement** : Un signal est émis lorsqu'un procédé n'est pas respecté
Ex : Avec le système de paiement sans contact, lorsqu'un paiement est effectué ou refusé, un signal est émis.



Figure 22 : Exemple de détrompeur de signalement : Paiement sans contact

- Les détrompeurs de **démarrage** : Une liste est établie avant l'exécution d'un processus

Ex : Lors du démarrage d'un ordinateur en mode sans échec, une liste d'action est lancée avant son démarrage.



Figure 23 : Exemple d'un détrompeur de démarrage : Mode sans échec d'un ordinateur

1.2. Juste-à-temps

1.2.1. Kanban (41)(42)

Le Kanban est un mode de gestion des flux de production à stock zéro, il s'agit d'une méthode qui va :

- Permettre de réduire les en-cours de stock
- Supprimer les stocks (muda de stockage)
- Augmenter la trésorerie
- Mieux gérer les produits à courte durée de vie
- Permettre d'être plus réactif

Cette méthode de gestion de flux a été inventée au Japon, par **Taiichi Ohno** dans la fin des années 50, pour lutter contre les gaspillages liés à une production excessive de produit.

« Les gens ont toujours tendance à faire de la surproduction »

Taiichi Ohno (43)

Cette citation provient de l'observation de M. Ohno dans les ateliers de Toyota. Il a observé dans ces ateliers que les employés produisaient pour terminer leurs quotas de production. Par la suite, cela entraîna des en-cours et donc une surproduction.

Pour lutter contre cet excès, il inventa le kanban : un système de gestion des flux appelé aussi **flux tiré** ou **tendu**.

Le système fonctionne par une demande en aval et non pas amont, c'est-à-dire que les opérateurs vont attendre qu'une commande soit passée avant de produire.

L'entreprise aura plus de risque d'être en rupture de stock mais sera au contraire beaucoup plus rentable et réactive.

Cette méthode s'apparente au supermarché. Sur les étagères, nous avons des produits à consommer que les clients achètent. Tant que la quantité de produits sur les étagères est suffisante, le supermarché ne passera pas de commande à son fournisseur. La demande est dictée par le client et non pas par le fournisseur.

Contrairement à la méthode classique, en flux poussé, l'entreprise ne tient pas compte des prévisions de vente.

Exemple : Continuer à produire en masse des médicaments hivernaux alors que nous sommes en période estivale.

Au niveau opérationnel, le Kanban s'image par un système d'étiquette. Dans le cas le plus simple, un kanban, ou étiquette, est placé dans un container contenant les ordres de fabrication nécessaires :

- Référence produit
- Quantité à produire
- Référence du poste en amont (fournisseur)
- Référence du poste en aval (client)

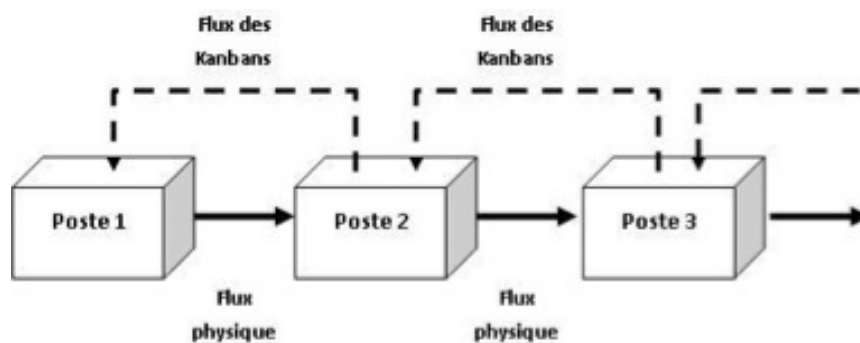


Figure 24 : Exemple d'un kanban

Explication :

La demande est réalisée par le poste 2 en aval (provenant elle-même du poste en avant, poste 3) et le poste 1 réalise ce qui lui est demandé. Tant que le poste 2 ne donne pas d'ordre au poste 1, rien ne peut être produit par le poste 1.

Un nombre d'étiquettes est déterminé pour chaque flux de kanban.

Aujourd'hui, il existe différents types de kanban : nous allons les illustrer et expliquer de manières brèves :

- **Kanban spécifique (43)**

Il est le plus employé et le plus connu parmi les kanbans généralement connus sous le nom de **kanban étiquette**. Le fonctionnement du kanban spécifique est décrit dans l'exemple ci-dessus.

- **Kanban générique (43)**

Le kanban générique fonctionne de manière similaire au kanban spécifique. La distinction entre ces deux systèmes est l'information donnée, c'est-à-dire qu'il n'indique ni la référence et ni la quantité à produire.

La différence provient essentiellement des postes en amont qui obéissent à des ordres de fabrication définis par le planning de production.

Il va permettre à la société de varier les petites séries comme les grandes séries et lutter contre les variétés importantes de commandes.

- **CONWIP : CONstant Work In Process ou Stock d'en-cours constant (44)**

Le CONWIP est utilisé pour les petites séries et à forte variété de production.

Contrairement au Kanban spécifique, l'ordre de fabrication provient du poste en aval qui renvoie directement l'information au poste le plus en amont d'un processus. L'ordre n'est pas envoyé aux postes intermédiaires.

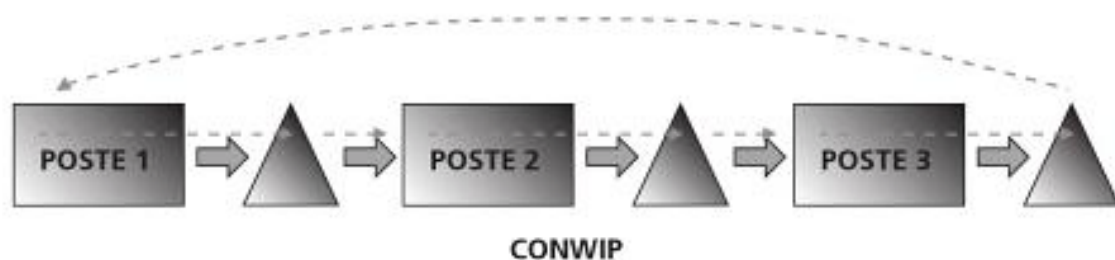


Figure 25 : Schéma d'un CONWIP

1.2.2. 5S (45)

Originaire du Japon, le 5S signifie :

- **SEIRI** : Supprimer

Eliminer tout ce qui n'est pas utile sur l'espace de travail.

- **SEITON** : Situer

Mettre les objets à leur place de façon optimisée.

- **SEISO** : Faire scintiller

Nettoyer l'espace de travail de façon à favoriser les deux premières étapes.

- **SEIKETSU** : Standardiser

Indiquer l'emplacement des pièces par une photo, une nomination, etc.

- **SHITSUKO** : Suivre



Figure 26 : Cycle 5S

Poursuivre la méthode sur le long terme par l'implication de ses utilisateurs.

Le 5S est une méthodologie qui permet d'optimiser le poste de travail d'un opérateur. Grâce à cette technique, l'opérateur pourra alors fournir avec sécurité un travail efficace et de qualité.

La démarche du 5S est de ranger les outils pour avoir un environnement de travail le plus aéré et le plus visuel possible. Pour appliquer le 5S, il n'est pas nécessaire d'avoir des connaissances et des moyens financiers importants. Chaque employé a la possibilité et est en capacité de réaliser un 5S.



Figure 27 : Exemple d'un 5S dans un atelier

Sans nous en rendre compte, nous appliquons nous même le 5S à la maison par le rangement de nos vêtements dans les placards ou armoires, etc...

1.2.3. Single Minute Exchange of Die(s) ou SMED (46)

Cette méthode a été inventée par un japonais, du nom de **Shigeo Shingo** pour la société Toyota dans les années 50.

Le S.M.E.D. signifie de son acronyme *Single Minute Exchange of Die(s)* ; en anglais, elle se traduit par changement d'outil rapide (en moins de dix minutes). Elle vise à diminuer les temps entre chaque changement de série en réduisant les temps d'arrêts entre chaque série.

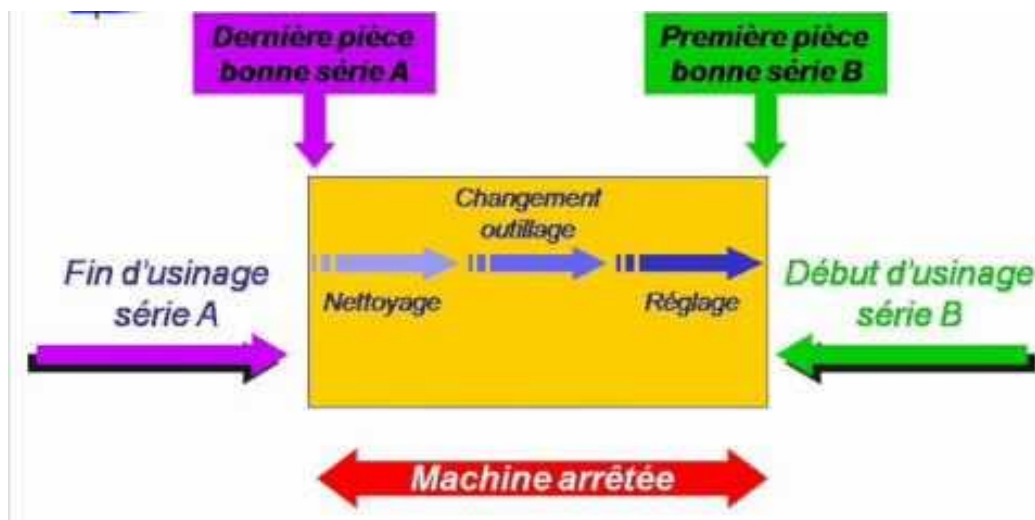


Figure 28 : Schéma SMED

Le SMED « parfait » est de parvenir au **OTED (One Touch Exchange Die)** soit la suppression des temps d'arrêt. (47)

L'un des meilleurs exemples de SMED que nous pouvons citer est dans le domaine de la Formule 1.

Auparavant, lorsque la voiture arrivait au stand pour changer ses équipements, les équipiers n'avaient pas de fonction définie : ils agissaient en fonction des tâches restant à effectuer. Le temps de changement d'outils se calculait en minutes.

Aujourd'hui, les temps de changement d'outils sont complètement différents, le record est d'environ 7 secondes. Car chaque coéquipier a une tâche définie et des équipements adaptés. Le SMED devient alors une véritable réussite.

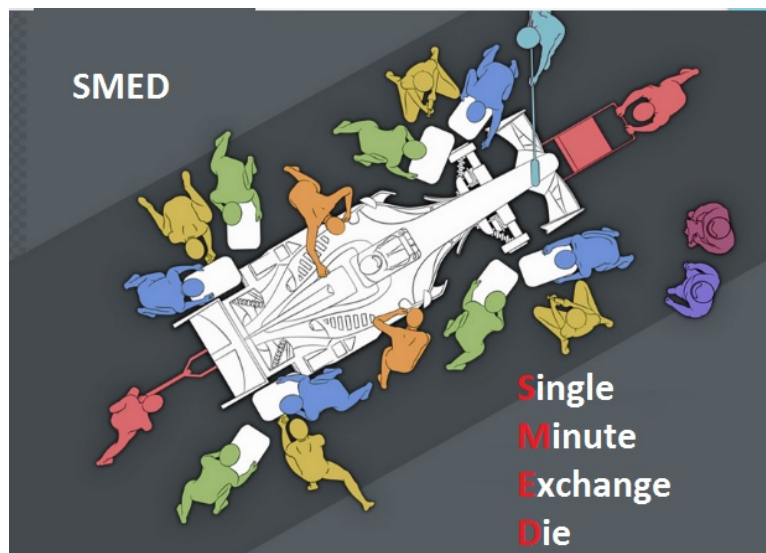


Figure 29 : Exemple de SMED appliqué à la Formule 1

L'ensemble des outils que nous venons de voir dans ce chapitre a révolutionné le lean. Mais attention, ce n'est parce que ces outils ont fonctionné sur des processus qu'il faut systématiquement les dupliquer sur d'autres systèmes. Chaque cas est différent !

Il est nécessaire d'analyser la situation et de définir les problèmes à régler. Il se peut qu'une simple amélioration de l'équipement ou des processus permette de résoudre les difficultés. Et cela passe par l'un des piliers majeurs du lean : **l'amélioration continue.**

2. L'amélioration continue / Kaizen

2.1. Principe du Kaizen (48)

Dans un monde industriel en perpétuelle évolution, les entreprises doivent chaque jour continuer à s'améliorer, à innover, à chercher à atteindre le meilleur d'un processus, d'un produit ou d'un service. Les industriels doivent constamment se remettre en question sur leurs méthodes de travail. Ce processus de remise en question est nommé en japonais le **Kaizen**.

Ce terme est l'assemblage de 2 idéogrammes japonais, **KAI** pour **changement** et **ZEN** pour **le meilleur**. Si l'on traduit ce mot, il signifie « **méthode de gestion de la qualité** » ou « **analyser pour rendre meilleur** » ou plus simplement « **amélioration continue** » (49).



Figure 30 : Idéogramme japonais illustrant l'amélioration continue

Le Kaizen ou l'amélioration continue n'est pas un outil mais un mode de pensée. Elle repose sur des actions simples, concrètes et qui demandent peu de moyens financiers. Les résultats obtenus sont appelés des **Quick wins**.

D'autre part, l'amélioration continue doit impliquer toute la hiérarchie et plus particulièrement les opérateurs qui sont sur le terrain.

« Fais le mieux, rends le meilleur, améliore le même s'il (machine) n'est pas cassé parce que si nous ne le faisons pas, nous ne pouvons pas concurrencer ceux qui le font. »

Mazaaki Imai (50)

Le Kaizen est une philosophie qui doit être appliquée dans toute entreprise pour rester novatrice face à la concurrence et qui doit impliquer tout le personnel pour que cette démarche puisse rester efficace à court terme et à long terme.

L'essence même du Kaizen est de **s'améliorer sans cesse de manière graduelle et douce**.
Elle passe par :

- La simplification des flux
- L'amélioration de la qualité
- L'amélioration des délais
- L'amélioration de la production
- L'amélioration des conditions de travail

« Qui ne cesse de s'améliorer cesse d'être bon »

Olivier CROMWELL

Il faut noter que le Kaizen ne doit pas être confondu avec le **Kaikaku**. (49) Il se traduit par **l'innovation** qui s'oppose à l'amélioration. En effet dans le lean, l'innovation se traduit par un changement radical moyennant un investissement financier important. Nous pouvons citer en exemple, l'achat de nouvelles machines, d'un nouveau système informatique, etc. Ces changements drastiques demanderont aux employés d'apprendre une nouvelle façon de faire, de penser, ce qui peut causer des arrêts conséquents sur des processus.

Dans cette démarche d'amélioration continue, de nombreux outils sont disponibles tels le **TPM** ou **Total Productive Maintenance** et **TQM** ou **Total Quality Management**, que nous détaillerons par la suite.

2.2. Le TPM ou Total Productive Maintenance

2.2.1. Naissance du TPM (51)

Total Productive Maintenance ou TPM est une méthodologie qui vise l'amélioration de l'efficacité des équipements / des processus et des activités de maintenance.

Elle est née au Japon dans les années 70, au sein d'une entreprise dénommée **Nippon Denso**. Cette méthode a été formalisée et mise en pratique par **Seichi Nakajima**, membre du **JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance)**. (52)

Cet outil s'est répandu dans les années 80 par la parution d'études de benchmarking du monde automobile. Le TPM est une version améliorée de la méthode américaine qui vise l'amélioration du rendement des machines par la prévention des pannes machines.

L'acronyme TPM signifie :

- **Maintenance** : Être capable d'entretenir une machine en bon état
- **Productive** : Pouvoir maintenir une activité tout en assurant la maintenance des machines
- **Total** : Prendre en compte tous les travaux des services supports et annexes

2.2.2. Principe du TPM (53)

Le principe du TPM est simple. Il cherche à améliorer l'efficacité des machines de production en évitant la panne grâce à une participation active de tout le personnel.

Le TPM est modélisé par un temple à 8 piliers et divisé en 2 familles :

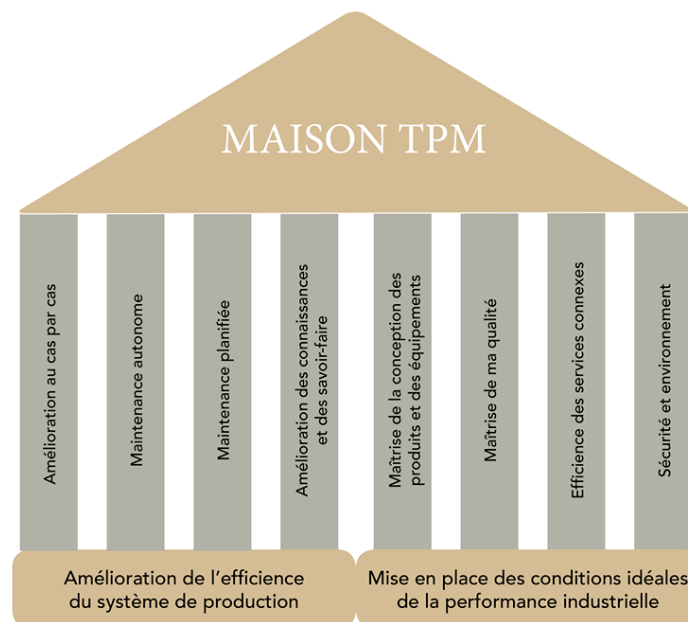


Figure 31 : Maison TPM

1^{ère} famille : Amélioration de l'efficacité du système de production

- Amélioration au cas par cas
- Maintenance autonome
- Maintenance planifiée
- Amélioration des connaissances et des savoir-faire

2^{ème} famille : Mise en place des conditions idéales de la performance industrielle

- Maîtrise de la conception des produits et des équipements
- Maîtrise de la qualité
- L'efficacité des services connexes
- Sécurité et environnement

2.2.3. Les 8 piliers du TPM (53)

2.2.3.1. L'amélioration de l'efficacité du système de production

Composé de 4 piliers, cette partie concerne non pas l'efficacité d'un système, mais le rendement de la machine c'est-à-dire sa capacité à produire sur toute sa durée de vie par rapport à une valeur théorique.

- **Pilier 1 : L'amélioration au cas par cas / élimination des gaspillages**

Premier pilier du TPM, il consiste en l'amélioration continue des processus, principe du Kaizen. Cette partie du TPM peut se traduire par l'élimination / l'éradication des gaspillages par la recherche constante des causes racines.

- **Pilier 2 : Maintenance autonome**

Le terme important ici est autonome, il s'adresse essentiellement aux opérateurs terrain qui sont à la charge de l'entretien des machines (nettoyage, démontage, remontage). Ce pilier privilégie l'autonomie du personnel face aux situations auxquelles il peut faire face au quotidien.

- **Pilier 3 : Maintenance planifiée**

Dans cette partie, on parle toujours de maintenance, il fait référence à de la prédiction de panne machines.

Exemple : Faire une révision de la voiture tous les 20 000km. Le propriétaire de la voiture réalise cette opération pour éviter une panne dans le futur.

Ce pilier privilégie la maintenance préventive à la maintenance curative, coûteuse et risquée pour les employés.

« Mieux vaut prévenir que guérir »

Proverbe

- **Pilier 4 : Amélioration des connaissances et des savoirs faire**

Le pilier 4 met l'accent sur la connaissance du personnel. Il fait place à l'œil expert des opérateurs terrain, au partage des connaissances, à la planification des formations et à la vérification de l'adaptation des employés face aux nouvelles directives.

Le but est de déterminer si l'opérateur possède le savoir-faire et les connaissances nécessaires pour manipuler une machine.

2.2.3.2. Mise en place des conditions idéales de la performance

Composée aussi de quatre piliers, la performance traite de la mise en œuvre des conditions idéales dans tous les services, en amont et en aval de la production, pour atteindre l'excellence industrielle.

- **Pilier 5 : Maîtrise de la conception des produits et des équipements associés.**
Capitalisation des savoirs

Ce pilier explique que l'expérience du personnel est nécessaire dans l'établissement de tout nouveau projet. Il permet d'éviter les erreurs commises dans le passé et de les structurer d'une meilleure manière. Ainsi, tout le personnel est convié à participer à l'élaboration de projet.

- **Pilier 6 : Maîtrise ou « Maintenance » de la qualité**

La qualité des produits fabriqués par la machine est mise en jeu. L'entreprise doit savoir maintenir un niveau de qualité produit dit « bon ». Les produits acceptables sont compris dans un intervalle de mesure défini par le client et l'entreprise.

Pour garder une qualité produit irréprochable, il est essentiel pour les industriels d'étudier la fiabilité de la machine et cela passe par les principes du lean, c'est-à-dire l'élimination des gaspillages et l'amélioration continue.

- **Pilier 7 : Efficience des services connexes ou « TPM dans les bureaux »**

Le 7^{ème} pilier est qualifié de « TPM bureaux » car il fait référence aux services supports à la production.

La démarche de ce pilier est de reproduire les réussites du TPM aux autres services de l'entreprise car une « mauvaise » performance peut affecter les services en aval.

- **Pilier 8 : Sécurité, conditions de travail » et environnement**

De nos jours, ce pilier prend de plus en plus d'ampleur du fait des enjeux économiques. Dans la société dans laquelle nous vivons, l'Homme est mis au centre du lean. Sans l'Homme et son implication, le lean ne pourrait pas fonctionner

Exemple : Si un opérateur est malade, l'effectif sera diminué. Le laboratoire sera contraint de travailler avec une personne en moins.

Il est intéressant pour une entreprise de veiller à son personnel en améliorant la sécurité des opérateurs sur leur lieu de travail (= 0 accident), leurs conditions de travail (= 0 arrêt maladie) et de travailler dans le respect des normes environnementales.

Le service en charge du maintien et de leurs améliorations est le **service hygiène, sécurité et environnement**. Son utilité est indispensable dans le domaine pharmaceutique, il démontre le respect auprès de ses collaborateurs.

Cette attention portée envers les employés est une démarche qui peut motiver les effectifs. Cet ensemble de principe du TPM peut être quantifié et évalué par un indicateur.

2.2.4. TRS ou Taux de rendement synthétique (54)

Etabli par le JIPM dans les années 80, le TRS est l'indicateur de référence du TPM. Il mesure les performances des équipements et il est quantifiable, le résultat s'établit en pourcentage.

Le taux de rendement synthétique peut se calculer de manière simple :

$$\frac{\text{Quantité de bonnes pièces réalisées}}{\text{Quantité théorique réalisée par la machine}} \times 100$$

Dans ce cas, nous ne prenons pas en compte de nombreux facteurs. Ce simple calcul peut déjà nous donner un ordre d'idée sur la « performance » de la machine. **(55)**

Exemple :

- Si nous obtenons un TRS proche de 100%, nous pouvons supposer que la machine est opérationnelle et répond aux critères constructeurs.
- Si nous obtenons un TRS proche de 70%, nous pouvons supposer que la machine présente un défaut de productivité.

Le TRS ne s'intéresse pas uniquement au rendement produit. Pour calculer le TRS de manière correct, il faut savoir qu'il s'appuie sur 3 critères :

- La disponibilité des machines

- ✓ Caractérisée par les pannes et les changements de série
- ✓ Elle évalue le **temps de fonctionnement brut**

- La performance des machines

- ✓ Caractérisée par les micro-arrêts et les variations de cadence
- ✓ Elle évalue le **temps de fonctionnement net**

- La qualité des produits

- ✓ Caractérisée par les défauts et la perte de mise en route
- ✓ Elle évalue le **temps utile**

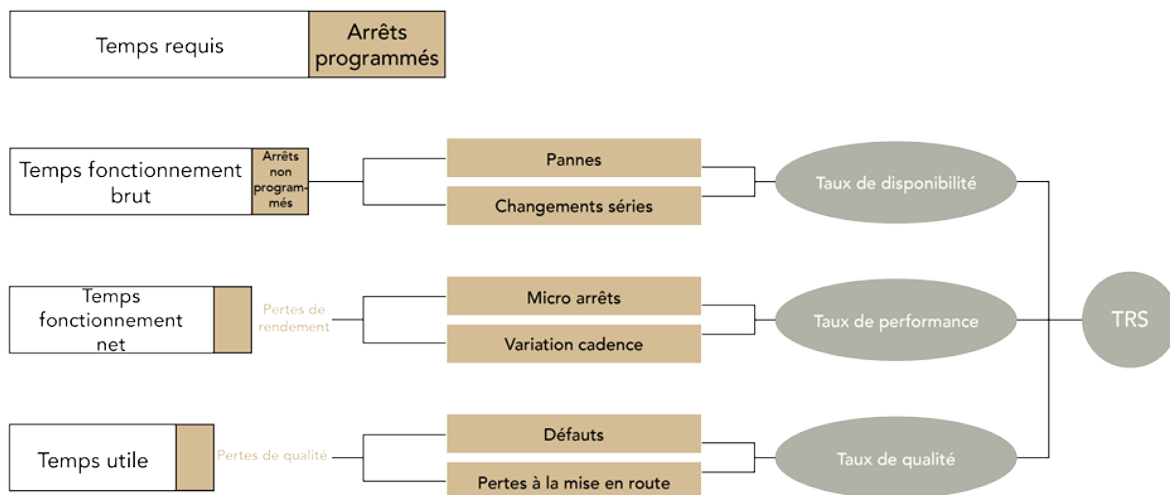


Figure 32 : Les 3 critères du TRS et ses causes de possibles

Le TRS est le produit des 3 critères :

$$\text{TRS} = \text{Disponibilité (\%)} \times \text{Performance (\%)} \times \text{Qualité (\%)}$$

Il est le reflet de la performance machine. Et grâce à ce calcul, nous pouvons déterminer les causes principales d'une machine.

Pour terminer sur ce TRS, il est à noter qu'il est soumis à une norme AFNOR, **NF 60-182**, permettant aux entreprises d'avoir un même vocabulaire et de pouvoir réaliser un benchmarking face aux autres sociétés.

Suite au TPM, nous allons détailler un autre outil de l'amélioration continue, celui de la qualité, le TQM.

2.3. Total Quality Management ou le Management Qualité Total

2.3.1. Définition de la qualité totale (56)

Selon le Larousse : « Ensemble des caractères, des propriétés qui font que quelque chose correspond bien ou mal à sa nature, à ce qu'on en attend ».(57)

Selon Wikipédia : « « Manière d'être », bonne ou mauvaise, de quelque chose ». (58)

On peut facilement comprendre par ces définitions que la notion de qualité (en entreprise) est difficile à définir.

Dans notre domaine pharmaceutique, et selon les normes ISO (Organisation Internationale de Normalisation) la **qualité** se définit de la manière suivante :

**« Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques d'un objet
à satisfaire des exigences » (59)**

Pour que la qualité soit **totale**, il faut prendre en compte tous les facteurs qui permettent d'améliorer la satisfaction des clients en passant par l'excellence du produit ou du service et cela se traduit par l'amélioration continue.

2.3.2. Histoire et pionniers du TQM (60)

La notion de qualité remonte à des années bien avant Jésus Christ. Les civilisations anciennes ont construit des infrastructures impressionnantes et qui pour certaines restent un mystère. Ces monuments historiques ont été réalisés avec des outils de mesures précis. Cette précision de leur artisanat, être capable de reproduire des outils d'une précision extrême, est un reflet de la qualité. C'est grâce à l'art et l'artisanat que la notion de qualité va continuer à se répandre. La qualité va progresser au fur et à mesure des années.

A partir du XXème siècle, la société téléphonique **Western Electric Company** de Chicago remarque que la qualité est un concept à prendre en compte. En effet, elle comprend qu'il existe un rapport entre la qualité d'un service et la fidélisation d'un client. Plus un client sera satisfait par la qualité d'un service ou d'un produit plus le client aura tendance à rester fidèle au produit ou au service.

Avec le nouveau mode de vie et de consommation des populations, de nouvelles problématiques apparaissent. Les clients veulent des produits qualifiés de « meilleurs ». C'est dans cet esprit que la société téléphonique va faire appel à **Walter A. Shewart**, surnommé aujourd'hui le « **pape de la qualité** ».

C'est dans les **locaux de Bell Telephonie Laboratories** que le Dr Walter A. Shewart, physicien mathématicien, inventa les **cartes de contrôle**. Ces cartes se basent sur des méthodes de statistique assez simples et qu'on utilise encore en industrie : elles s'apparentent au graphique de la loi normale.

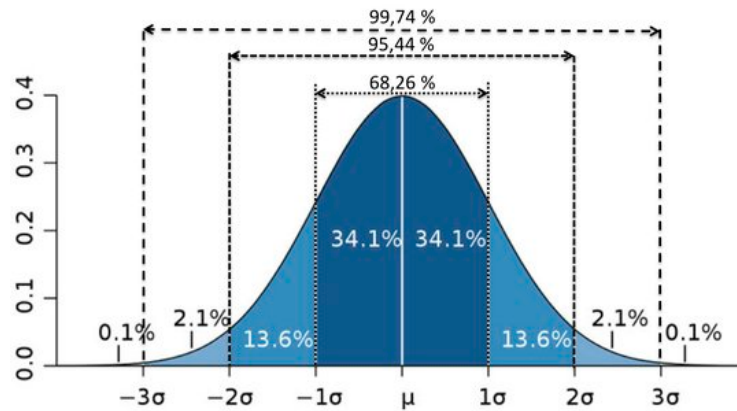


Figure 33 : Distribution d'une loi normale

Explication :

- Au centre, nous avons la moyenne notée (μ) qui peut être aussi représentée par la valeur cible à atteindre.
- Sur la droite, nous avons les valeurs (σ) que sont les limites inférieures et supérieures.
- **1 σ** représente l'écart par rapport à la moyenne.

Plus un produit est éloigné de sa valeur cible, plus il a de chance d'être considéré comme un rebut.

On comprend bien que l'objectif de ces cartes de contrôle est de diminuer l'occurrence des erreurs de production en mesurant et maîtrisant la variabilité. Pour cela, le Dr Shewart a différencié 2 types de variabilité :

- **Variabilité naturelle**
- **Variabilité accidentelle ou non contrôlée (61)**

Ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale que la qualité aura un impact important. **William Edward Deming** (1900-1993)(62), élève de **Walter A. Shewart**, s'inspirera des travaux de son professeur pour faire évoluer la qualité. Dans ses ouvrages, il fera la différence entre les différents services de la qualité (Contrôle qualité, Assurance qualité, Management de la qualité). Suite à ces travaux, il créa un autre système de management de la qualité, opposé au taylorisme. Mais cette politique qualité créée n'eût aucun succès auprès des Américains. À la fin de la seconde guerre mondiale, les Américains ont envoyé Deming au Japon pour les aider à se reconstruire et pour qu'il puisse poursuivre ses travaux.

Au fil des années, Deming rencontrera de nombreuses personnalités importantes, et notamment le **Keindanren**, la grande fédération patronale japonaise. (63) Ces derniers avaient entendu parler des travaux de Deming sur le management, on lui proposera de donner des conférences sur sa méthode, le **PDCA** (Plan, Do, Check, Act) ou **Roue de Deming**. L'idée est de transformer une vision en action pour traiter les problèmes et les besoins.

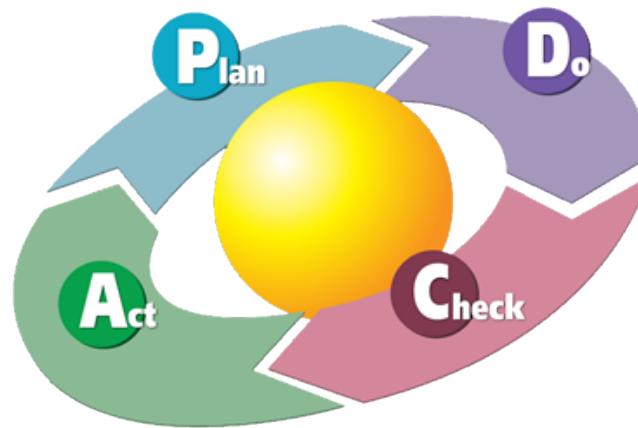


Figure 34 : Cycle Plan, Do, Check, Act de Deming

PRINCIPE (64)

Le point de départ est de planifier (**Plan**) les actions à mettre en place. La planification résulte de l'observation d'un problème qui doit être corrigé ou de l'amélioration d'un processus.

Dans un deuxième temps, on réalise/fait (**Do**) l'action qu'on vient de planifier. En général, l'action mise en place est une phase dite « test » ou de développement.

L'étape « **check** » est de vérifier si l'action qui vient d'être appliquée donne le résultat attendu.

La dernière étape consiste à passer à l'action (**Act**) c'est-à-dire mettre en place l'action réalisée au sein de l'établissement ou sinon repartir sur un nouveau cycle.

Le PDCA est un système cyclique. Dès qu'un cycle est terminé, nous pouvons reprendre du début et en recommencer un nouveau. L'intérêt est grand puisque les améliorations ne cesseront d'évoluer avec le temps.

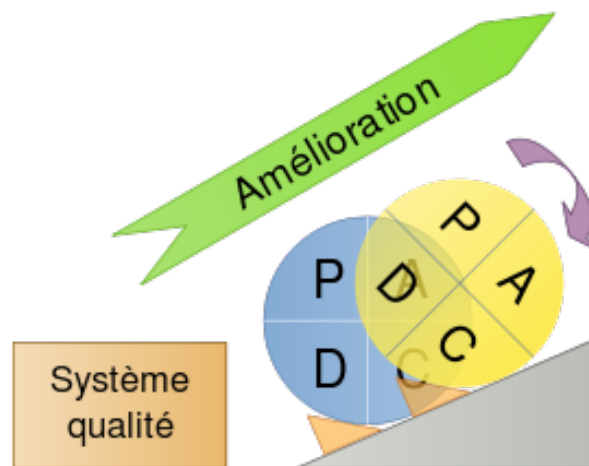


Figure 35 : PDCA et amélioration continue

Le système qualité est la « cale » du PDCA. A chaque fois qu'un processus est amélioré, le système qualité le valide et empêche « de revenir à un état ancien ». Le PDCA rend meilleur le travail au quotidien.

Les théories de Deming n'ont connu aucun succès auprès du public américain. Ils étaient adeptes de la méthodologie de management prônée par Taylor. C'est dans une émission télévisée américaine nommée « *Si le Japon peut le faire, pourquoi pas nous* » que Deming

commencera à se faire connaître. C'est grâce à ses travaux que le TQM naîtra lors de la mise en place du système de la qualité. (63)

D'autres auteurs emblématiques ont travaillé sur le sujet :

- **Joseph Moses Juran** (1904 – 2004) (65)(66)

Ingénieur en électricité, il commença à travailler dans le service qualité, « Contrôle de production », chez Western Electric, une division de l'entreprise Bell Tell. Il deviendra responsable dans ce secteur.

Après la seconde guerre mondiale, il quittera l'entreprise Bell et sera appelé par les Japonais pour les aider à se reconstruire. Il contribuera à diffuser ces principes de management de la qualité.

Joseph Moses Juran est connu pour :

- Avoir contribué et développé le principe de Pareto
- Avoir créé « **la trilogie de Juran** », une ébauche du PDCA de Deming : Planification, Contrôle, Amélioration
- Avoir étendu « l'esprit de la Qualité » : La qualité débute à la conception et se poursuit jusqu'à la livraison au client
- Avoir écrit le « **Juran Quality Control Handbook** » : une des références du management qualité.

- **Armand Vallin Feigenbaum** (1920 – 2014) (67)

Statisticien et docteur en sciences du MIT, il fait partie des théoriciens de la gestion qualité. Il collaborera à l'élargissement du concept Quality Control. Il emploiera pour la première fois le terme de TQC. Il écrira par ailleurs, un livre intitulé « Total Quality Control » avec Ishikawa.

- **Kaoru Ishikawa** (1915 -1989) (68)(69)

Ingénieur chimiste japonais, il est l'un des précurseurs de la gestion et de l'amélioration de la qualité.

Après avoir travaillé dans le domaine naval et automobile chez **Nissan Liquid Fuel Compagny**, il deviendra membre du **JUSE**, partie contrôle qualité. Avec son expérience, il présidera « l'association » durant plus de 30 ans.

Nous devons à Kaoru Ishikawa :

- Le diagramme cause à effet ou le diagramme d'Ishikawa
- Le cercle de qualité

Il a participé à l'élaboration et à la diffusion du TQC avec Armand Vallin Feigenbaum.

2.3.3. Principe et outils du TQM (68)

Le principe du TQM est simple, il suffit de pouvoir répondre aux exigences clients. Pour cela, il n'existe pas de démarche spécifique ou de procédure à suivre pour avoir un bon TQM. Elle varie en fonction des entreprises.

Le manuel qualité des laboratoires est le garant de la qualité puisque c'est dans ce manuel que sont définis les objectifs et les garanties « qualité ».



Figure 36 : Le système de management documentaire montrant le manuel qualité au sommet de la pyramide

Quoi qu'il n'y ait pas de démarche spécifique à proprement parler, le TQM possède des outils d'analyses, les **7M** ou les « **outils simples** » :

2.3.3.1. *Diagramme de Pareto (70)*

Le diagramme de Pareto ou règle de 80/20 a été créé par un Italien du nom de Vilfredo Pareto, économiste italien. Suite aux travaux de ce dernier, Joseph Moses Juran popularisera cette méthode au monde industriel.

Le diagramme de Pareto est un histogramme performant et efficace pour mettre en évidence les problèmes les plus récurrents. Il permet de prioriser les actions à mettre en place le plus rapidement possible.

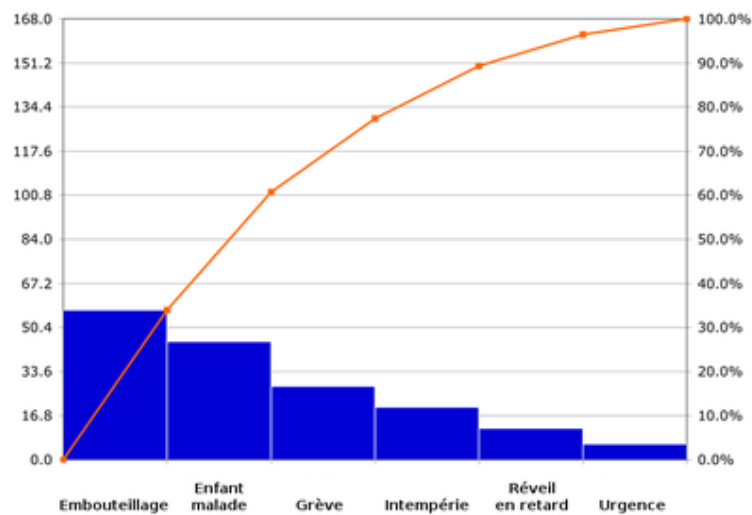


Figure 37 : Diagramme de Pareto sur les causes de retard au travail (valeurs hypothétiques)

Explication de la construction du diagramme :

- ◆ En abscisse : Les différentes raisons de causes de retard classées par ordre décroissant (classe)
- ◆ En ordonnée :
 A gauche : La fréquence de retard
 A droite : Le taux de retard rapporté en pourcentage
- ◆ La droite / courbe représente le pourcentage cumulé

Interprétation du diagramme :

De manière concise, nous pouvons lire sur le graphe que la raison principale des retards est due au embouteillage.

Nous pouvons inciter par exemple les employés à partir plus tôt pour éviter les embouteillages.

2.3.3.2. Diagramme causes - effets (71)

Appelé aussi diagramme d'Ishikawa tiré du nom de son inventeur ou aussi diagramme en arête de poisson pour sa forme.

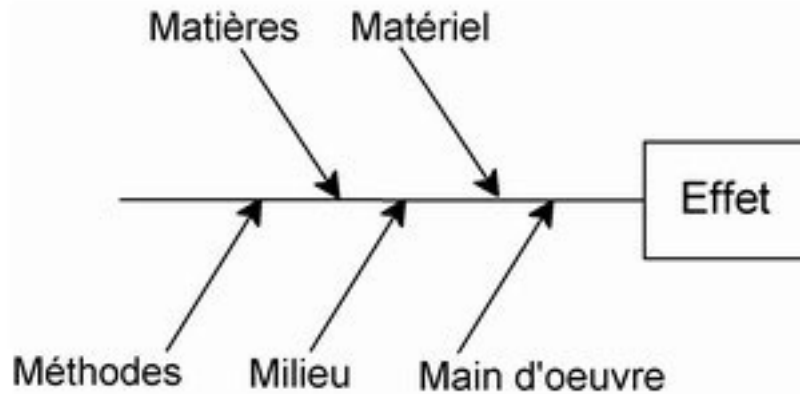


Figure 38 : Les 5M du diagramme d'Ishikawa

Le diagramme est composé de 5 catégories appelées les « 5 M » :

- Méthodes
- Matières
- Milieu
- Matériel
- Main d'oeuvre

Ces catégories sont appelées les causes. Dans chaque classe de cause, nous pouvons détailler ces causes en « sous cause » et ainsi déterminer l'origine du problème. A la fin de ce diagramme, nous avons la résultante de la cause, l'effet.

Exemple en industrie pharmaceutique :

- Cause : Matière
- Sous cause : Nouveau type de poudre utilisé par le fournisseur
- Effet : Comprimé qui se désagrège plus vite

2.3.3.3. *Stratification* (72)(73)

« Une technique utilisée pour analyser / diviser un univers de données en groupes homogènes (**strates**) souvent des données collectées sur un problème ou un événement représente plusieurs sources qui doivent être traitées séparément. »

Le diagramme suivant montre un exemple de stratification.

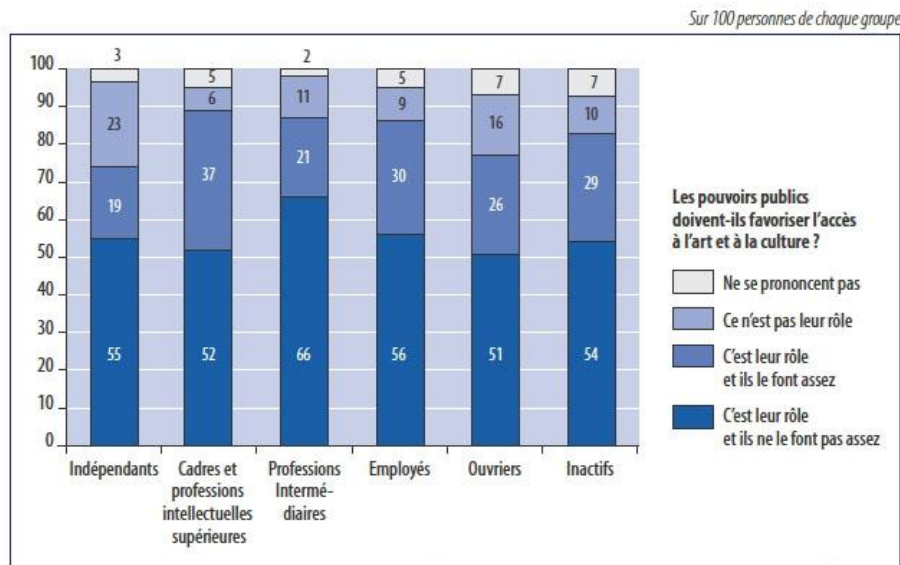


Figure 39 : Exemple de stratification sur un histogramme

Dans cet exemple, nous avons un histogramme avec différentes classes (métier). Sans rentrer dans l'étude de la question posée, parmi chaque classe, nous avons un pourcentage de cette classe donnant leur avis sur la question. En fonction de leur réponse, une compilation de ces résultats est donnée sous forme de **strate** ou compartiment ou partie.

Dans cet exemple, chez les cadres, pour la question posée, 52% estiment « c'est leur rôle et ils ne le font pas assez ».

La stratification permet d'avoir une vision claire sur les données ou résultats et une interprétation simple.

2.3.3.4. *Check – list (74)*

Aussi appelée feuille de route, la check-list comme son nom l'indique est une liste de points à vérifier à ne pas oublier de réaliser.

En industrie pharmaceutique, nous pouvons citer en exemple, une check-list avant le démarrage d'une machine. Cette liste est généralement réalisée entre l'opérateur terrain et les managers.

VERIFICATIONS AVANT DEMARRAGE		RESULTAT	Visa
Nettoyage réalisé et consigné		S <input type="checkbox"/> / NS <input type="checkbox"/>	
Nettoyage multi-produit réalisé et consigné * Visa d'un responsable pour accord de démarrage		S <input type="checkbox"/> / NS <input type="checkbox"/> / NA <input type="checkbox"/>	*
Vide de ligne vérifié		S <input type="checkbox"/> / NS <input type="checkbox"/>	
Vérification du bac : composition (qté) et cohérence des documents		S <input type="checkbox"/> / NS <input type="checkbox"/>	
Vérification de la concordance des couleurs de plomb de la vanne et du couvercle pour la première forme (si NS prévenir un responsable)			
Conteneur N°			
Couleur plomb vanne de fond : JAUNE S <input type="checkbox"/> / NS <input type="checkbox"/>	Couleur plomb couvercle : VERT S <input type="checkbox"/> / NS <input type="checkbox"/>		
Conteneur N°			
Couleur plomb vanne de fond : JAUNE S <input type="checkbox"/> / NS <input type="checkbox"/>	Couleur plomb couvercle : VERT S <input type="checkbox"/> / NS <input type="checkbox"/>		
Conteneur N°			
Couleur plomb vanne de fond : JAUNE S <input type="checkbox"/> / NS <input type="checkbox"/>	Couleur plomb couvercle : VERT S <input type="checkbox"/> / NS <input type="checkbox"/>		

Figure 40 : Exemple de check-list

2.3.3.5. Histogramme (75)

Outil statistique qui représente une image de la population à un moment donné. Avec l'histogramme, nous pouvons identifier de nombreux critères tels que :

- Le nombre de classes
- La largeur des classes
- La fréquence
- L'étendue

Mais aussi des mesures telles que :

- La moyenne
- La médiane
- Le mode

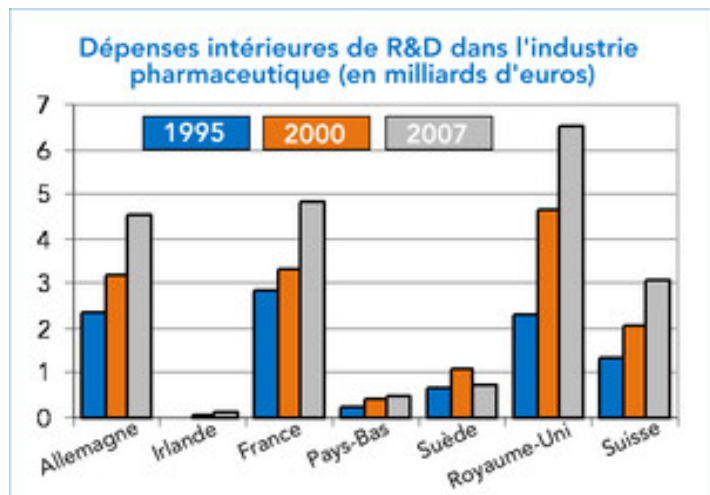


Figure 41 : Exemple d'un histogramme

Cet ensemble de résultats ou de valeurs permet d'interpréter des cas.

Exemple : Lors de la fabrication de comprimés, nous pouvons vérifier si la population est bien centrée sur la valeur cible, déterminer les limites supérieures et inférieures.

2.3.3.6. Diagramme de dispersion(76)(77)

Le diagramme de dispersion est un outil statistique très utilisé en industrie pharmaceutique, il permet de montrer l'existence d'une corrélation entre deux facteurs (Exemple : La force de compression est-elle liée à l'état du comprimé ?). Ci-dessous l'ensemble des cas possibles :

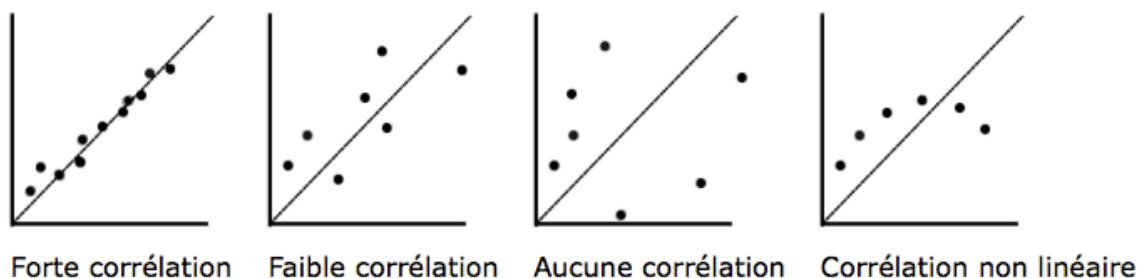


Figure 42 : Différents cas d'un diagramme de dispersion

Explication : Plus les points sont proches de la ligne de régression linéaire, plus la corrélation entre les 2 grandeurs est forte c'est-à-dire des grandeurs liées.

2.3.3.7. Grappe / carte de contrôle(78)

Un graphe de contrôle ou carte de contrôle est un outil qualité. Sur ce graphe sont tracés l'objectif à atteindre, les limites supérieures et inférieures, et les valeurs périodiquement mesurées.

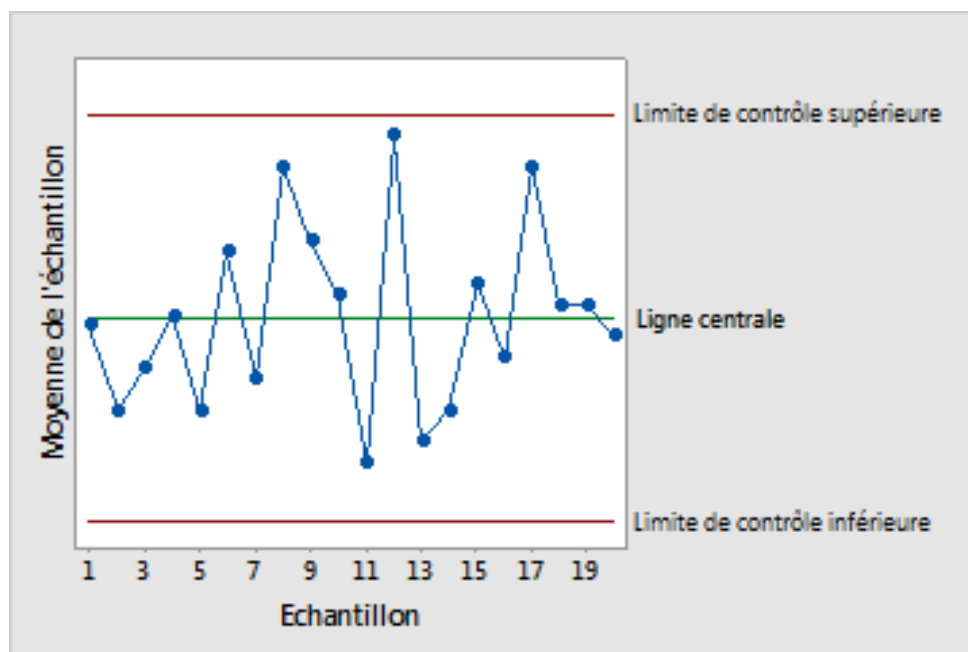


Figure 43 : Exemple d'une carte de contrôle

Exemple : Sur cette image, les points représentent le poids des échantillons (comprimés) sur un temps donné.

Supposons que les limites inférieures et supérieures sont les normes d'un laboratoire pharmaceutique à ne pas dépasser.

Les résultats indiquent que le poids des comprimés est conforme aux normes de l'entreprise donc que le processus peut continuer.

L'intérêt des cartes de contrôle est grand, il permet de déceler si un processus est stable.

Conclusion deuxième partie :

Dans ce chapitre, nous avons balayé un ensemble de techniques et outils du lean. Nous avons vu l'importance de l'amélioration continue pour un laboratoire pharmaceutique.

Dans le prochain chapitre, nous mettrons en application certains outils du lean et nous observerons les résultats escomptés.

PARTIE 3 :
Application du
Lean Management
à un atelier de
production de
comprimés

1. Mise en œuvre des outils du Lean –

Cas pratique

Pour mettre en pratique les outils du lean, j'ai eu l'opportunité d'effectuer un stage au sein du laboratoire BMS-UPSA, à Agen, dans le service de production : le **WIP (Work In Process)**.

Dans le cadre de l'amélioration continue de leur service, il m'était demandé de travailler sur un sujet particulier, le **SMED**.

Dans un contexte concurrentiel, il est dans l'intérêt de l'entreprise de produire vite et bien c'est-à-dire fabriquer un maximum de médicaments en respectant les exigences du client en un minimum de temps.

1.1. Amélioration de la productivité par le SMED

1.1.1. Rappel

Le SMED de son acronyme Single Minute Exchange of Die(s), comme vu précédemment dans la deuxième partie de cette thèse « Les outils du Lean », est une méthode japonaise qui organise des étapes de manière ordonnée, synchronisée et qui optimise le temps. Dans notre application, l'intérêt de cette méthode est de minimiser au maximum les temps de démontage, nettoyage et remontage. Le critère fondamental est donc le temps.

Il est essentiel que lors de son application, les temps de chaque étape soient mesurés et décrits. Pour évaluer les résultats de cette méthode, il est nécessaire de se munir d'un appareil pour quantifier le temps, d'un appareil photo/vidéo pour se justifier et d'une fiche de suivi pour commenter.

Cet outil va permettre au laboratoire d'améliorer leurs capacités.

- Cela passe par :
 - Une meilleure compréhension des machines par l'opérateur → Opérateur plus autonome
 - Une meilleure gestion de son temps → Opérateur qui peut effectuer d'autres tâches
- Et permet :
 - D'avoir un système optimisé → Suppression des gaspillages (MUDA)
 - D'être plus productif → Gain de parts de marché par le laboratoire.

Le SMED est une technique complexe, il nécessite un minimum de connaissance. Il faut savoir qu'il s'articule en 4 parties :

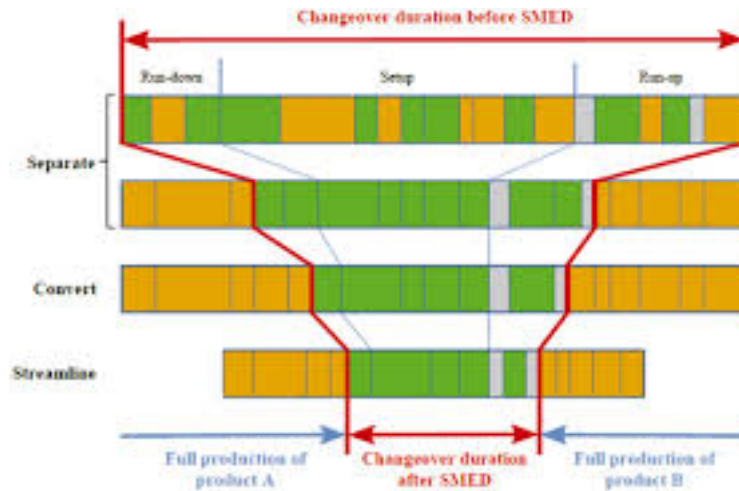


Figure 44 : Les 4 étapes d'un SMED

1) Identification des réglages/opérations internes et externes

Cela correspond à un état des lieux, une photo actuelle de la situation : comment est la mise en place des outils, comment les opérateurs travaillent, etc.

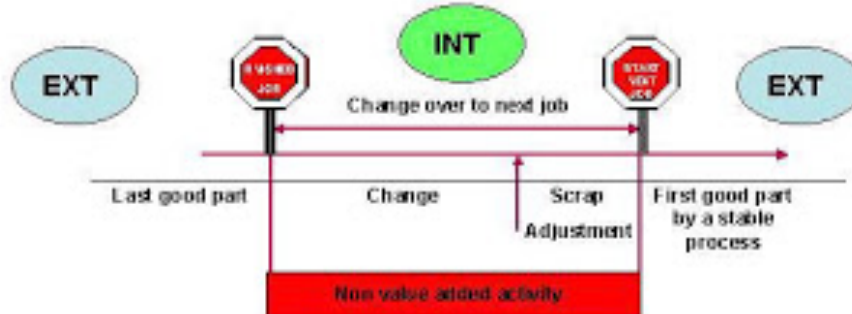


Figure 45 : Schéma illustrant les opérations internes et externes d'un SMED

À partir de cette image, nous allons identifier ce que nous appelons les réglages ou opérations internes et externes, et les cartographier.

Définitions :

- L'opération externe correspond à une étape réalisée lors du fonctionnement de la machine.
= EN HORS PRODUCTION

- L'opération interne correspond à une étape qui est réalisée lors de l'arrêt machine.
= EN PRODUCTION

Cette dernière n'apporte aucune valeur ajoutée. L'entreprise perd de l'argent lors de cette étape. D'où l'importance d'étudier le changement d'outil entre les séries.

2) Organisation des réglages/opérations internes et externes

Sachant que les opérations externes sont les processus qui sont réalisés en dehors de la période de production, il y a d'autant plus d'intérêts à faire ces opérations à non-valeur ajoutée durant cette période. Elle permet en plus d'éviter les arrêts machines fréquents et donc une perte de temps de fabrication.

3) Transformation des réglages/opérations internes en opérations externes

Comme le nom du paragraphe l'indique, on transforme des étapes internes en étapes externes. Le principe est de diminuer la fréquence d'arrêt machine suite à un réglage.

Autre exemple : Une presse à comprimés à deux sorties : les comprimés sont éjectés par les deux sorties de manière homogène dans les sachets. Après un certain temps, ces sacs vont être remplis en même temps et donc l'opérateur sera obligé d'arrêter la machine pour changer les sacs.

Après réflexion avec les équipes, si on ne se contente que de remplir un sac de comprimés à la fois, on pourra éviter l'arrêt machine. On procède de la façon suivante, on ne laisse ouverte qu'une seule sortie et dès que le sac est rempli de comprimés, on ferme cette dernière pour ouvrir l'autre sortie. L'opérateur ne sera plus obligé d'effectuer cette tâche, d'arrêter la machine. La presse pourra continuer à produire en « non-stop ».

Dans ce type de cas, nous pouvons gagner en moyenne entre 5 à 10 minutes par arrêt.

4) Rationalisation des réglages/opérations

Après avoir mis en œuvre les trois premières étapes, on met en application la théorie. L'ordonnancement des étapes et l'amélioration des processus montrent souvent que les étapes sont plus rapidement exécutées. Et cela passe par la mesure du temps.

La finalité du SMED est la diminution des temps d'exécution par l'ajustement et l'amélioration des étapes.

1.1.2. Etat des lieux

SGA :

Le SMED est appliqué sur la partie hors production de la presse, sur les phases de démontage, nettoyage et remontage, appelé aussi **SGA** pour **service général d'atelier**.

En théorie, un SGA dure 60h soit 2 jours et demi. Il est effectué lorsqu'un lot de produit est terminé et pour éviter la contamination croisée entre le produit précédent et le suivant.

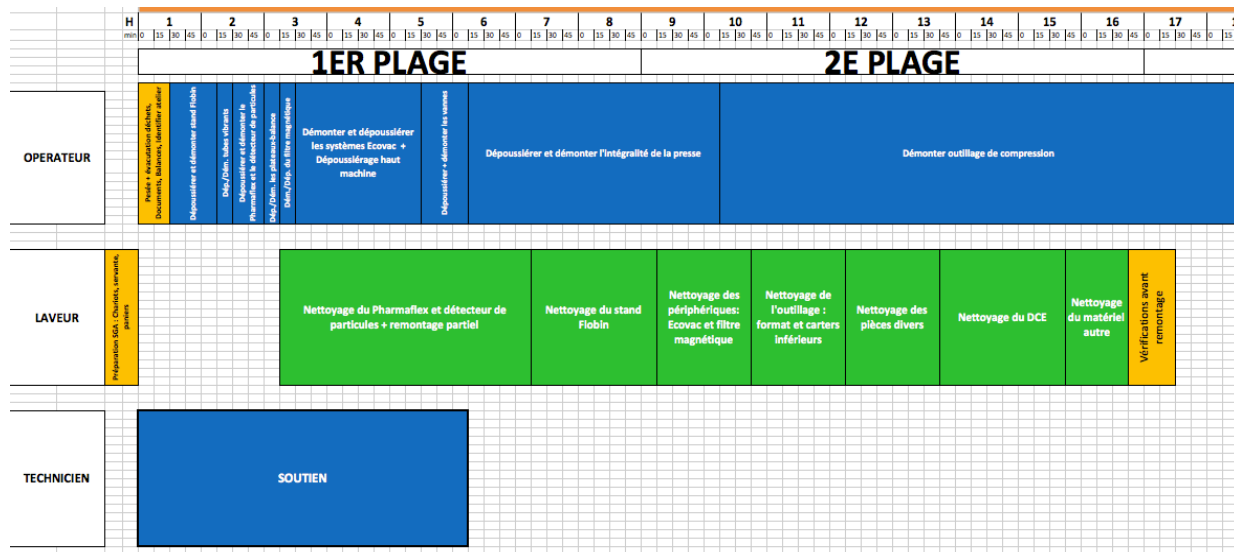


Figure 46 : Partie d'un diagramme de Gantt d'un SGA

Pour accomplir le service, les opérateurs se relayent, ils travaillent en 3x8 : 3 équipes de 8h par jour et par box. L'entreprise fonctionne en non-stop, 5 jours sur 7.

Durant les phases de démontage et remontage, les opérateurs suivent une check-list indiquant les étapes à faire. A la fin de ces dernières, l'opérateur ayant effectué la tâche doit apposer son visa qui se traduit par les initiales du prénom et du nom de l'opérateur. Ce visa permet de retracer la source du problème.

Observations réalisées :

- Sur la phase de démontage :

- Les opérateurs ne suivaient pas l'ordre préconisé par la check-list par expérience
- Les « grandes » pièces de la presse étaient placées en vrac dans les chariots et paniers mis à leur disposition
- Les « petites » pièces telles que les vis, les colliers, les élastiques étaient aussi placées en vrac dans les chariots et paniers
- Les chariots étaient non identifiés entre le côté pupitre et fenêtre de la presse
- Difficulté pour l'opérateur à démonter seul l'équipement externe à la presse :

Pharmaflex

- Sur la phase de nettoyage :

- Le laveur avait peu d'expérience
- Les petites et grandes pièces se mélangeaient lors de leur remise en place sur les chariots
- Des équipements devaient être nettoyés de nouveau

- Inactivité importante du laveur lors du nettoyage de la machine
- **Sur la phase de remontage :**
 - Difficulté à retrouver les petites et grandes pièces dans les chariots et paniers
 - Pas d'identification du chariot entre les côtés pupitre et fenêtre
 - Perte de matériaux (vis, joints, colliers, etc.)
 - Difficulté à remonter les petites vannes
 - Les opérateurs ne suivaient pas l'ordre préconisé par la check-list
- **Autres**
 - Pas ou peu de communication lors du changement d'équipe
 - Nom différent des équipements selon les opérateurs
 - Outillage non standardisé et non homogénéisé entre les box
 - Prêt de l'outillage
 - Manque de moyens pour éviter la perte des pièces
 - Chariots non standardisés
 - Manque de formation des nouveaux arrivants

1.2. Application du SMED

Ayant soulevé les problèmes rencontrés par les opérateurs, nous avons étudié et solutionné certains points. Nous avons mis en place des outils simples et efficaces pour répondre aux besoins de l'entreprise.

La résolution des problèmes passe par la mise en œuvre du SMED et de différents outils.

1.3. Les solutions mises en place

Nous allons voir maintenant les réponses apportées aux observations. De nombreux outils ont été créés pour aider les opérateurs à respecter la culture du lean.

1.3.1. La standardisation des chariots

Lors du démontage, la partie la plus marquante était le rangement des équipements dans les chariots et paniers. Les opérateurs les plaçaient à leur bon vouloir et chaque opérateur avait sa méthode de rangement.



Photo 1



Photo 2



Photo 3

Légende :

- *Photo 1 : Rangement des équipements en vrac sur le chariot*
- *Photo 2 : Vannes, tuyaux, moteurs et autres dans un panier*
- *Photo 3 : Différents tuyaux de différents équipements dans un seau non prévu à cet effet*

Figure 47 : Equipements en vrac suite à démontage

Une fois le box entièrement démonté, les accessoires doivent être nettoyés. Le laveur joue un rôle clé dans la standardisation des chariots car c'est le laveur qui nettoie et qui remet le matériel dans les chariots. S'il ne respecte pas l'ordre imposé, l'opérateur peut confondre les équipements.

Aucune standardisation sur le rangement n'a été réalisée par les équipes. Pourtant, c'est l'un des éléments clés du lean.

Pour pallier ce problème d'organisation, nous avons décidé de standardiser et d'optimiser les chariots de rangement. Pour ce faire, nous avons séparé les éléments de la presse un à un et nous les avons pris en photo en indiquant leur emplacement dans le chariot.

METHODOLOGIE DE RANGEMENT POUR LES CHARIOTS DES BOX 2 ET 3


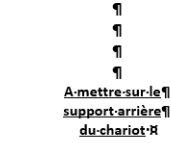
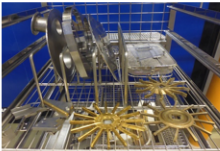









Type de chariot	Equipement	«Autres»	Visserie-et-joints-(VJ)	Colliers-ECO-VAC-/Colliers
AVEC support-arrière		 A-mettre-sur-le support-arrière du-chariot	Mettre-le-panier-VJ-au-fond-du-compartiment-2b  	A-mettre-sur-les-côtés-du-chariot  
SANS support-arrière		 A-mettre-dans-le-compartiment-2b 	Mettre-le-panier-VJ-au-dessus-du-panier-«autres»-dans-le-compartiment-2b 	 

Figure 48 : Méthodologie de rangement proposée

Cette méthodologie était présentée comme une « **fiche pratique** », format A3, placée sur le mur. Malgré la simplicité de son utilisation, de nouveaux problèmes sont apparus. Cette situation murale n'était pas optimale car elle imposait aux opérateurs de se déplacer pour aller voir la fiche.

Pour éradiquer ce problème, nous avons changé le format de la feuille, son emplacement et ses indications : la dénomination des équipements est écrite sur la fiche pour que les opérateurs aient le même vocabulaire.

FACE AVANT ET COTE CHARIOT STAND FLOBIN

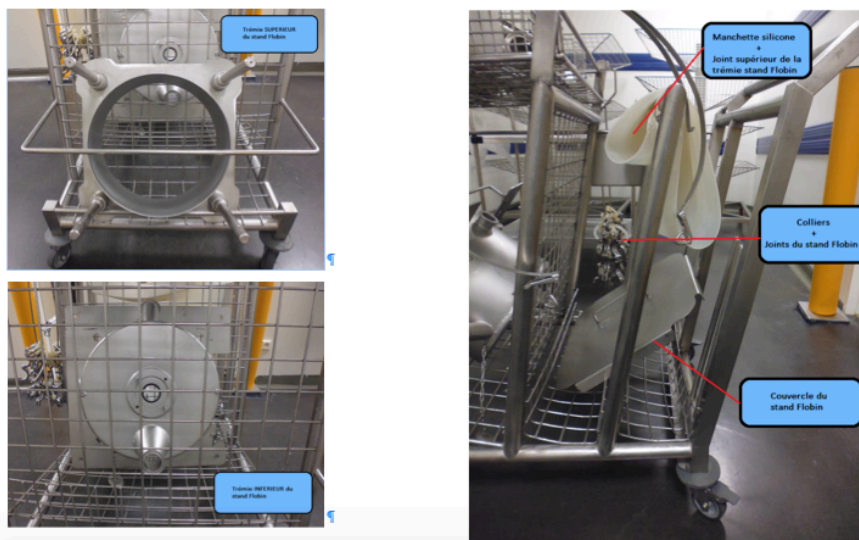


Figure 49 : Exemple de fiche de rangement avec la nomination et l'emplacement des équipements

1.3.2. Les épingles à nourrice

De la même manière que les équipements, les colliers et joints étaient rangés en vrac dans les chariots et paniers.

Lors du démontage, les opérateurs rangeaient les colliers et les joints soit avec l'équipement auquel il appartenait ou soit dans des paniers différents. Ces colliers et joints n'avaient donc pas d'emplacement défini.

Pour éviter de les perdre, nous avons créé un système d'épingle à nourrice grand format. Son utilisation est simple : sur le collier, il y a une vis qui permet de rattacher et fermer les deux extrémités. Sur cette vis, il y a un écrou semi-vide permettant son insertion et son maintien à l'épingle.

En respect de la réglementation pharmaceutique, le matériau utilisé pour la fabrication de cet outil est l'inox.

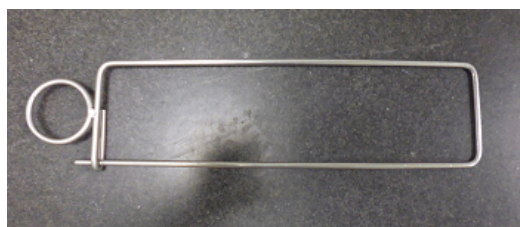


Figure 50 : Type d'épingle à nourrice créée

Au départ, une seule épingle était à la disposition des opérateurs. Dès la première utilisation, nous avons constaté que le nombre des colliers était important. L'épingle était surchargée ce qui rendait le nettoyage des colliers difficile.

D'un commun accord avec la hiérarchie, trois épingles à nourrice ont été placées à chaque box pour éviter la surcharge de poids, le mauvais entretien et le risque de blessure.

1.3.3. L'identification des chariots

Comme vu précédemment, les opérateurs mettent souvent les accessoires en vrac dans les chariots et paniers. Lors de la disposition des outils de la presse dans le chariot, l'opérateur peut oublier de l'identifier. Pour que cette erreur ne soit plus répétée, des plaques en inox ont été soudées sur la porte des chariots, comme le montre la photo ci-dessous.



Figure 51 : Identification des chariots par des plaques en inox

Sur ces plaques en inox sont gravées les lettres « F » pour le côté fenêtre et « P » pour celui du pupitre. À ce jour, tous les chariots du service ont une plaque d'identification.

Pour éviter de confondre les deux côtés de la presse, le marquage joue un autre rôle majeur. En effet, il est important que les pièces machines soient remontées sur leurs emplacements définis car l'alternance des outils peut engendrer des problèmes presse surtout si des modifications ont été apportées sur la machine.

Sans cette identification, le personnel commettait des erreurs d'usage.

C'est pour ces raisons évidentes que nous avons identifié les chariots afin que les opérateurs optimisent leur temps dans la sélection du chariot, des pièces et ainsi éviter une futur panne.

1.3.4. Changement de vanne par une vanne papillon à axe démontable

Dans la quête du gain de temps et de l'amélioration des conditions de travail des employés, nous avons pu observer qu'une des vannes de la presse à comprimés est compliquée à remonter. Cette vanne se situe au niveau de l'aspiration des poudres. Elle permet le transfert de poudre au système d'aspiration de la salle.

Lors du SGA, cette vanne est démontée dans sa totalité. Lors du remontage, les opérateurs rencontrent des difficultés à remonter la vanne à son socle du fait de sa taille. Pour cela, nous avons pensé à souder la vanne papillon à sa base.



Figure 52 : Exemple de vanne papillon à mettre en place

Avant de soumettre ce projet à la hiérarchie, nous avons évalué les points forts et les points faibles de ce projet.

+	-
Gain de temps évalué à 5-15 min Facilité de remontage et de démontage Moins de perte du matériel Moins de dégradation sur le matériel Satisfaction des opérateurs	Prix élevé Lavage complet du matériel (non-validé) Contamination croisée (non-déterminée) Lancement de nombreuses procédures Attente d'une validation de la hiérarchie Temps total pour mettre en place ce procédé, évalué à 1 an (phase d'essai + validation)

Ce projet n'a pu aboutir par manque de réponse de la part du prestataire et par manque de temps.

1.3.5. Harmonisation des servantes par le 5S

Chaque box du WIP possède sa propre **servante** et plus communément appelée caisse à outils.



Figure 53 : Servante utilisée dans les services du WIP

Dans ces caisses se trouvent les outils indispensables pour démonter la presse à comprimés. Ces outils sont classés en fonction de leur fréquence d'utilité et de leur taille. Les plus importants sont mis dans le tiroir du haut et les moins utilisés dans ceux du bas.

Il s'est avéré que ces servantes n'étaient ni standardisées ni harmonisées entre les box. De plus, les opérateurs ont soulevé un point important : la perte des outils liée à l'emprunt du matériel entre les box. Bien qu'il y ait un opérateur « délégué » chargé de vérifier l'outillage, une fois par semaine. Ces emprunts peuvent causer une contamination croisée entre les box.

D'autre part, lorsqu'on ouvre les tiroirs de ces servantes, on s'aperçoit que les outils sont en vrac. Il était indispensable de créer un moule permettant de les maintenir.



Figure 54 : Photo d'un tiroir d'une servante du WIP avec ses outils

Pour la création du moule, nous devons prendre en compte plusieurs critères :

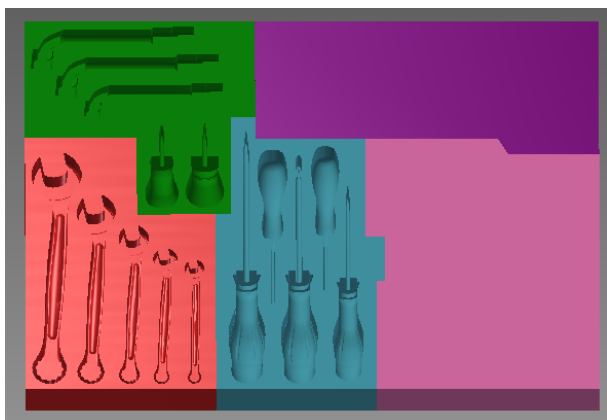
- Il doit répondre aux bonnes pratiques de fabrication, aussi la matière utilisée et tolérée est **la fibre alimentaire**
- Il doit être lavable pour éviter la contamination croisée des poudres
- Être personnalisable car les outils ne sont pas tous issus de la même marque

Pour satisfaire à ces exigences des critères, nous avons fait appel à des prestataires de service. Les différentes propositions de matière que nous avons envisagées ont été la mousse, le plastique thermoformé et l'impression 3D.

Mousse	Plastique thermoformé	Impression 3D
<p><u>Inconvénient :</u> Peut constituer des zones de rétention d'eau si elle n'est pas bien séchée → Contamination des outils</p>	<p><u>Inconvénient :</u> Nécessité de créer un dessin 3D. Pas suffisamment de temps pour voir le projet naître + Appel à prestataire</p>	<p><u>Inconvénient :</u> Peu de personnes connaissent cette méthode. + Nécessité de créer un dessin 3D</p>

L'avantage essentiel de la troisième méthode, l'impression 3D, est que l'entreprise sait utiliser cette technologie. Pour participer aux progrès et à l'innovation de l'entreprise, nous avons pensé à utiliser ses connaissances et son savoir-faire. L'impression 3D a la capacité de produire des équipements répondant aux exigences pharmaceutiques, telle la fibre alimentaire.

A la fin de mon stage, la création du dessin en 3D du moule n'était pas encore terminée, par manque de temps de la part des employés. Ci-dessous, l'avancement du projet et l'objectif final à atteindre



Dessin via l'impression 3D



Objectif à atteindre

Figure 55 : Objectif à atteindre

1.3.6. Optimisation du travail du laveur

Parmi tous les secteurs visités, le WIP est l'un des seuls services à disposer d'une laverie et d'un laveur attitré. La mission principale de ce dernier est de nettoyer l'outillage des différents SGA, ceux du début de semaine et ceux du changement de format.

Mais il s'est avéré que ce poste était mal organisé. En effet, en début de semaine, le laveur exécute sa mission principale qui est de nettoyer les équipements. Dès le milieu de la semaine, il n'a plus avoir de mission.

De par son inexpérience, le laveur n'avait ni les connaissances ni le vocabulaire nécessaire. Lors des nettoyages, les opérateurs machines donnaient des explications au laveur sur le nom, le fonctionnement des pièces et sur l'organisation du lavage. Cela engendrait forcément une perte de temps et une mauvaise compréhension entre les opérateurs et le laveur.

Pour donner plus d'importance à son poste et éviter les temps morts du laveur, nous avons essayé d'aménager le poste. Lors du démontage, les opérateurs doivent désassembler un équipement extérieur à la presse, le pharmaflex (image ci-dessous). Eux seuls peuvent effectuer cette tâche.



Figure 56 : Pharmaflex

Une des nouvelles missions du laveur est d'aider l'opérateur à enlever les spirales du pharmaflex, de filmer le chariot et de le nettoyer directement pour éviter des goulots d'étranglement.

1.4. Transmission des informations par le management visuel

Au service du WIP, les équipes travaillent 24h/24, en 3x8, c'est à dire 3 équipes de 8h par jour et par box. Les équipes se relayent à 6h et à 14h. Durant les périodes de changement des équipes, les opérateurs communiquent peu, voire pas du tout avec leur partenaire de travail sur les tâches qui ont été effectuées sur la presse (ex : retard ou absence d'un employé). Ceci entraine une perte d'information.

Lorsqu'un SGA doit être réalisé, une check-list est éditée. Les opérateurs suivent cette liste comme une feuille de route. Mais malgré la présence de cette feuille de route, de nombreux problèmes subsistent :

- L'opérateur qui prend le relais ne sait pas quelles sont les étapes réalisées sur la presse (exemple : dépoussiérage des locaux)
- A propos de l'étape qui était en cours, si elle n'était pas terminée
- Si des visas n'ont pas été apposés sur la check-list.

Ces erreurs sont récurrentes dans l'industrie pharmaceutique, il est essentiel de trouver une solution.

Pour répondre à ce problème majeur de perte d'information, nous avons créé un tableau de management à étiquettes.

The image shows a visual management board for the SGA P3090 press. It features the logos for SGA P3090 and UPSA. The board is divided into three main sections: DÉMONTAGE (Disassembly), NETTOYAGE (Cleaning), and REMONTAGE (Reassembly). Each section contains a 'Porte étiquette' (Label Holder) with a grid of 16 empty boxes for labels. The background is a light blue gradient.

Figure 57 : Management visuel d'un SGA de la presse P3090

Ce tableau est divisé en trois parties pour les phases de démontage, nettoyage et remontage. Sur ces différentes phases, des étiquettes sont magnétisées sur le tableau. Elles sont identifiées par une couleur pour l'assimiler à sa phase, une dénomination de l'étape, le descriptif de l'étape et de sa durée. Derrière l'étiquette se trouve un smiley.

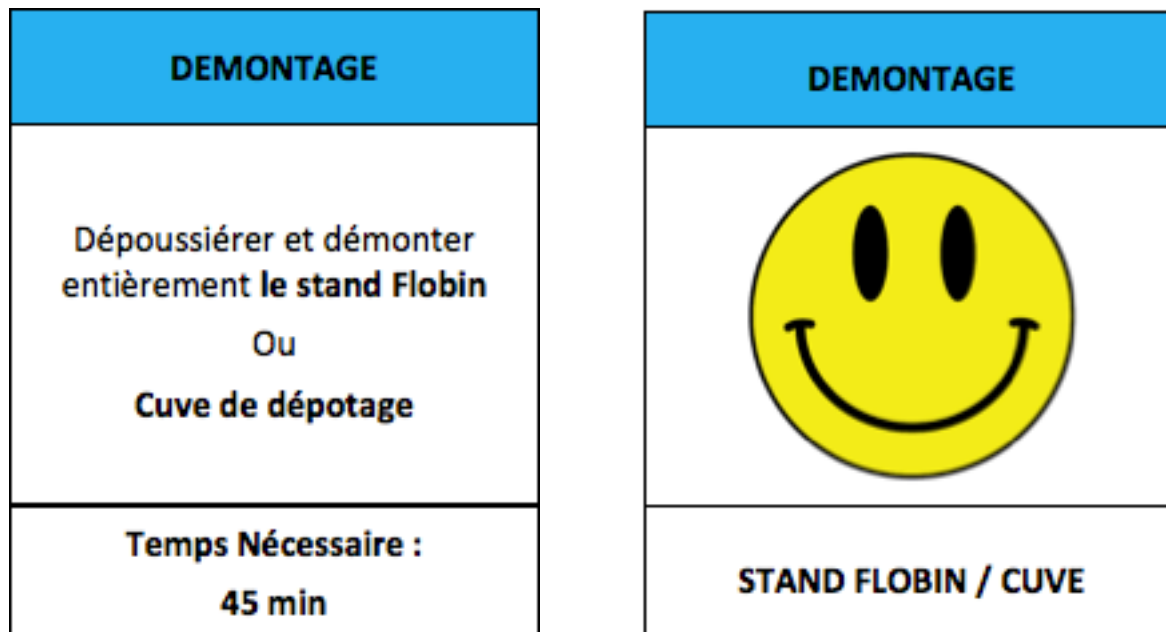


Figure 58 : Etiquettes utilisées pour le management visuel

Au départ, toutes les étiquettes sont placées sur le tableau. Une fois l'action terminée, l'opérateur retourne l'étiquette pour faire apparaître le smiley. Il indique aux autres opérateurs et aux managers que l'étape est achevée.

Après observation et écoute des opérateurs, ce système n'était pas si simple d'utilisation, pour plusieurs raisons :

- Son emplacement à l'extérieur des box
 - Beaucoup d'étiquettes (environ 40)
 - Check-list et étiquettes non synchronisées entre les deux
 - Ajout d'une action fatigante et rébarbative : retourner les étiquettes
 - Pour les actions de longue durée, aucune zone d'en-cours
- Nombre de pas important*

Nous avons optimisé notre tableau en répondant aux difficultés observées :

- Création d'une zone de travail « en-cours » placée au-dessus des trois parties
- Diminution du nombre d'étiquettes
- Numérotation et harmonisation des étiquettes

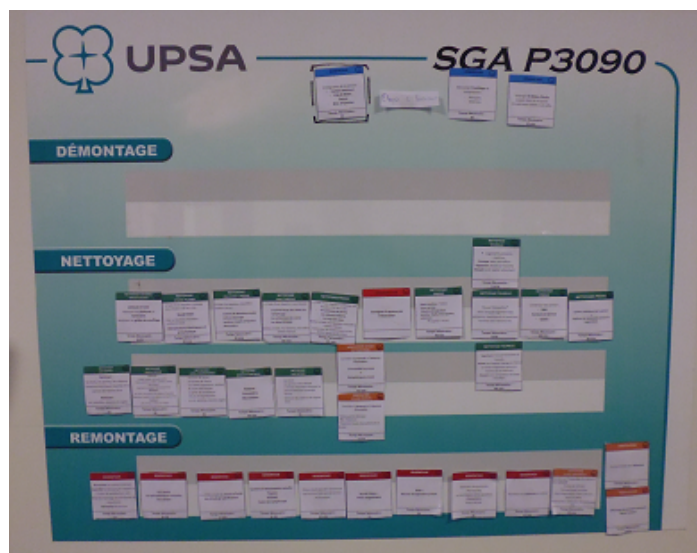


Figure 59 : Tableau à management visuel modifié

- Création d'une nouvelle check-list avec les numéros des étiquettes
- Nouvelle action : suppression de l'étiquette sur le tableau une fois la tâche terminée

SMED SGA SEMAINE 19 BOX 2

Etape à réaliser	Heure début et fin	Qui ?	Numéro étiquette
VIDE D'ATELIER			
Evacuer les documents du lot précédent Identifier l'atelier « en nettoyage » Effectuer l'autocontrôle des balances Déconnecter le LABVANTAGE	Temps nécessaire (TN) : 15min		1
DEPOUSSIERAGE ET DEMONTAGE			
Débrancher puis dépoussiérer les plateaux balances (DCE)	TN : 15min		2
Dépoussiérer et démonter les tubes de convoyage des vibreurs linéaires (DCE) → Mettre dans le SAS sorti + l'ensemble du pharmaflex et du détecteur à particules → Démonter uniquement les cellules de détection, le laveur s'occupera de démonter le pharmaflex.	TN : 40min		3
Dépoussiérer et démonter le stand fibobin + l'ensemble du filtre magnétique (DCE)	TN : 40min		4
Dépoussiérer et démonter le(s) système(s) ECOVAC (DCE) ⇒ Demander au TEQ ou laveur de se faire aider pour descendre les ECOVACS	TN : 45min/ECO		5
Démonter et dépoussiérer toutes les vannes + Désaccoupler les vannes « produit »	TN : 45min	Opération à réaliser seulement lors d'un départ congés Cocher si N/A <input type="checkbox"/>	6
+ Désaccoupler les vannes de « vide »			
PRESSE			
Dépoussiérer et démonter l'intégralité de la presse - Carters intérieur - Filjo-O-Matic - Cames - Bloc d'éjection	TN : 2h		7
Démonter l'outillage de compression (poinçons et matrices)	TN : 4h		8
Vidanger le bidon d'huile usagée dans le récipient récupérateur dédié à cet effet	TN : 5 min		9
NETTOYAGE DES LOCAUX			
SAS SORTIE ATELIER			
Nettoyer le plafond et luminaires (lingette et eau chaude + produit multi usage)	Opération à réaliser seulement lors d'un départ congés Cocher si N/A <input type="checkbox"/>	TN total : 1h15	10
Nettoyer les grilles de soufflage (Lingette et eau chaude + produit multi usage)			
LOCAL PRESSE			
Nettoyer le plafond et luminaires (lingette et eau chaude + produit multi usage)			10
Nettoyer les grilles de soufflage (Lingette et eau chaude + produit multi usage)			

Figure 60 : Nouvelle check-list de SGA proposée

Le principe du tableau reste le même. Des modifications ont été apportées sur la manière de l'utiliser. À chaque étape « en cours », l'opérateur devra déposer l'étiquette correspondante dans la zone « en-cours ». Une fois que l'étape est achevée, il devra enlever la carte du tableau ce qui permet d'avoir un tableau beaucoup plus aéré et épuré.

D'autre part, pour que la check-list et les étiquettes soient coordonnées, nous avons créé une nouvelle check-list sur laquelle les numéros des étapes sont inscrits, de même que pour les étiquettes.

1.5. Optimisation du lieu de travail par le 5S

Le 5S est une méthode utilisée par tous les industriels (pharmacie, automobile, aéronautique) et même dans la vie au quotidien (ex : Les chaussures sont rangées sur les portes chaussures).

C'est une technique simple, qui ne demande pas de connaissances particulières pour sa mise en application et efficace par sa simplicité de compréhension.

Dans le cadre de l'amélioration continue, nous avons effectué diverses actions dans les différents lieux du WIP et plus particulièrement dans les services annexes à la presse à comprimés.

Cette méthode rentre aussi dans le cadre du SMED car il permet d'avoir un environnement de travail propre et rangé ce qui optimise le travail des opérateurs.

Lors d'un SGA, il est important d'avoir tous les éléments de démontage à portée de main. Mais dans la majeure partie des cas, il y avait un manque d'outillage dû à des emprunts entre les box. C'est pour cela que nous avons optimisé et harmonisé les boîtes à outils.

D'autre part, nous avons ré-aménagé les box en les standardisant par une identification et par la prise de photo actuelle de la situation.




ETABLI MOBILE + BOX 1

Figure 61 : Exemple de photo d'identification utilisée


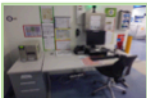




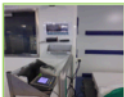



Cependant, il était aussi nécessaire d'œuvrer sur tous les aspects, en aval comme en amont. Nous avons donc poursuivi nos travaux de 5S sur les différentes parties du WIP.

Et parmi les différents services du WIP, une des zones à avoir réussi à atteindre le dernier S, est la zone de stockage des comprimés. Pour préserver tous les efforts accomplis par les collaborateurs, nous avons élaboré, une **fiche audit**.

Sur cette fiche audit se trouvent des images des emplacements concernés suivies d'une série de questions auxquelles on doit répondre par oui ou non. Plus il y avait de réponses positives, plus le 5S était respecté.

Tout est coché dans le vert : 

Checklist Zone Stokage WIP

	Le sol est propre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Le bureau est rangé et propre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L'armoire est rangée et propre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> La poubelle est à sa place <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Les cadres sont rangés sur les emplacements appropriés <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Le poste de chargement de batterie est dégagé et propre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	La zone de pesée est propre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L'espace n'est pas encombré <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Les palettes sont rangées <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		La masse étalon est à son emplacement <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> La masse étalon est propre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Les équipements sont rangés <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Le local est propre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Le local est rangé <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	L'espace poubelle est propre et rangé <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L'affichage est correct et présent <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		L'armoire est rangée et propre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Les quantités sont suffisantes <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Page 1/2

Figure 62 : Check-list 5S mise en service dans la zone de stockage du WIP

2. Conclusion des travaux effectués

Dans le cadre de l'amélioration continue, l'application du SMED a eu un impact conséquent sur la diminution des temps. Il est à rappeler que le SMED est une compilation des travaux effectués. Cet ensemble permet d'obtenir le résultat obtenu.

Parmi les projets que nous avons évoqué dans cette thèse : la standardisation, l'identification des chariots, les épingles à nourrice ainsi que le 5S, ont pu être finis. Les autres projets n'ont pu aboutir pour des raisons que l'on expliquera tout au long de cette conclusion.

Pour les travaux validés, nous avons réussi à faciliter le travail des opérateurs et diminuer le temps des SGA.

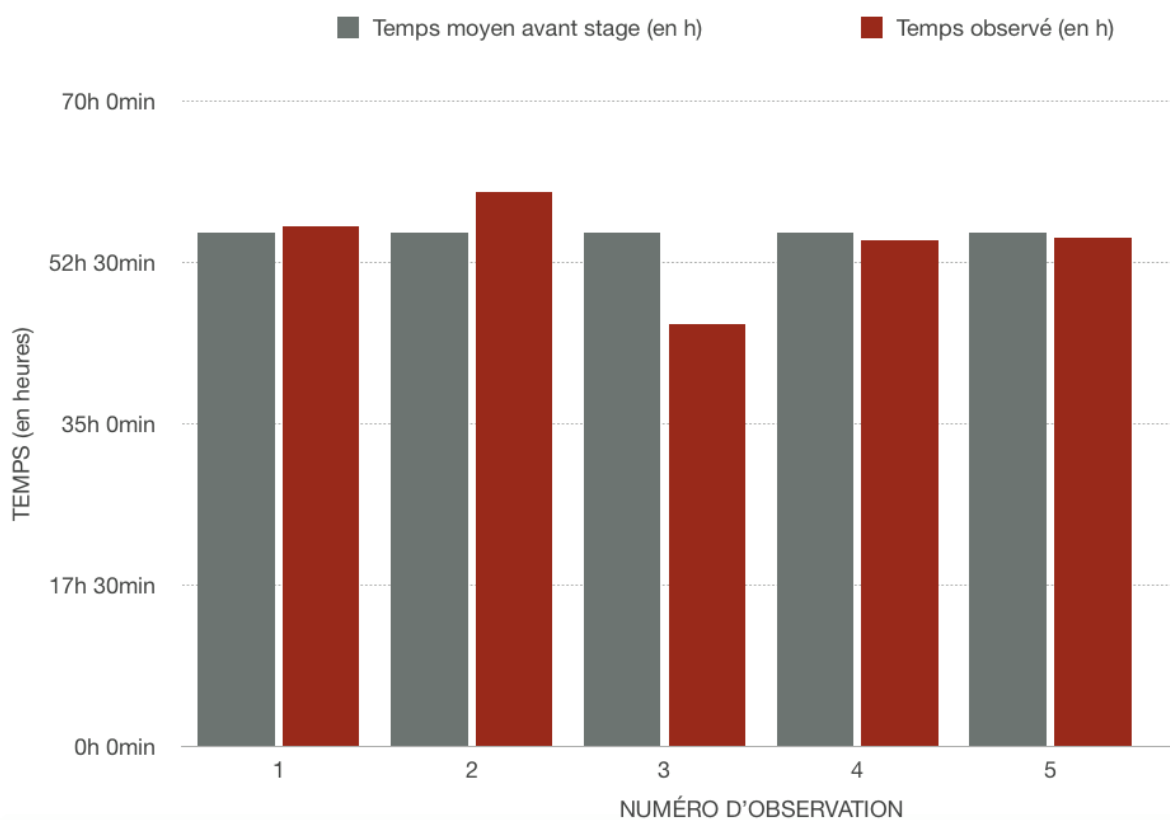


Figure 63 : Histogramme du temps passé pour chaque observation comparé au temps moyen avant le stage

- **Observations :**

Numéro d'observation	1	2	3	4	5
Temps observé	56h28min	60h12min	45h48min	54h52min	55h10min
Temps moyen avant stage	55h45min				

Figure 64 : Tableau récapitulatif des temps passés sur SGA

Nous pouvons remarquer qu'au fur et à mesure des observations, les temps des SGA diminuent. Elle est due à l'application des outils mis en place.

Les résultats observés sont quasiment identiques et restent inférieurs au temps moyen avant la période de stage sauf pour les deux premières. La raison principale de cette augmentation de la durée du SGA est l'appropriation des outils.

Parmi les cinq observations, la troisième à une durée inférieure à la moyenne, de plus de 10h. Cela s'explique par l'implication d'un deuxième opérateur sur le terrain, le laveur qui joue le rôle de soutien. Mettre une personne supplémentaire et apte au SGA permet une économie de temps et d'argent important.

D'autre part, la moyenne des temps observés est de 54h30 soit un gain considérable d'une heure sur un SGA, ce qui représente un sac de comprimés de paracétamol d'environ 200kg. Si nous reportons le résultat sur toute une année cela représente approximativement la fabrication d'un lot entier de paracétamol.

Cette diminution de temps est rendue possible grâce à l'implication des opérateurs sur le terrain et au suivi des process. L'ensemble des outils que nous avons cités a finalement permis de faciliter le travail des opérateurs (épingles à nourrice, standardisation et 5S), de créer une cohésion de groupe (travail par deux) et un gain de temps sur la productivité.

Parmi les outils qui ont été mis en place, le tableau à étiquettes n'a pas su s'adapter au travail des opérateurs. Pourtant, le management visuel est un outil qui fait partie des bases du lean.

Ce tableau n'a pas fonctionné pour plusieurs raisons :

- Le tableau est à l'extérieur des box → Ce qui engendre un nombre important d'allers/retours
- Un nombre important d'étiquettes
- Trop de tâches administratives entre la check-list du SGA et le tableau → Ce qui crée une sur-validation des tâches

- Les opérateurs ne voyaient pas l'utilité de cet outil car selon eux : « les opérateurs connaissent leur métier »

C'est pour ces différentes raisons que le management visuel n'a pu être mis en service.

D'autres projets n'ont pu être terminés, ce qui est le cas de la vanne papillon et du moule pour la servante. Ces outils n'ont pu être créés à cause d'un défaut de réponse de la part des prestataires et d'un manque de temps des employés (dessin 3D du moule).

Durant cette expérience, certains axes peuvent encore être améliorés :

- Une meilleure coordination entre les opérateurs terrain et le laveur
- Avoir un laveur compétent et apte au SGA (démontage et remontage)
- Confier plus de missions au laveur
- Trouver un autre moyen pour la communication entre les opérateurs lors du changement terrain
- Améliorer la cohésion de groupe
- Renforcer les connaissances des opérateurs sur presse

Pour terminer, malgré la réticence de certains opérateurs, une majeure partie des travaux entrepris lors du stage a été adoptée. Avec de simples moyens, nous avons pu générer un gain de temps d'environ 1h sur notre projet principal. Ces améliorations ne vont cesser de croître puisque d'autres axes ont pu être décelés. Nous pouvons citer le perfectionnement du système informatique mais aussi la réorganisation du temps de travail du laveur.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Depuis Galien, le visage de la pharmacie a changé. Elle s'est vue transformée et s'est spécialisée dans de nouveaux domaines. Toutes ces évolutions et sa modernisation en font une véritable entreprise à gérer.

Aujourd'hui avec l'expiration des brevets pharmaceutiques, de nombreux médicaments tombent dans le domaine public. Ces derniers sont génériqués par les laboratoires concurrents. Pour garder l'emprise sur leur part de marché, les médicaments princeps vont pousser les industriels à innover ou améliorer au maximum leur méthode de management en recourant au lean.

Sa mise en place peut-être mal interprétée et même poussée à l'extrême. En effet, certaines personnes pensent que le Lean est une mesure déguisée pour supprimer des postes. Il ne s'agit pas seulement d'augmenter la productivité, mais également de prendre en compte, la qualité, la sécurité et surtout l'employé. La hiérarchie doit ainsi être vigilante et soucieuse du bien-être de chaque collaborateur.

A ce jour, le lean rencontre des difficultés. Il est souvent critiqué par la presse et il est au cœur des débats : le lean transformerait les employés en robots.

Ainsi, pour clôturer cette thèse, nous pouvons nous poser la question de savoir si le lean ne serait pas à bout de souffle.

BIBLIOGRAPHIE

1. Valence T. **Le Lean: principes, outils, application en industrie pharmaceutique et limites d'une démarche d'amélioration continue issue de l'automobile.** Pharmacie Aix-Marseille; 2016.
2. Granday L. **Mise en oeuvre d'un outil du lean Manufacturing, le SMED, sur une ligne de répartition aseptique.** [Pharmacie Aix-Marseille]; 2016.
3. Plan Marshall. In: Wikipédia [Internet]. 2018 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Plan_Marshall&oldid=145627468
4. Trente Glorieuses. In: Wikipédia [Internet]. 2018 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Trente_Glorieuses&oldid=145381404
5. Fordisme. In: Wikipédia [Internet]. 2018 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
<https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fordisme&oldid=144879978>
6. Richard Nixon: Special Message to the Congress on Energy Policy. [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
<http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=3817>
7. Premier choc pétrolier — Wikipédia [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Premier_choc_p%C3%A9trolier#cite_note-3
8. Système de production Toyota. In: Wikipédia [Internet]. 2018 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Syst%C3%A8me_de_production_Toyota&oldid=144734529
9. Sakichi Toyoda. In: Wikipédia [Internet]. 2017 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sakichi_Toyoda&oldid=136511566
10. Kiichiro Toyoda. In: Wikipédia [Internet]. 2017 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:

https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Kiichiro_Toyoda&oldid=136178275

11. **Toyota — Wikipédia [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Toyota#Histoire>**
12. **Toyotisme. In: Wikipédia [Internet]. 2018 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Toyotisme&oldid=145218754>**
13. **Meyer FA. La révolution ToC Lean Six Sigma dans les services. Comprendre, analyser et améliorer la performance de sa relation service. Lexitis; 2012. 400 p.**
14. **Fujio Cho. In: Wikipedia [Internet]. 2018 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fujio_Cho&oldid=821403658**
15. **Définitions : TPS et Lean [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: http://www.definition-qualite.com/ecole_lean.htm**
16. **TOYOTA MOTOR MANUFACTURING FRANCE [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://tmmf.toyota-europe.com/tps>**
17. **Juste-à-temps (gestion). In: Wikipédia [Internet]. 2017 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Juste-%C3%A0-temps_\(gestion\)&oldid=141537512](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Juste-%C3%A0-temps_(gestion)&oldid=141537512)**
18. **Le juste à temps [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://www.qualiteonline.com/dossier-53-le-juste-a-temps.html>**
19. **1 - Introduction au nivellement / Heijunka / Articles / Accueil - WikiLean [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://www.wikilean.com/Articles/Heijunka/1-Introduction-au-nivellement>**
20. **Heijunka, une introduction [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/la-boite-a-outils-lean/202-heijunka-une-introduction>**

21. **Lean (production) [Internet]. Wikipédia. 2017 [cité 24 nov 2017]. Disponible sur:
[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Lean_\(production\)&oldid=141797251](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Lean_(production)&oldid=141797251)**
22. **Histoire du Lean [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://a2c2.sharepoint.com/Pages/HistoireduLean.aspx>**
23. **Pourquoi les services informatiques échouent dans nos grandes organisations et pourquoi le Lean management est la seule solution [Internet]. Institut Lean France. 2015 [cité 16 janv 2018]. Disponible sur: <https://www.institut-lean-france.fr/lean-management-la-solution-aux-problemes-informatique/>**
24. **Lean Office, Lean dans les bureaux et activités tertiaires [Internet]. [cité 16 janv 2018]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/les-basiques-du-lean/229-lean-office-lean-dans-les-bureaux-et-activites-tertiaires>**
25. ***Lean* (production). In: Wikipédia [Internet]. 2017 [cité 16 janv 2018]. Disponible sur:
[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Lean_\(production\)&oldid=143353054](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Lean_(production)&oldid=143353054)**
26. **Demetrescoux R. La boîte à outils du Lean. Dunod; 192 p. (BàO La boîte à outils).**
27. **3 - Les Muda, Muri et Mura / Lean Way / Articles / Accueil - WikiLean [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://www.wikilean.com/Articles/Lean-Way/3-Les-Muda-Muri-et-Mura>**
28. **« La variabilité est l'ennemie de la production » [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
<http://www.leanmachinesquare.com/2009/12/20/%C2%AB-la-variabilite-est-l%E2%80%99ennemie-de-la-production-%C2%BB>**
29. **Calmettes I de E. Muri, Mura, Muda : Les 3 M [Internet]. Au fil du Lean ... 2014 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://www.aufildulean.fr/muri-mura-muda-les-3-m/>**
30. **Les 5 principes clés du Lean management selon Womack et Jones [Internet]. Excellence Opérationnelle. 2011 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://www.excellence->**

operationnelle.tv/voici-les-5-principes-du-lean-selon-womack-et-jones.php/

31. France LSS. L'origine du Lean Thinking [Internet]. LeanSixSigmaFrance.com. 2015 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <https://leansixsigmafrance.com/blog/lorigine-du-lean-thinking/>
32. Gemba ou Genba [Internet]. Le Lean Manufacturing. [cité 11 déc 2017]. Disponible sur: <http://leamanufacturing.com/gemba-ou-genba/>
33. Gemba walk [Internet]. [cité 11 déc 2017]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/lean-management/216-gemba-walk>
34. Gemba Walk: Allez sur le terrain pour gérer votre performance [Internet]. JPD Conseil. 2012 [cité 11 déc 2017]. Disponible sur: <https://jpdconseil.com/excellence-organisationnelle-operationnelle-entreprise/gemba-walk/>
35. France LSS. Soyez proche du terrain avec le Gemba Walk [Internet]. LeanSixSigmaFrance.com. 2015 [cité 11 déc 2017]. Disponible sur: <https://leansixsigmafrance.com/blog/soyez-proche-du-terrain-avec-le-gemba-walk/>
36. Andon (gestion). In: Wikipédia [Internet]. 2013 [cité 11 déc 2017]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Andon_\(gestion\)&oldid=93086092](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Andon_(gestion)&oldid=93086092)
37. Andon, cet outil Lean qui éclaire notre lanterne ! [Internet]. Better, faster, together. 2016 [cité 11 déc 2017]. Disponible sur: <https://blog.operaepartners.fr/2016/10/04/andon-lean/>
38. FERNAND S. Le Poka-Yoké, c'est quoi ? [Internet]. Le blog de la qualité. [cité 11 déc 2017]. Disponible sur: <http://non-qualite.over-blog.com/article-comment-eviter-les-erreurs-dues-a-un-dysfonctionnement-machine-47993623.html>
39. Poka Yoke [Internet]. Le Lean Manufacturing. [cité 11 déc 2017]. Disponible sur: <http://leamanufacturing.com/poka-yoke/>
40. Détrompeur. In: Wikipédia [Internet]. 2017 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:

<https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=D%C3%A9trompeur&oldid=144023316>

41. **Les Kanban - Outils de base de la mise en place du Juste A Temps et du flux tirés** [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur: <http://www.wikilean.com/Articles/Le-Juste-A-Temps/Les-Kanban-5-articles>
42. **La méthode KANBAN pour la gestion de vos projets** [Internet]. NQI. 2016 [cité 18 déc 2017]. Disponible sur: <https://www.nqicorp.com/2016/09/06/kanban/>
43. **Repository.pdf** [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur: <http://www.mwq.be/servlet/Repository/?IDR=2040>
44. **3 - Le CONWIP / Les Kanban (5 articles) / Le Juste A Temps / Articles / Accueil - WikiLean** [Internet]. [cité 21 janv 2018]. Disponible sur: <http://www.wikilean.com/Articles/Le-Juste-A-Temps/Les-Kanban-5-articles/3-Le-CONWIP>
45. **5S. In: Wikipédia** [Internet]. 2018 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=5S&oldid=144614748>
46. **Méthode SMED. In: Wikipédia** [Internet]. 2017 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=M%C3%A9thode_SMED&oldid=143104689
47. **SMED, changement rapide de séries** [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/la-boite-a-outils-lean/62-smed-changement-rapide-de-series>
48. **Kaizen — Wikipédia** [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Kaizen>
49. **Kaizen amélioration continue** [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/lean-management/289-kaizen-amelioration-continue>
50. **« Fais-le mieux, rends-le meilleur, améliore-le même s'il n'est pas cassé, parce que si nous ne le faisons pas, nous ne pouvons pas concurrencer ceux qui le font. » Mazaaki IMAI** [Internet]. Excellence Opérationnelle. 2013 [cité 19 févr 2018]. Disponible

sur: <http://www.excellence-operationnelle.tv/fais-le-mieux-rends-le-meilleur-ameliore-le-meme-sil-nest-pas-casse-parce-que-si-nous-ne-le-faisons-pas-nous-ne-pouvons-pas-concurrer-ceux-qui-le-font.php/>

51. Maintenance productive totale. In: Wikipédia [Internet]. 2017 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Maintenance_productive_totale&oldid=142202470
52. L'essentiel de la TPM pour lecteur pressé [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/portail-maintenance-productive/les-basiques-de-la-maintenance-productive/233-lessentiel-de-la-tpm-pour-lecteur-presse>
53. Les huit piliers de la TPM [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/portail-maintenance-productive/les-basiques-de-la-maintenance-productive/234-les-huit-piliers-de-la-tpm>
54. TRS indicateur clé [Internet]. [cité 12 déc 2017]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/la-boite-a-outils-lean/60-trs-indicateur-cle>
55. 2 - Le TRS / 2 - La Total Productive Maintenance (16 articles) / Kaizen / Articles / Accueil - WikiLean [Internet]. [cité 12 déc 2017]. Disponible sur: <http://www.wikilean.com/Articles/Kaizen/2-La-Total-Productive-Maintenance-16-articles/2-Le-TRS>
56. 3aa358d6-6d8b-449e-87ad-9fec5a29d7e0.pdf [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur: <https://www.boutique.afnor.org/resources/3aa358d6-6d8b-449e-87ad-9fec5a29d7e0.pdf>
57. Larousse É. Définitions : qualité - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/qualit%C3%A9/65477>
58. Qualité. In: Wikipédia [Internet]. 2018 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Qualit%C3%A9&oldid=144160052>

- 59. ISO 9000:2015(fr), Systèmes de management de la qualité — Principes essentiels et vocabulaire [Internet]. [cité 13 déc 2017]. Disponible sur:
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v2:fr:term:3.6.2>**
- 60. 1 - Le Total Quality Management / 3 - Le Total Quality Management (12 articles) / Kaizen / Articles / Accueil - WikiLean [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur:
<http://www.wikilean.com/Articles/Kaizen/3-Le-Total-Quality-Management-12-articles/1-Le-Total-Quality-Management>**
- 61. 2 - Les cartes de contrôle / Control / Articles / Accueil - WikiLean [Internet]. [cité 13 déc 2017]. Disponible sur:
<http://www.wikilean.com/Articles/Control/2-Les-cartes-de-contrôle>**
- 62. W. Edwards Deming — Wikipédia [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/wiki/W._Edwards_Deming#Le_Japon**
- 63. Biographie de Deming [Internet]. [cité 22 janv 2018]. Disponible sur: <http://www.fr-deming.org/quiet.html>**
- 64. Roue de Deming. In: Wikipédia [Internet]. 2018 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Roue_de_Deming&oldid=145198677**
- 65. Joseph Juran. In: Wikipédia [Internet]. 2016 [cité 18 déc 2017]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Joseph_Juran&oldid=132942664**
- 66. Juran - Quality Handbook / Bibliothèque / Boutique / Accueil - WikiLean [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur: <http://www.wikilean.com/Boutique/Bibliotheque/Juran-Quality-Handbook>**
- 67. Armand Vallin Feigenbaum. In: Wikipédia [Internet]. 2017 [cité 18 déc 2017]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Armand_Vallin_Feigenbaum&oldid=133862708**
- 68. 1 - Le Total Quality Management / 3 - Le Total Quality Management (12 articles) / Kaizen / Articles / Accueil - WikiLean [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur:**

- <http://www.wikilean.com/Articles/Kaizen/3-Le-Total-Quality-Management-12-articles/1-Le-Total-Quality-Management>
69. Kaoru Ishikawa. In: Wikipédia [Internet]. 2018 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Kaoru_Ishikawa&oldid=144110918
70. Le Pareto / 3 - Le Total Quality Management (12 articles) / Kaizen / Articles / Accueil - WikiLean [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur:
<http://www.wikilean.com/Articles/Kaizen/3-Le-Total-Quality-Management-12-articles/Le-Pareto>
71. Le 5M / 3 - Le Total Quality Management (12 articles) / Kaizen / Articles / Accueil - WikiLean [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur:
<http://www.wikilean.com/Articles/Kaizen/3-Le-Total-Quality-Management-12-articles/Le-5M>
72. Les outils de la qualité.pdf [Internet]. [cité 18 déc 2017].
Disponible sur:
<http://www.codlor.com/img/fichiers/file/QUALITE/Les%20outils%20de%20la%20qualit%C3%A9.pdf>
73. Stratification | iSixSigma [Internet]. [cité 18 déc 2017].
Disponible sur:
<https://www.isixsigma.com/dictionary/stratification/>
74. Check listes [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur:
<http://christian.hohmann.free.fr/index.php/six-sigma/les-outils-de-la-qualite/186-check-listes>
75. Les graphiques de distributions / 8 - Décrire une série de données (3 articles) / Measure / Articles / Accueil - WikiLean [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur:
<http://www.wikilean.com/Articles/Measure/8-Decrire-une-serie-de-donnees-3-articles/Les-graphiques-de-distributions>
76. Graphiques de dispersion, corrélation et contrôle continu [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur:
<http://christian.hohmann.free.fr/index.php/six-sigma/les-outils-de-la-qualite/187-graphiques-de-dispersion-correlation-et-controle-continu>

- 77. Les graphiques de dispersion, corrélation et contrôle continu [Internet]. [cité 18 déc 2017]. Disponible sur:
<http://chohmann.free.fr/dispersion.htm>**
- 78. Carte de contrôle. In: Wikipédia [Internet]. 2017 [cité 21 janv 2018]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Carte_de_contr%C3%B4le&oldid=139840856**

LISTE DES ILLUSTRATIONS – Figures et tableaux

Figure 1 : Maison du TPS	11
Figure 2 : Graphique illustrant le Heijunka.....	14
Figure 3 : Différence entre un planning traditionnel et un planning nivelé	14
Figure 4 : Le lean au service de la bureautique.....	17
Figure 6 : Les objectifs du lean schématisés	19
Figure 7 : Muda Schématisé.....	20
Figure 8 : Muda de surproduction	20
Figure 9 : Muda de stock.....	21
Figure 10 : Muda d'attente.....	21
Figure 11 : Muda de mouvement	22
Figure 12 : Muda des traitements inutiles	22
Figure 13 : Muda erreurs, défauts et rebuts.....	23
Figure 14 : Muda de la sous-utilisation des compétences.....	23
Figure 15 : Les 8 gaspillages.....	24
Figure 16 : Mura schématisé	25
Figure 17 : Cibles illustrant les différents types de variabilité	25
Figure 18 : Muri schématisé.....	26
Figure 19 : Questions à poser lors d'un gemba walk.....	29
Figure 20 : Exemple d'une Value Stream Mapping	30
Figure 21 : Exemple d'andon.....	30
Figure 22 : Exemple de détrompeur de contact : USB.....	31
Figure 23 : Exemple de détrompeur de signalment : Paiement sans contact	31
Figure 24 : Exemple d'un détrompeur de démarrage : Mode sans échec d'un ordinateur.....	32
Figure 25 : Exemple d'un kanban.....	33
Figure 26 : Schéma d'un CONWIP	34
Figure 27 : Cycle 5S.....	35
Figure 28 : Exemple d'un 5S dans un atelier.....	35
Figure 29 : Schéma SMED.....	36
Figure 30 : Exemple de SMED appliqué à la Formule 1	37
Figure 31 : Idéogramme japonais illustrant l'amélioration continue.....	38
Figure 32 : Maison TPM	40
Figure 33 : Les 3 critères du TRS et ses causes de possibles.....	44
Figure 34 : Distribution d'une loi normale	46
Figure 35 : Cycle Plan, Do, Check, Act de Deming	47
Figure 36 : PDCA et amélioration continue.....	48
Figure 37 : Le système de management documentaire montrant le manuel qualité au sommet de la pyramide	50
Figure 38 : Diagramme de Pareto sur les causes de retard au travail (valeurs hypothétiques)	51
Figure 39 : Les 5M du diagramme d'Ishikawa.....	52
Figure 40 : Exemple de stratification sur un histogramme	53
Figure 41 : Exemple de check-list.....	54
Figure 42 : Exemple d'un histogramme.....	54
Figure 43 : Différents cas d'un diagramme de dispersion	55
Figure 44 : Exemple d'une carte de contrôle	55
Figure 45 : Les 4 étapes d'un SMED.....	59
Figure 46 : Schéma illustrant les opérations internes et externes d'un SMED.....	59
Figure 47 : Partie d'un diagramme de Gantt d'un SGA.....	61
Figure 48 : Equipements en vrac suite à démontage.....	63
Figure 49 : Méthodologie de rangement proposée.....	64

Figure 50 : Exemple de fiche de rangement avec la nomination et l'emplacement des équipements.....	64
Figure 51 : Type d'épingle à nourrice créée.....	65
Figure 52 : Identification des chariots par des plaques en inox.....	66
Figure 53 : Exemple de vanne papillon à mettre en place.....	67
Figure 54 : Servante utilisée dans les services du WIP.....	68
Figure 55 : Photo d'un tiroir d'une servante du WIP avec ses outils.....	68
Figure 56 : Objectif à atteindre.....	69
Figure 57 : Pharmaflex.....	70
Figure 58 : Management visuel d'un SGA de la presse P3090.....	71
Figure 59 : Etiquettes utilisées pour le management visuel.....	72
Figure 60 : Tableau à management visuel modifié.....	73
Figure 61 : Nouvelle check-list de SGA proposée.....	73
Figure 62 : Exemple de photo d'identification utilisée.....	75
Figure 63 : Check-list 5S mise en service dans la zone de stockage du WIP.....	75
Figure 64 : Histogramme du temps passé pour chaque observation comparé au temps moyen avant le stage.....	76
Figure 65 : Tableau récapitulatif des temps passés sur SGA.....	77

SERMENT DE GALIEN

*Je jure, en présence de mes maîtres de la Faculté,
des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes
condisciples :*

- ❖ D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- ❖ 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 l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- ❖ De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.*
- ❖ En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.*

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

Que je sois couvert d'opprobre, méprisé de mes confrères, si j'y manque.