

**THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

**Soutenu publiquement le 11 juillet 2024
Par MME. NICOLAÏ Léa**

**Mise en place d'un projet d'amélioration continue pour optimiser les
démontages, nettoyages et remontages des presses à comprimer,
à l'aide de l'outil SMED**

Membres du jury :

Président : Monsieur le Professeur Juergen Siepmann, Faculté des sciences pharmaceutiques de Lille

Directeur, conseiller de thèse : Madame le Professeur Florence Siepmann, Faculté des sciences pharmaceutiques de Lille

Assesseur(s) : Monsieur DEVOS Quentin, Docteur en Pharmacie

Faculté de Pharmacie de Lille
3 Rue du Professeur Laguesse – 59000 Lille
03 20 96 40 40
<https://pharmacie.univ-lille.fr>

Université de Lille

Président
Premier Vice-président
Vice-présidente Formation
Vice-président Recherche
Vice-président Ressources humaines
Directrice Générale des Services

Régis BORDET
Etienne PEYRAT
Corinne ROBACZEWSKI
Olivier COLOT
Bertrand DÉCAUDIN
Anne-Valérie CHIRIS-FABRE

UFR3S

Doyen
Premier Vice-Doyen, Vice-Doyen RH, SI et Qualité
Vice-Doyenne Recherche
Vice-Doyen Finances et Patrimoine
Vice-Doyen International
Vice-Doyen Coordination pluriprofessionnelle et Formations sanitaires
Vice-Doyenne Formation tout au long de la vie
Vice-Doyen Territoire-Partenariats
Vice-Doyen Santé numérique et Communication
Vice-Doyenne Vie de Campus
Vice-Doyen étudiant

Dominique LACROIX
Hervé HUBERT
Karine FAURE
Damien CUNY
Vincent DERAMECOURT
Sébastien D'HARANCY
Caroline LANIER
Thomas MORGENROTH
Vincent SOBANSKI
Anne-Laure BARBOTIN
Valentin ROUSSEL

Faculté de Pharmacie

Doyen
Premier Assesseur et
Assesseur à la Santé et à l'Accompagnement
Assesseur à la Vie de la Faculté et
Assesseur aux Ressources et Personnels
Responsable des Services
Représentant étudiant
Chargé de mission 1er cycle
Chargée de mission 2eme cycle
Chargé de mission Accompagnement et Formation à la Recherche
Chargé de mission Relations Internationales
Chargée de Mission Qualité
Chargé de mission dossier HCERES

Delphine ALLORGE
Anne GARAT
Emmanuelle LIPKA
Cyrille PORTA
Honoré GUISE
Philippe GERVOIS
Héloïse HENRY
Nicolas WILLAND
Christophe FURMAN
Marie-Françoise ODOU
Réjane LESTRELIN

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers (PU-PH)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	ALLORGE	Delphine	Toxicologie et Santé publique	81
M.	BROUSSEAU	Thierry	Biochimie	82
M.	DÉCAUDIN	Bertrand	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
M.	DINE	Thierry	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
Mme	DUPONT-PRADO	Annabelle	Hématologie	82
Mme	GOFFARD	Anne	Bactériologie - Virologie	82
M.	GRESSIER	Bernard	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
M.	ODOU	Pascal	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
Mme	POULAIN	Stéphanie	Hématologie	82
M.	SIMON	Nicolas	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
M.	STAELS	Bart	Biologie cellulaire	82

Professeurs des Universités (PU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	ALIOUAT	El Moukhtar	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	AZAROUAL	Nathalie	Biophysique - RMN	85
M.	BERLARBI	Karim	Physiologie	86
M.	BERTIN	Benjamin	Immunologie	87
M.	BLANCHEMAIN	Nicolas	Pharmacotechnie industrielle	85
M.	CARNOY	Christophe	Immunologie	87
M.	CAZIN	Jean-Louis	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
M.	CUNY	Damien	Sciences végétales et fongiques	87
Mme	DELBAERE	Stéphanie	Biophysique - RMN	85
Mme	DEPREZ	Rebecca	Chimie thérapeutique	86
M.	DEPREZ	Benoît	Chimie bioinorganique	85
M.	DURIEZ	Patrick	Physiologie	86

M.	ELATI	Mohamed	Biomathématiques	27
M.	FOLIGNÉ	Benoît	Bactériologie - Virologie	87
Mme	FOULON	Catherine	Chimie analytique	85
M.	GARÇON	Guillaume	Toxicologie et Santé publique	86
M.	GOOSSENS	Jean-François	Chimie analytique	85
M.	HENNEBELLE	Thierry	Pharmacognosie	86
M.	LEBEGUE	Nicolas	Chimie thérapeutique	86
M.	LEMDANI	Mohamed	Biomathématiques	26
Mme	LESTAVEL	Sophie	Biologie cellulaire	87
Mme	LESTRELIN	Réjane	Biologie cellulaire	87
Mme	LIPKA	Emmanuelle	Chimie analytique	85
Mme	MELNYK	Patricia	Chimie physique	85
M.	MILLET	Régis	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
Mme	MUHR-TAILLEUX	Anne	Biochimie	87
Mme	PERROY	Anne-Catherine	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	RIVIÈRE	Céline	Pharmacognosie	86
Mme	ROMOND	Marie-Bénédicte	Bactériologie - Virologie	87
Mme	SAHPAZ	Sevser	Pharmacognosie	86
M.	SERGHERAERT	Éric	Droit et Economie pharmaceutique	86
M.	SIEPMANN	Juergen	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	SIEPMANN	Florence	Pharmacotechnie industrielle	85
M.	WILLAND	Nicolas	Chimie organique	86

Maîtres de Conférences - Praticiens Hospitaliers (MCU-PH)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	CUVELIER	Élodie	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
Mme	DANEL	Cécile	Chimie analytique	85
Mme	DEMARET	Julie	Immunologie	82

Mme	GARAT	Anne	Toxicologie et Santé publique	81
Mme	GENAY	Stéphanie	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
M.	GRZYCH	Guillaume	Biochimie	82
Mme	HENRY	Héloïse	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
M.	LANNOY	Damien	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
Mme	MASSE	Morgane	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
Mme	ODOU	Marie-Françoise	Bactériologie - Virologie	82

Maîtres de Conférences des Universités (MCU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	ALIOUAT	Cécile-Marie	Parasitologie - Biologie animale	87
M.	ANTHÉRIEU	Sébastien	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	AUMERCIER	Pierrette	Biochimie	87
M.	BANTUBUNGI-BLUM	Kadiombo	Biologie cellulaire	87
M.	BERTHET	Jérôme	Biophysique - RMN	85
M.	BOCHU	Christophe	Biophysique - RMN	85
M.	BORDAGE	Simon	Pharmacognosie	86
M.	BOSC	Damien	Chimie thérapeutique	86
Mme	BOU KARROUM	Nour	Chimie bioinorganique	
M.	BRIAND	Olivier	Biochimie	87
Mme	CARON-HOUDE	Sandrine	Biologie cellulaire	87
Mme	CARRIÉ	Hélène	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
Mme	CHABÉ	Magali	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	CHARTON	Julie	Chimie organique	86
M.	CHEVALIER	Dany	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	DEMANCHE	Christine	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	DEMARQUILLY	Catherine	Biomathématiques	85
M.	DHIFLI	Wajdi	Biomathématiques	27

Mme	DUMONT	Julie	Biologie cellulaire	87
M.	EL BAKALI	Jamal	Chimie thérapeutique	86
M.	FARCE	Amaury	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	FLIPO	Marion	Chimie organique	86
M.	FRULEUX	Alexandre	Sciences végétales et fongiques	
M.	FURMAN	Christophe	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	GERVOIS	Philippe	Biochimie	87
Mme	GOOSSENS	Laurence	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
Mme	GRAVE	Béatrice	Toxicologie et Santé publique	86
M.	HAMONIER	Julien	Biomathématiques	26
Mme	HAMOUDI-BEN YELLES	Chérifa-Mounira	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	HANNOTHIAUX	Marie-Hélène	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	HELLEBOID	Audrey	Physiologie	86
M.	HERMANN	Emmanuel	Immunologie	87
M.	KAMBIA KPAKPAGA	Nicolas	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
M.	KARROUT	Younes	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	LALLOYER	Fanny	Biochimie	87
Mme	LECOEUR	Marie	Chimie analytique	85
Mme	LEHMANN	Hélène	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	LELEU	Natascha	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	LIBERELLE	Maxime	Biophysique - RMN	
Mme	LOINGEVILLE	Florence	Biomathématiques	26
Mme	MARTIN	Françoise	Physiologie	86
M.	MENETREY	Quentin	Bactériologie - Virologie	
M.	MOREAU	Pierre-Arthur	Sciences végétales et fongiques	87
M.	MORGENROTH	Thomas	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	MUSCHERT	Susanne	Pharmacotechnie industrielle	85

Mme	NIKASINOVIC	Lydia	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	PINÇON	Claire	Biomathématiques	85
M.	PIVA	Frank	Biochimie	85
Mme	PLATEL	Anne	Toxicologie et Santé publique	86
M.	POURCET	Benoît	Biochimie	87
M.	RAVAUX	Pierre	Biomathématiques / Innovations pédagogiques	85
Mme	RAVEZ	Séverine	Chimie thérapeutique	86
Mme	ROGEL	Anne	Immunologie	
M.	ROSA	Mickaël	Hématologie	
M.	ROUMY	Vincent	Pharmacognosie	86
Mme	SEBTI	Yasmine	Biochimie	87
Mme	SINGER	Elisabeth	Bactériologie - Virologie	87
Mme	STANDAERT	Annie	Parasitologie - Biologie animale	87
M.	TAGZIRT	Madjid	Hématologie	87
M.	VILLEMAGNE	Baptiste	Chimie organique	86
M.	WELTI	Stéphane	Sciences végétales et fongiques	87
M.	YOUS	Saïd	Chimie thérapeutique	86
M.	ZITOUNI	Djamel	Biomathématiques	85

Professeurs certifiés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	FAUQUANT	Soline	Anglais
M.	HUGES	Dominique	Anglais
Mme	KUBIK	Laurence	Anglais
M.	OSTYN	Gaël	Anglais

Professeurs Associés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	DAO PHAN	Haï Pascal	Chimie thérapeutique	86
M.	DHANANI	Alban	Droit et Economie pharmaceutique	86

Maîtres de Conférences Associés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	COUSEIN	Etienne	Biopharmacie, Pharmacie galénique et	
Mme	CUCCHI	Malgorzata	Biomathématiques	85
M.	DUFOSSEZ	François	Biomathématiques	85
M.	FRIMAT	Bruno	Pharmacologie, Pharmacocinétique et	85
M.	GILLOT	François	Droit et Economie pharmaceutique	86
M.	MITOUMBA	Fabrice	Biopharmacie, Pharmacie galénique et	86
M.	PELLETIER	Franck	Droit et Economie pharmaceutique	86

Assistants Hospitalo-Universitaire (AHU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	BOUDRY	Augustin	Biomathématiques	
Mme	DERAMOUDT	Laure	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	
Mme	GILLIOT	Sixtine	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
M.	GISH	Alexandr	Toxicologie et Santé publique	
Mme	NEGRIER	Laura	Chimie analytique	

Hospitalo-Universitaire (PHU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	DESVAGES	Maximilien	Hématologie	
Mme	LENSKI	Marie	Toxicologie et Santé publique	

Attachés Temporaires d'Enseignement et de Recherche (ATER)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	BERNARD	Lucie	Physiologie	
Mme	BARBIER	Emeline	Toxicologie	
Mme	COMAPGNE	Nina	Chimie Organique	
Mme	COULON	Audrey	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	
M.	DUFOSSEZ	Robin	Chimie physique	
Mme	KOUAGOU	Yolène	Sciences végétales et fongiques	
M.	MACKIN MOHAMOUR	Synthia	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	

Enseignant contractuel

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
M.	MARTIN MENA	Anthony	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière
M.	MASCAUT	Daniel	Pharmacologie, Pharmacocinétique et
Mme	NDIAYE-BOIDIN	Maguette	Anglais
M.	ZANETTI	Sébastien	Biomathématiques

Faculté de Pharmacie de Lille

3 Rue du Professeur Laguesse – 59000 Lille
03 20 96 40 40
<https://pharmacie.univ-lille.fr>

L'Université n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses ; celles-ci sont propres à leurs auteurs

REMERCIEMENTS

Au président de jury, **Monsieur le Professeur Juergen SIEPMANN**. Je vous adresse mes sincères remerciements pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger et de présider le jury de ma thèse. Soyez assuré de mon plus profond respect.

À mon directeur de thèse, **Madame le Professeur Florence SIEPMANN**. Je vous remercie d'avoir accepté de diriger ce travail et de m'avoir consacré du temps. Merci pour vos conseils et votre disponibilité. Je vous adresse mes plus sincères remerciements.

À mon juge, **Monsieur le docteur Quentin DEVOS**. Merci d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse. Merci de toujours être là. Je suis très heureuse de t'avoir rencontré en alternance et que notre amitié perdure avec le temps.

Je tiens à remercier également mes différents maîtres de stage.

Madame Hélène HUOU, chef de projet optimisation industrielle chez Inpharmasci. Avec qui j'ai pris beaucoup de plaisir à travailler. Sa disponibilité et les conseils qu'elle m'a donnés durant mon stage ont contribué à son bon déroulement.

Monsieur Paul Equipart, Président des laboratoires pharmaceutiques Rodael, **Monsieur Laurent Equipart**, Directeur général pour m'avoir accueilli au sein de leur entreprise ainsi que mon maître de stage **Monsieur Felix Fournier** qui m'a permis d'appréhender le fonctionnement d'une unité de production de médicaments ainsi que le rôle de chaque collaborateur à travers diverses missions représentatives de cette activité.

Merci à tous les **professeurs, maîtres de conférences, intervenants** de la faculté de la pharmacie de Lille pour la formation reçue tout au long de ces études.

À **Valentin, mon mari**, qui m'a permis de réaliser cette thèse pendant ma convalescence. Tu m'as soutenu, conseillé pour l'écriture. Tu es mon pilier, merci pour ta bienveillance et pour tout ce que tu m'apportes chaque jour. Merci pour l'amour que tu me donnes.

À **mes parents**, merci papa et maman pour votre amour et votre soutien pendant ces longues années d'études. Vos encouragements m'ont permis d'être là aujourd'hui.

À **mes sœurs, Marie et Pia, et ma filleule Castille**. Merci d'avoir été là et de m'avoir supporté pendant toutes ces années. Castille, merci d'apporter de la joie dans ma vie.

À **mon grand-père, Bon papa**. Merci d'avoir toujours répondu présent les mardis pour nos petits moments de complicité. Merci pour tous ces apéros discussions.

À **mes copines, Victorine, Fanny, Eugénie, Maude, Marie, Élisabeth, Philippine, ma cousine Alice et mon meilleur ami Jacques**. Merci d'être présent à chaque instant et d'apporter de la joie dans ma vie. Je ne vous remercierai jamais assez.

À tous les supers collègues que j'ai eus pendant mes stages et missions, **Quentin, Léo, Pauline, Fatima, Fabien, Amine, Guillaume, Viktoriia...**

Merci à **Fanny, Élisabeth et ma maman** d'avoir eu le courage de relire et de corriger les innombrables fautes présentes lors de l'écriture de ce manuscrit.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	11
TABLE DES MATIERES.....	13
LISTE DES TABLEAUX.....	14
LISTE DES ABREVIATIONS.....	15
LISTE DES ANNEXES.....	16
INTRODUCTION	17
PARTIE 1 : Le Lean	18
I. Historique du Lean	18
II. Définition et signification	21
III. Le concept.....	23
IV. Description du Lean.....	28
V. Les outils	35
PARTIE 2 : Application de la méthode SMED pour optimiser le démontage, nettoyage et remontage des presses à comprimer	55
I. Exemple de mise en application	55
II. Le projet	56
III. La résolution du problème à l'aide de la méthode DMAIC	72
V. Résultats	82
CONCLUSION.....	84
BIBLIOGRAPHIE.....	86
ANNEXES.....	88

LISTE DES TABLEAUX

Figure 1 : Représentation des Mudras	26
Figure 2 : Représentation du gaspillage (11).....	28
Figure 3 : Représentation de la maison Lean (12)	29
Figure 4 : Schéma explicatif du Taux de Rendement Synthétique (TRS) (23)	37
Figure 5 : Exemple de cartographie Value Stream Mapping (VSM) (26)	39
Figure 6 : Représentation du Pna-Do-Check-Act (PDCA) (28).....	40
Figure 7 : Schéma des étapes de la méthode Single Minute Exchange of Die (SMED)	42
Figure 8 : Opérations de changement d'ouillage	43
Figure 9 : Schéma récapitulatif de la méthode Single Minute Exchange of Die (SMED)	45
Figure 10 : Les piliers de la Total Productive Maintenance (TPM) (34)	47
Figure 11 : Schéma récapitulatif de la méthode DMAIC	50
Figure 12 : Diagramme d'Ishikawa (39)	54
Figure 13 : Schéma de la compression	58
Figure 14 : Presse FETTE	58
Figure 15 : ECOVAC d'une presse FETTE	59
Figure 16 : Le Sabot de remplissage	60
Figure 17 : Le racleur, la pièce de recouvrement, la cuillère de recyclage et le récupérateur de poudre	60
Figure 18 : La tourelle à matrices.....	61
Figure 19 : La tourelle à segments.....	61
Figure 20 : La tourelle.....	61
Figure 21 : Poinçons et matrices.....	62
Figure 22 : Cames de remplissage et poste de dosage.....	62
Figure 23 : Poste de pré-compression et de compression.....	63
Figure 24 : L'éjecteur	63
Figure 25 : Goulotte d'éjection.....	63
Figure 26 : Goulotte de sortie	64
Figure 27 : Le gratex.....	65
Figure 28 : L'intérieur du gratex	65
Figure 29 : Detecteur de métaux.....	66
Figure 30 : Photo de l'organisation du rangement dans la cage palette.....	68
Figure 31 : Photo du plateau avec les pièces électriques.....	69
Figure 32 : Photo de l'armoire avec le plateau et les pièces électriques.....	69
Figure 33 : Indications sur la presse	70
Figure 34 : Salle de stockage des poinçons	71
Figure 35 : Phase définir	73
Figure 36 : Fill-o-matic	77
Figure 37 : Table du fill-o-matic.....	77
Figure 38 : Cames	77
Figure 39 : Vanne de la trémie d'alimentation	77
Figure 40 : Clé BTR	77
Figure 41 : Exemple de check-list pour le nécessaire de démontage/nettoyage et de remontage.....	79

LISTE DES ABREVIATIONS

8D	: 8 Do
AM	: Agent de Maitrise
BPF	: Bonnes Pratiques de Fabrications
CDMO	: Contract Development Manufacturing Organisations
CIP	: Cleaning In Place
Do	: Disponibilité opérationnelle
DMAIC	: Define / Measure / Analyse / Improve / Control
JAT	: Juste-à-temps
LT	: Lead Time, Temps de traversé
MA	: Machine
MO	: Main-d'œuvre
PDCA	: Plan-Do-Check-Act
PSO	: Produit Semi Ouvré
ROI	: Retour sur Investissement
SMART	: Spécifique, Mesurable, Atteignable, Réaliste, Temporisée
SMED	: Single Minute Exchange of Die
Tp	: Taux de performance
TPS	: Toyota Production System
Tq	: Taux de qualité
TRS	: Taux de Rendement Synthétique
VSM	: Value Stream Mapping

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Formulaire de nettoyage des presses et des équipements des machines à comprimer FETTE 2090 et 2200i

Annexe 2 : Formulaire de remontage des presses et des équipements des machines à comprimer FETTE 2090 et 2200i

Annexe 3 : Check-list démontage et nettoyage

Annexe 4 : Exemple de remplissage de la check-list

Annexe 5 : Phases externes, phase internes et prévisions

Annexe 6 : Flux vers les salles de stockages

Annexe 7 : Plan des salles de stockages

INTRODUCTION

Les médicaments concernent des millions de personnes. La qualité et la sécurité des médicaments sont les principales préoccupations de l'industrie pharmaceutique. Afin de répondre à cette exigence permanente de qualité tout en maintenant les objectifs cliniques, des règles strictes doivent être appliquées, à savoir les Bonnes Pratiques de Fabrications (BPF). Parallèlement, un contrôle qualité des échantillons est effectué tout au long du processus de production (avant, pendant, après).

La concurrence accrue entre les entreprises pharmaceutiques les oblige à se diversifier, innover, réduire leurs coûts, améliorer la qualité et terminer la production le plus rapidement. Les entreprises vont mettre en place des démarches d'amélioration continue en s'inspirant de l'industrie automobile. En effet, le monde de l'industrie est en constante évolution. De nombreux phénomènes viennent bouleverser l'industrie tels que les réformes des systèmes de santé, la compétition des génériques et des marchés émergents, les enjeux environnementaux, ...

L'amélioration continue est un processus du management de la qualité, qui vise à optimiser les performances des produits, des services et des processus. L'amélioration continue est un état d'esprit. C'est une démarche graduelle reposant sur des actions concrètes, simples, peu coûteuses en moyens ou en efforts. En accumulant constamment de petites améliorations, on améliore de façon globale la performance de l'entreprise. Il s'agit d'une démarche cyclique de progrès permettant d'atteindre des objectifs fixés et à chaque fin de cycle, recommencer pour tendre vers un fonctionnement optimum. L'amélioration continue implique plusieurs acteurs qui doivent également travailler en équipe.

L'objectif de cette thèse est de présenter dans un premier temps les outils du Lean Management pour l'amélioration continue. Puis, une deuxième partie illustrera la pratique d'un SMED (Single Minute Exchange of Die), outil d'amélioration continue pour optimiser les démontages, nettoyages et remontages des presses à comprimer.

PARTIE 1 : LE LEAN

I. Historique du Lean

En 1574, à Venise, les prémices d'une organisation « Lean » sont observées lors de la construction d'une galère en moins d'une heure sur un chantier naval, grâce à un processus standardisé et une méthode de travail séquentiel sur une ligne de production continue.(1)

Le système Gribeauval, en améliorant la mobilité, la réparabilité et en réduisant les défauts de tir, conféra à l'artillerie française une supériorité sur les autres nations européennes à la fin du XVIIIe siècle.

Ce système est basé sur quatre principes qui conduisent à une organisation du travail Lean :

- L'unicité des mesures dans toutes les provinces de France pour les fabrications d'armements ;
- L'interchangeabilité de toutes les pièces et accessoires entre eux ;
- La définition chiffrée et normée d'un seuil de tolérance pour toutes les pièces usinées ;
- Le contrôle absolu de toutes les fabrications suivant un cahier des charges strict et grâce à des boîtes de contrôle, identiques dans tous les arsenaux, permettant avec des gabarits de vérifier les pièces. (2)

Eli Whitney reprend ces principes et les popularise en 1798. Il reçoit une commande de 10 000 armes du gouvernement américain qu'il doit livrer au bout de 2 ans. La main d'œuvre qualifiée se faisant rare, il demande à chaque ouvrier de fabriquer une pièce précise selon des normes définies, de façon simple et rapide. Les pièces en ressortent identiques et interchangeables, elles sont standardisées. (3) Il s'agit du principe de **production en série**. (1)

Frederick Taylor s'inspire des avancées d'Eli Whitney en 1890 et s'attarde sur les travailleurs individuels et leur méthode d'exécution du travail, appelée le taylorisme. Il analyse attentivement le déroulement des tâches et les divise en étapes successives afin de déterminer la manière la plus efficace et la plus rapide. Il adaptera les outils pour rendre le travail plus facile pour les ouvriers. De plus, le taylorisme repose sur un système de rémunération plus adapté et plus motivant. Taylor augmentera la productivité qui stagnait jusque-là malgré le boom industriel des années 1880. (3)

Peu de temps après le travail de Taylor, Franck et Lillian Gilbreth se sont concentrés sur l'élimination de la partie du travail sans valeur ajoutée. Cela a permis de réduire la fatigue des employés et améliorer la productivité. (3)

En s'inspirant des travaux de Frederick Taylor, Henry Ford l'applique à la production de son modèle de voiture « T » en 1908 et lance ainsi la **production de masse**. Celle-ci est basée sur une organisation du travail sur des chaînes de montage séquentiel, des machines spécifiques et un chronométrage rigoureux d'opérations d'assemblage de composants standards, le système fera grimper la productivité. (1)

Cependant, cette organisation atteint rapidement ses limites en termes de diversification de la demande. Le système n'avait pas prévu une telle complexité de la demande car les consommateurs ne veulent plus d'un produit standard. Il avait été conçu pour être fabriqué en un seul modèle, ce qui limitait la personnalisation.

Un nouveau modèle d'organisation va apparaître au Japon dans l'industrie automobile : le TPS ou « Toyota Production System ». La seconde guerre mondiale a affaibli le pays qui a besoin de se reconstruire rapidement.

Les japonais, inspirés par le modèle Ford, souhaitent également entrer dans l'industrie automobile. Bien que les premiers essais ne soient pas concluants, Kiichiro Toyota a créé une filière automobile dans l'industrie textile de son père Sakichi Toyota en 1937, inspirée par ses visites aux Etats-Unis et par l'invention de son père. Sakichi Toyota inventa un métier à tisser qui s'arrête automatiquement lorsqu'un fil casse, permettant

à l'opérateur de ne plus surveiller en permanence la machine et d'arrêter la production d'un vêtement avant qu'il ne soit pourvu d'un défaut. Il s'agit de l'**automatisation**.

Pour tendre vers un idéal où les conditions sont réunies pour que les équipements et opérateurs travaillent ensemble pour apporter de la valeur sans créer de gaspillage, Kiichiro Toyota s'inspira de ce fonctionnement. Kiichiro travaille avec son cousin Eiji Toyoda et un ingénieur nommé Taiichi Ono pour créer un système complet qui améliore la productivité, la qualité et la fiabilité de ses voitures tout en ayant peu de ressources financières. Cela a donné naissance au TPS (Toyota Production System) (4). Contrairement à la production de masse, ce système permettra à Toyota d'ajouter de nouveaux produits à sa gamme sans augmenter considérablement ses investissements, ce qui est idéal pour le marché japonais, qui est beaucoup plus varié et plus petit que le marché américain. (4) Shigeo Shingo a également travaillé avec Taiichi Ohno chez Toyota. Son objectif était la mise en place et les changements de machines dans l'usine Toyota. Il s'est fortement concentré sur la réduction du besoin d'outils, la création de lignes centrales à l'intérieur des machines, la standardisation des outils à l'intérieur des machines et l'utilisation de dispositifs de connexion/déconnexion rapides chaque fois que possible. (3)

Cela a permis à Toyota de devenir une des plus grosses firmes automobiles du monde.

Edward Deming a mis en place un plan d'échantillonnage et de contrôle statistique des processus. Le plan d'échantillonnage structuré d'un lot de produit pourrait fournir un niveau de confiance adéquat pour l'ensemble du lot. Cela constitue un gain de temps dans la production. Il est également pionnier dans l'utilisation du contrôle statistique des processus (SPC) pour mesurer certains paramètres du processus afin de garantir la qualité du produit créé. Il est également l'inventeur du cycle PDCA ou Plan-Do-Check-Act. (3)

II. Définition et signification

II.1. Terminologie

Le terme « Lean » vient de l'anglais qui signifie « maigre » ou « sans superflu ». Il ne fait son apparition que dans les années 90 alors que le concept clé date du XXème siècle.

II.2. Plusieurs définitions

La création du TPS par Toyota constitue la base du Lean. Il se base sur 3 fondements :

- Des flux tendus évitant des encours trop importants et donc les coûts du « Just in case »¹ ;
- L'identification des besoins clients et la valeur à créer pour les satisfaire ;
- L'élimination des gaspillages. (5)

Le terme « Lean » s'internationalise avec la publication du livre « The machine that changes the world » en 1990 de James P. Womack, Daniel T. Jones et Daniel Roos. Ils y décrivent et confrontent les caractéristiques des industries de l'artisanat, de la production de masse jusqu'à la production Lean. Le Lean apparaît comme un nouveau modèle d'organisation qui vise à fournir ce que le client demande sans problème, erreur, retard, ni action de dernière minute. Ce modèle implique une parfaite communication entre tous les services de l'entreprise. (5)

Le Lean possède plusieurs définitions. Selon Christian Hohmann il s'agit d'un « système » visant à générer la Valeur Ajoutée maximale au moindre coût et au plus vite, ceci en employant les ressources juste nécessaires pour fournir aux clients ce qui fait de la valeur à leurs yeux.

Mais c'est aussi une approche systémique pour concevoir et améliorer les processus en visant un état idéal centré sur la satisfaction du client, par l'implication de l'ensemble

¹ Le Just in case désigne un mode de production traditionnel caractérisé par des produits fabriqués à l'avance (donc des stocks importants) pour répondre aux pics de demande. Il s'oppose au Just in time.

des personnels dont les initiatives sont alignées par des pratiques et principes communs.

Le lien entre ces deux premières définitions est la satisfaction des clients afin d'assurer un développement durable de l'entreprise. (6)

De plus, le Lean n'est pas simplement une collection d'outils ou de techniques mais une méthode globale de management et un cadre de référence qui permet de maintenir l'entreprise sous tension créative. (6)

Le « Lean management » désigne donc une méthode d'organisation du travail et de management qui a pour objectif d'améliorer la performance d'une entreprise en éliminant les coûts superflus et en limitant le gaspillage des ressources (7). C'est un processus qui se déroule sur le long terme et qui s'inscrit dans un processus d'amélioration continue.

Le Lean management consiste à :

- Analyser et optimiser des flux des processus ;
- Identifier et réduire les différents gaspillages ;
- Mettre en place un système de « flux tirés » ;
- Faire de l'amélioration continue ;
- Impliquer l'ensemble des collaborateurs.

En résumé, le Lean signifie le juste nécessaire. Le but premier est de créer de la valeur et d'éliminer les gaspillages. Ce n'est ni un outil, ni une méthode, c'est un état d'esprit.

III. Le concept

III.1. La pensée Lean

Le Lean repose sur des pensées qui guident toute la démarche Lean. La pensée du Lean se décompose en cinq étapes : (8)

1. Définir la valeur
2. Identifier le flux de valeur
3. Favoriser l'écoulement du flux
4. Tirer les flux
5. Viser la perfection

III.1.1. Définir la valeur

Il s'agit ici de percevoir la valeur par le client. Le but étant de proposer au client ce qu'il attend. L'entreprise doit produire ce qui a de la valeur pour le client. Le plus souvent il s'agit d'un produit qui a une bonne qualité, qui est utile et qui est livré dans les délais. On peut se poser la question, pour quoi est-il prêt à payer ? Il paye uniquement pour un besoin et non pour les coûts liés au gaspillage ou aux pannes. (8)

III.1.2. Identifier le flux de valeur

Les termes "valeur ajoutée" ou "non-valeur ajoutée" sont des locutions correspondant à la mesure de la richesse créée ou non et seront employées au singulier au cours de cette rédaction/thèse.

Il s'agit ici de trouver les opérations à valeur ajoutée utilisées pour créer le produit ou le service que le client désire. Cela comprend les enchaînements des diverses tâches et opérations servant à l'élaboration du produit ou du service. Il est important de visualiser le flux dans son ensemble. Ce flux est composé de plusieurs étapes qui comprend aussi bien la conception, la commande, la production. Durant ce flux, deux types d'opérations seront identifiées : celles à valeur ajoutée et celles à non-valeur ajoutée.

Les opérations à valeur ajoutée contribuent à créer de la valeur au produit. C'est ce que l'on recherche car c'est ce que recherche le client. Ce qu'il est prêt à acheter. Les opérations à non-valeur ajoutée sont celles que l'on ne veut pas avoir car le client n'est pas prêt à payer pour. Au sens des pensées du Lean, il s'agit de gaspillages. C'est sur ces opérations de non-valeur ajoutée que l'on peut se focaliser pour de potentiels gains que l'on peut faire si on les supprime. Il s'agit de pannes, de temps morts, de déplacements ...

Par la suite, il faudra repérer les étapes qui apportent le plus de valeur ajoutée et au besoin les modifier au fur et à mesure de l'évolution du processus. (8)

Le principal outil utilisé pour cette analyse est le VSM (Value Stream Mapping). En effet, il permet de visualiser les différents flux au sein d'une production. Il permet de mettre en avant les opérations à valeur ajoutée et il identifie également les opérations de non-valeur ajoutée.

III.1.3. Favoriser l'écoulement du flux

Cette pensée est souvent comparée à une rivière. En effet, une rivière s'écoule plus vite lorsqu'elle est rectiligne et sans obstacle. C'est la même chose pour les flux de production ou administratif. Ceux-ci ne doivent pas avoir d'obstacles et doivent être rectilignes pour que les opérations à valeur ajoutée s'enchaînent sans interruption durant le processus. Ces opérations doivent toujours être en mouvement et ne doivent pas revenir en arrière. Il faut éviter les temps morts et temps de stockages trop importants. (8)

III.1.4. Tirer les flux

Aujourd'hui, le marché est très concurrentiel et l'offre est supérieure à la demande. Contrairement à l'économie de pénurie, où la production de masse ou production poussée est le mot d'ordre. Le fournisseur attendra que le client choisisse son produit avant de lancer la production pour être sûr de le vendre. La production est effectuée de cette manière, en fonction de la demande, c'est-à-dire en flux tiré. Ce mode de production améliore structurellement le flux, ce qui permet une production plus rapide et une réponse à la demande, ce qui permet un meilleur écoulement et évite la

surproduction. Nous ne produisons que ce qui est commandé. Cependant, cela nécessite une gestion et une utilisation des ressources optimales.

Tirer les flux signifie produire des biens ou des services que si le client l'a explicitement demandé. (8)

III.1.5. Viser la perfection

Après avoir appliqué les quatre pensées précédentes du Lean, on peut apercevoir les gaspillages que l'on peut éviter ainsi que des opérations où l'on peut mettre en place des axes d'amélioration continue.

Ainsi, la perfection du produit peut être décrite :

- Un produit de qualité avec aucun défaut,
- Un produit dont la valeur ajoutée correspond aux besoins du client et dont la non-valeur ajoutée est réduite au minimum. (8)

III.2. Les gaspillages

Pour créer efficacement des produits ou des services, selon la pensée Lean, il est indispensable d'identifier les gaspillages pour pouvoir les éliminer ou les réduire pour optimiser les process de l'entreprise. Comme décrit précédemment, les gaspillages n'apportent pas de valeur à l'entreprise car ils consomment des ressources telles que de l'argent, du temps ...

Il existe trois familles de gaspillages : les Mudas, les Muris et les Muras. Pour le bien de l'entreprise, il est préférable de les éliminer.

III.2.1. Les Mudas

Les Mudas sont les opérations sans valeur ajoutée, mais acceptées.

Ils sont classés selon sept catégories et 2 sous-catégories (celles qui sont propre au produit présentes sur le schéma en orange foncé, et celles qui sont propre à l'Homme présentes sur le schéma en orange clair) : (9)

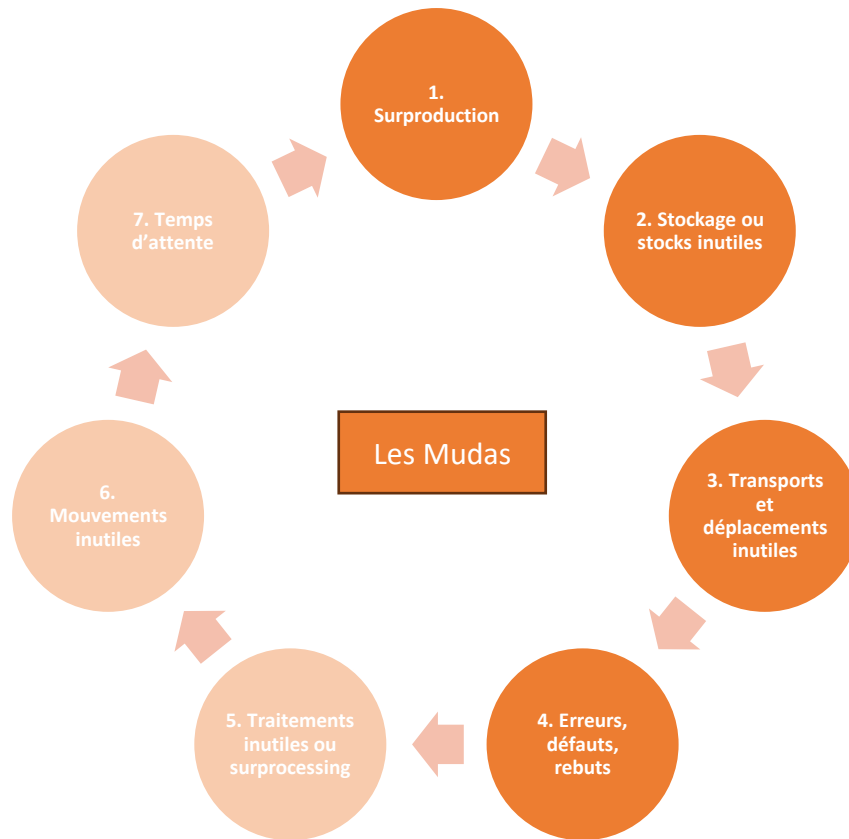


Figure 1 : Représentation des Mudas

- Les Mudas propre au produit :

1. Surproduction

Produire plus que le besoin du client, produire avant la commande, réaliser une opération qui ne répond à aucune demande ni exigence client. Il s'agit du pire des Mudas. Cela peut entraîner une surproduction et être le facteur d'autres Mudas.

Par exemple, une taille de lot inadaptée va entraîner une production excessive et un stockage ou une destruction de ce produit.

2. Stockage ou stocks inutiles

Tout ce qui n'est pas nécessaire pour réaliser une opération à l'instant voulu. Cela peut être la cause d'une surproduction ou d'une mauvaise planification.

3. Transports et déplacements inutiles

Transports qui n'apportent pas de valeur au client tels que le stockage intermédiaire, ou le voyage « à vide » ... Ce Muda consomme des ressources et du temps.

4. Erreurs, défauts, rebuts

Les produits sont non-conformes aux attentes, la commande est mal saisie, le produit nécessite des modifications, des retouches ...

- Les Mudras propre à l'Homme :

5. Traitements inutiles ou surprocessing

Opérations inutiles dans le processus, cela peut être lié à trop de matières, trop d'informations ou un manque d'instructions ou de spécifications claires et standardisées.

Par exemple : trop de contrôles dans le processus de fabrication ou l'utilisation de deux emballages au lieu d'un seul ...

6. Mouvements inutiles

Déplacements physiques inutiles et qui n'apportent pas de valeur au client. Cela peut être causé par une mauvaise ergonomie du poste de travail, un mauvais rangement, du matériel et des informations mal répertoriées ...

7. Temps d'attente

Attente entre deux opérations. L'opérateur est inactif, la cadence est ralentie, les étapes sont mal synchronisées.

Un huitième Muda peut être ajouté, il s'agit de la **sous-utilisation des compétences**. Il s'agit d'un manque de formation, un mauvais management, un manque de motivation, de reconnaissance et d'implication entraînant une sous-utilisation des compétences des opérateurs.

Certaines tâches sont qualifiées de Mudras alors qu'on ne peut pas faire autrement comme l'archivage ou la sauvegarde de documents, le transport ...

III.2.2. Les Muris

Le terme « Muri » désigne des opérations excessives, difficiles et impossibles. C'est souvent dû à une pression sur le personnel, le matériel ou les équipements. (9)

III.2.3. Les Muras

Le terme « Mura » désigne des opérations irrégulières et fluctuantes. Des sources de variabilités influent sur les caractéristiques du produit qui s'éloignent de ce qui était défini. La production ne correspond pas à ce qui était attendu en termes de qualité, de coûts, de délais ... Les standards de travail, la répétabilité et la reproductibilité des moyens de mesure, la capacité des moyens de production sont des moyens utilisés pour quantifier puis réduire ces variabilités. (10)

Il est préférable de commencer les actions d'amélioration en éliminant les Muris puis en diminuant les Muras. Les Mudas sont éliminés en dernier car ils sont plus faciles à détecter. (11)

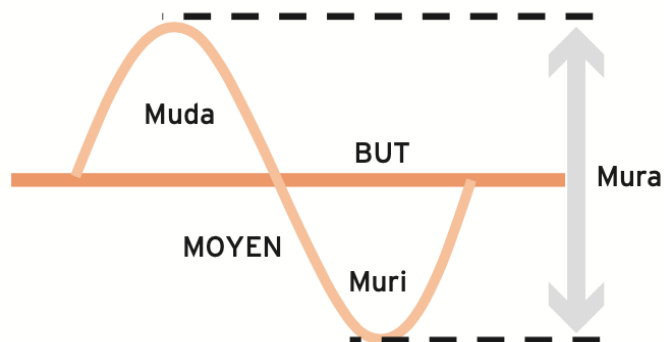


Figure 2 : Représentation du gaspillage (11)

IV. Description du Lean

Le TPS, dont le Lean est le dérivé, favorise le respect des exigences du client. Il repose sur des bases solides (processus stables, normes, production lissées, gestion visuelle) et deux piliers du Lean : le juste à temps et le Jidoka (détection et arrêt automatique en cas d'erreurs). Ce principe est le plus souvent représenté par une maison où l'on peut discerner les bases et les piliers. (12) Les composants fonctionnent ensemble pour atteindre les objectifs souhaités.

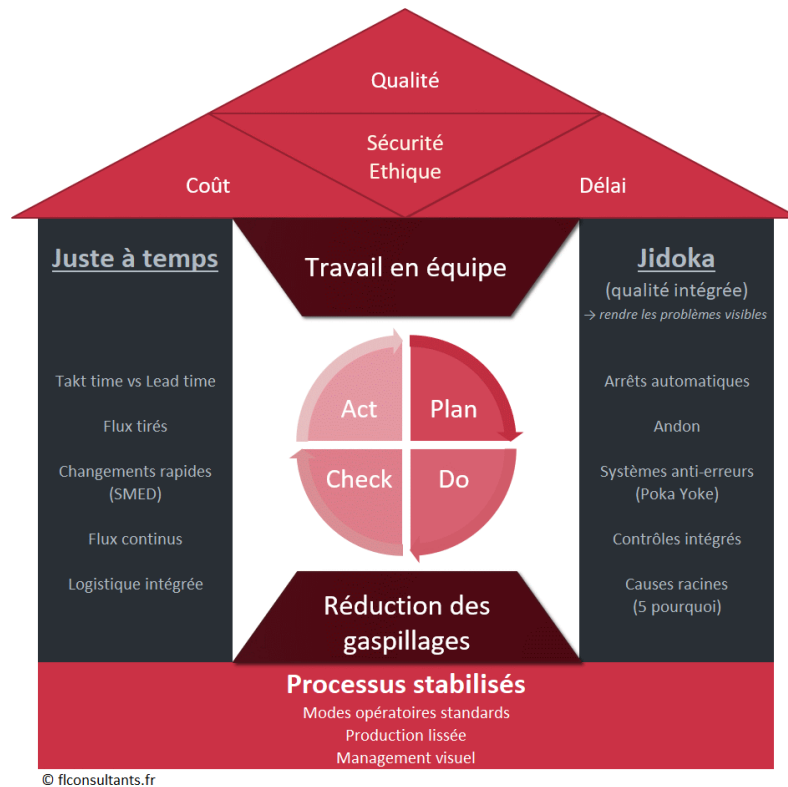


Figure 3 : Représentation de la maison Lean (12)

Le toit représente les objectifs. Ces objectifs doivent être soutenus par des piliers solides. Les piliers constituent les principes et les pratiques. Puis, nous avons les fondations qui doivent être capables de mener les individus vers leurs objectifs.

IV.1. Les fondations

Les fondations permettent d'avoir des bases solides. Le système doit être stable avant de construire les piliers. De bonnes fondations permettent de créer quelque chose de plus durable.

La stabilité est basée sur quatre fondements :

- La stabilité des 4M,
- Heijunka,
- Kaizen,
- Standardisation.

IV.1.1. La stabilité des 4M

Lors du développement d'un produit ou d'un service il arrive que des imprévus surviennent, tels que des annulations de dernières minutes ou des pièces défectueuses. Pour ne pas subir ces aléas, les entreprises doivent être stables. C'est pour cela que ça constitue l'une des fondations les plus importantes.

Cette stabilité est nécessaire pour atteindre les objectifs de qualité, de coûts et de délais. Il est important de pouvoir répondre à ces questions :

- Main d'œuvre : Les équipes sont-elles stables et compétentes ?
- Machine / Moyens : Est-ce que tous les équipements fonctionnent correctement ?
- Matière : Est-ce que toutes les matières et les informations sont disponibles et correctes au bon moment ?
- Méthode : Les méthodes de travail sont-elles efficaces ou font-elles perdre du temps aux individus ?

L'objectif est de maîtriser les écarts et de les maintenir dans un intervalle de tolérance. Dans cet intervalle, on peut observer des variations. Le but est donc de contrôler ces variations pour initier les étapes suivantes du Lean. (13)

IV.1.2. Heijunka

Heijunka vient du japonais et signifie « nivellement ». Cela permet aux systèmes d'optimiser leur gestion des stocks. Cette méthode permet également la surproduction en traitant les commandes en fonction de la demande des clients et en évitant la production par lots.

La mise en œuvre appropriée de Heijunka permet à l'organisation d'être prévisible, flexible et stable. Cela permet de réduire le temps de changement, de niveler la demande et de moyenniser le volume et le type de production à long terme. Il peut être mis en œuvre en fonction du volume ou du type de production.

- **Le nivellement par volume** concerne le nombre d'article par type de produit fabriqué dans chaque lot. Il permet de voir quels sont les produits à privilégier en fonction de la demande des clients.

- **Le nivellement par type** ajoute des séquences distinctes du produit fabriqué dans chaque lot. Il maintient la variété de produits nécessaire à la production hebdomadaire ou mensuelle. (14)

En résumé, ce concept est utilisé en assemblant une combinaison de produits dans chaque lot, et en s'assurant qu'il existe un stock de produits correspondant à la variabilité de la demande des clients. Cela apporte de la régularité dans la production et la consommation des ressources. Cependant, ce mode de fonctionnement peut augmenter le nombre de changements de format.

IV.1.3. Kaizen

Ce terme désigne l'association de deux idéogrammes japonais voulant dire « changement » et « bon ». Il est traduit en français par amélioration continue. Ce n'est pas un outil ni une méthode mais plutôt un état d'esprit visant à l'excellence opérationnelle de façon graduelle. L'adhésion et l'implication de tout le personnel sont nécessaires à cette démarche, qui ne nécessite pas d'investissements financiers importants. (15)

Cette méthode vise à améliorer les flux de valeur et les processus individuels afin d'accroître la qualité des produits et limiter les déchets. Deux niveaux existent :

- **Système flux** : améliore les systèmes de gestion pour promouvoir le flux de valeur globale ;
- **Processus kaizen** : développe des processus individuels efficaces avec des équipes et des leaders. (16)

IV.1.4. Standardisation

Il s'agit ici de standardiser le travail. Cela s'articule autour d'un ensemble de procédures validées et acceptées qui définit les meilleures pratiques en termes de sécurité, de qualité, de délai et de coût, ainsi que les étapes de chaque processus et de chaque tâche pour chaque opérateur. Toutes les ressources sont utilisées de façon optimale y compris les moyens, les outils, les pièces, les méthodes ... Le déroulement des tâches et les conditions nécessaires pour les exécuter doivent être fixés et être conformes aux pratiques connues. Par la suite, il faut surveiller l'exécution de ces tâches par rapport au standard qui a été établi et corriger tout écart. Une redéfinition du standard sera effectuée si un écart est positif. Il s'agit d'une amélioration.

Cette méthode permet d'identifier toutes déviations et de réagir rapidement. (17)

Elle a plusieurs objectifs :

- Trouver la meilleure façon de procéder de manière collective,
- Pérenniser ce savoir grâce à l'écrit,
- Former le personnel,
- Uniformiser les façons de procéder pour réduire les variabilités,
- Identifier les rôles et les actions de chacun.

IV.2. Les piliers

Il existe deux piliers principaux : le Juste-à-temps et le Jidoka. Toyota ajoutera plus tard un autre pilier : les personnes et le travail d'équipe, pour renforcer la maison illustrée à la *figure 3*. Ces piliers poussent les organisations à atteindre leurs objectifs tout en soutenant le toit.

IV.2.1. Juste-à-temps

Le Juste-à-temps (JAT) est basé sur le principe de fabriquer les bons produits au bon moment et en bonne quantité. Il réduit le temps entre le point d'entrée de la matière dans l'entreprise et le point de sortie des produits. Cela permet d'éliminer les 7 Mudas. Ce pilier a été développé par Taiichi Ohno en 1950, ingénieur chez Toyota.

Le JAT consiste à réduire les stocks, qui sont générés dans les organisations classiques, organisées en lots et files d'attente. Pour cela :

- Les temps de changement de série doivent être réduits,
- La production doit être lissée,
- La fréquence des acheminements de matières et pièces doit être accrue,
- Les capacités doivent être adaptées. (18)

Cette réduction des stocks permet de réduire les temps de non-valeur ajoutée mais également de voir les problèmes de fluidité des actions lors de la production et de la mise en place des actions.

Ce concept repose sur deux principes :

1. La suppression des Mudras (ou gaspillages)

Le JAT permet d'identifier les tâches de non-valeur ajoutée afin de les réduire ou de les supprimer pour augmenter l'efficacité de la production (18)

2. La mise en place d'un flux plus juste

Le JAT vise à produire en fonction de la demande qui est faite sur le marché en passant d'une logique de flux poussé (production déconnectée de la consommation réelle en aval) à une logique de flux au plus juste.

Les flux reposent sur trois éléments :

- Le flux continu : maintient le flux de travail sans interruption. Il donne la cadence que doit avoir le processus pour répondre à la demande du client en fonction du temps disponible pour la production ;
- Le temps takt : optimise le temps de production pour répondre aux besoins des clients ;
- Le système pull : lance de nouveaux processus uniquement s'il y a une demande des clients. (16)

Les avantages du JAT sont :

- Réduire les flux des produits,
- Limiter les investissements nécessaires (dû à la diminution des stocks),
- Limiter les gaspillages,
- Rendre visibles les problèmes et indispensable leur résolution. (19)

IV.2.2. Le Jidoka

Le Jidoka est toujours situé à droite sur les piliers du Lean car il est apparu en premier. Il se traduit par « auto-activation » ou « automatisation ».

Lorsque des problèmes surviennent, le Jidoka met la machine à l'arrêt en toute sécurité. Il détecte les problèmes dès le début avant qu'ils ne se propagent au reste de la chaîne de production.

Cela permet d'éviter les blessures, diminue les dommages et favorise les solutions à long terme. (16)

Puis, Taiichi Ohno, Kiichiro Toyota et Eiji Toyota développent une version moderne du Jidoka.

Ce concept repose sur deux principes :

1. La maîtrise de la conformité tout au long du process

Il s'agit de la partie qualité, qui vise le « Zéro défaut ». Il faut prévenir (voire supprimer) la non-qualité à la source. Il a pour but de ne pas délivrer de produits non-conformes tout en réduisant les variabilités internes de production pour délivrer le bon produit du premier coup. En effet, le JAT permettant de réduire les stocks, si on ne produit pas un bon produit du premier coup, le flux sera sans cesse à l'arrêt. Le concept qualité intégré est nécessaire au bon fonctionnement du Lean. (20)

2. Sécuriser le client et résoudre les problèmes

Cela consiste à résoudre les problèmes détectés le plus vite possible avec le personnel concerné. Car plus les problèmes sont détectés tard, plus cela est onéreux pour l'entreprise. Plusieurs outils peuvent être mis en place pour aider à résoudre ces problèmes tels que le système Andon (système d'alarme lumineux qui permet d'alerter les superviseurs lors d'un problème), les 5 Pourquoi, les 5M, ... (20)

IV.3. Le toit

Le développement d'un produit ou d'un service commence par prendre en compte le client. C'est pour cela que le toit se trouve tout en haut de la maison. Le toit représente l'objectif de l'organisation : fabriquer des produits de haute qualité avec un coût le plus bas possible et dans les plus brefs délais. Les entreprises gagnent en avantage sur leurs concurrents en donnant la priorité à la satisfaction du client et en l'atteignant.

Pour satisfaire les besoins des clients, ils doivent remplir ces quatre éléments :

- Qualité,
- Variété,
- Prix raisonnable,
- Performance du produit.

V. Les outils

De nombreux outils existent pour mettre en place le Lean management. Ces outils constituent la partie concrète de cet état d'esprit. L'application de ces outils va permettre d'atteindre les objectifs des entreprises et éliminer les gaspillages.

V.1. Les outils initiateurs

Dans un premier temps, nous allons parler des outils initiateurs du Lean. Ils permettent d'initier un Lean facilement.

V.1.1. 5S

La méthode 5S vise à améliorer la propreté et l'ordre dans un environnement de travail. Elle va standardiser le cadre de travail de l'opérateur pour l'optimiser. Son principe fondamental permet d'assurer le bien-être des employés et la productivité en améliorant leur environnement de travail.

Il y a 5S car cela signifie en japonais : (21)

1. Seiri = Débarasser
2. Seiton = Ranger
3. Seiso = Nettoyer
4. Seiketsu = Standardiser
5. Shitsuke = Pérenniser

V.1.1.1. Seiri

Cela se traduit par débarrasser l'inutile. Il s'agit ici de faire le tri entre ce qui sera utilisé et ce qui ne sera pas utilisé (matériels, outils ...). (21)

V.1.1.2. Seiton

Cela se traduit par ranger. Il s'agit de mettre de l'ordre sur le plan de travail, délimiter les espaces et les identifier. Cela permet de rendre les tâches plus faciles, les gestes moins répétitifs et donc faire évoluer les opérateurs sur les différents niveaux de la chaîne de production. (21)

V.1.1.3. Seiso

Cela se traduit par nettoyer. Il s'agit d'avoir un environnement de travail propre. Cela donne un meilleur environnement de travail pour les opérateurs mais cela prévient également de l'usure ou de la casse des outils et matériaux utilisés. C'est la base pour avoir une production de qualité et limiter les pannes sur les machines. (21)

V.1.1.4. Seiketsu

Cela se traduit par standardiser. Il s'agit de fixer les démarches des actions en écrivant des procédures ou en créant des schémas visuels affichés près des outillages. Cela permet d'accompagner les opérateurs dans toutes les démarches qu'ils entreprennent mais aussi de leur donner un cadre. (21)

V.1.1.5. Shitsuke

Cela se traduit par pérenniser. Il s'agit de faire durer la méthode dans le temps. Il faut impliquer les collaborateurs et mettre en place un contrôle régulier des standards ce qui permet de valoriser l'implication individuelle. Dans un process d'amélioration continue, il faut quantifier, analyser et optimiser les normes pour conserver les méthodologies à jour et toujours donner le meilleur de soi-même. (21)

La méthode 5S permet :

- D'améliorer la sécurité. En effet, cela permet de réduire le risque d'accident mais également de surveiller l'usure des machines ;
- D'augmenter la réputation de la marque. En effet, cela permet d'avoir une production de bonne qualité ;
- D'augmenter la production. En effet, l'environnement est ordonné, rangé donc favorise un meilleur travail. Les machines sont mieux entretenues, les outils sont placés au bon endroit et les postes de travail sont organisés de telle façon à ce que cela facilite le travail des opérateurs ;
- D'augmenter la satisfaction des collaborateurs.

V.1.2. Le TRS : mesure de la performance

Le Taux de Rendement Synthétique (TRS) est un indicateur de la performance, il permet de mesurer la performance de la productivité de la fabrication. Ce taux est défini par la norme NF E60-182, il s'agit du rapport du temps utile sur le temps requis. Cela correspond au pourcentage de temps de fabrication qui est réellement productif. Il peut être calculé comme le rapport du nombre de pièces de bonne qualité sur le nombre de pièces qu'il serait théoriquement possible de fabriquer pendant la période de production. (22)

Il peut être décomposé en trois sous-indicateurs :

1. Le taux de qualité,
2. Le taux de performance,
3. La disponibilité opérationnelle. (22)

TRS = Taux de Qualité x Taux de Performance x Disponibilité Opérationnelle

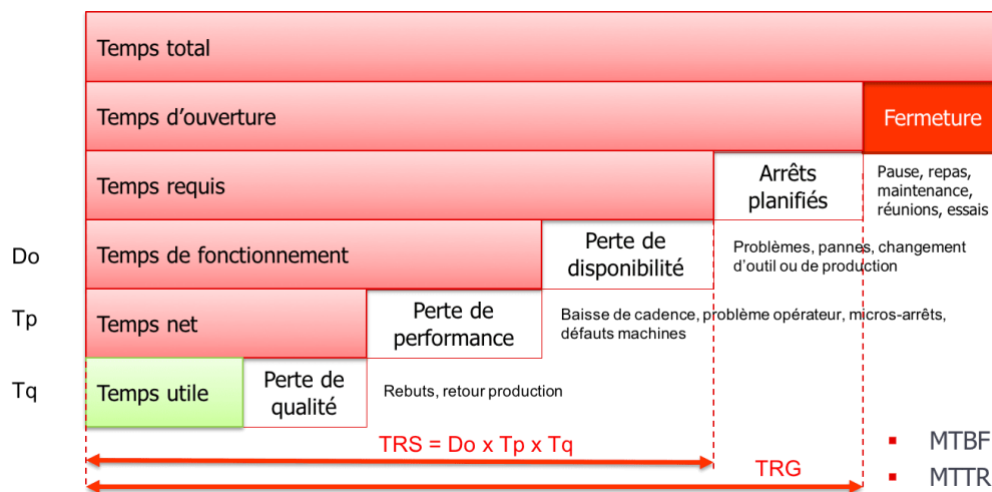


Figure 4 : Schéma explicatif du Taux de Rendement Synthétique (TRS) (23)

La disponibilité opérationnelle « **Do** » identifie et vise à réduire les pertes de disponibilité de l'installation.

Le taux de performance « **Tp** » identifie et vise à réduire les pertes de performance comme les baisses de cadence ou les défauts machine.

Le taux de qualité « **Tq** » identifie et vise à réduire les pertes de qualité. Il s'agit des rebuts et des retraitements.

Cet indicateur est suivi quotidiennement en production et permet d'identifier les axes d'amélioration pour faire progresser l'entreprise.

V.1.3. VSM : Value Stream Mapping

La VSM se traduit par « Cartographie des chaînes de valeur ». Cet outil cartographie les flux physiques et les données d'une entreprise à un instant donné. Cela permet de distinguer les étapes à valeur ajoutée pour le client et celles à non-valeur ajoutée. C'est pour cela qu'on l'utilise en début de projet Lean, car cela permet de diagnostiquer l'état existant. (24) Lors de cette cartographie, tous les flux de matières, pièces ou produits le long du processus vont être retracés avec toutes les péripéties et aléas qu'il y a eu. Sur cette même cartographie sera tracé le flux d'informations tel que les ordres informatiques, la passation de commande, les échanges téléphoniques ... (25)

Le but de cette analyse est de : (24)

- Établir un diagnostic de l'efficacité d'un flux et mettre en place des axes d'amélioration. Ceux-ci seront repris dans les objectifs de l'organisation de l'entreprise.
- Créer un support pour énumérer toutes les sources de gaspillage à chaque étape du process.

Toutes les étapes sont matérialisées par des pictogrammes qui les symbolisent. Cela permet de rendre une lecture plus simple et rapide. Sur ces pictogrammes peuvent se trouver des informations telles que la capacité des ressources, le niveau de stock ... Sur cette cartographie peuvent se trouver également les dysfonctionnements, les améliorations potentielles et les gaspillages. Il y a également une ligne du temps, le Temps de traversée (Lead time, LT) ainsi que le temps de valeur ajoutée sur le temps total. (25)

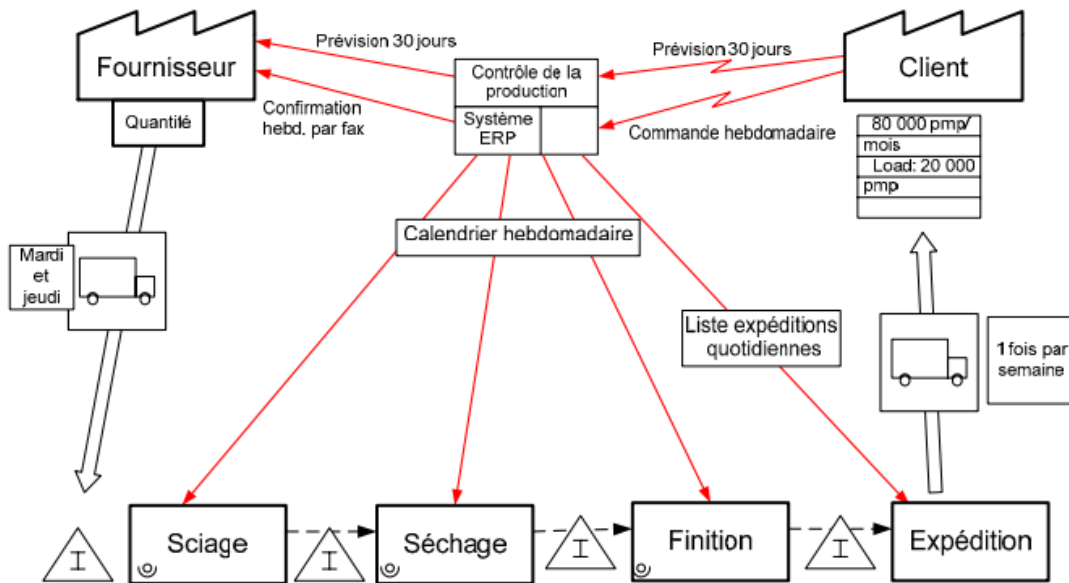


Figure 5 : Exemple de cartographie Value Stream Mapping (VSM) (26)

V.2. Les autres outils

D'autres outils sont également employés dans l'industrie et notamment dans l'industrie pharmaceutique : le PDCA, le SMED et le TPM.

V.2.1. Le Plan-Do-Check-Act (PDCA)

Le PDCA ou Plan-Do-Check-Act est une méthode cyclique de résolution de problèmes en quatre étapes couramment utilisées en amélioration continue. Elle est aussi appelée « roue de Deming ». Dans chacune des étapes, le but est d'identifier les opérations qui fonctionnent bien et celles qui doivent être améliorées et ainsi d'éviter les erreurs faites par les opérateurs.

Ce modèle est caractérisé par une boucle continue qui recommence si l'un des éléments du changement ne fonctionne pas. Cette boucle sera répétée jusqu'à ce que le résultat souhaité soit atteint.

Signification de l'acronyme Plan-Do-Check-Act : (27)

- **Plan** : Planifier, analyser, préparer. C'est une étape importante car elle consiste à définir le sujet ou le problème pour identifier des solutions. Il en découlera un plan d'action planifié avec des acteurs attitrés pour ces actions.
- **Do** : Réaliser. Il s'agit de la mise en place des actions définies à l'étape d'avant.

- **Check** : Vérifier. Il s'agit de vérifier l'efficacité des actions menées. Des mesures, des indicateurs et des observations permettent de vérifier l'efficacité des actions entreprises. Un délai est souvent conseillé pour cette étape. Si les actions ne sont pas efficaces, des ajustements peuvent être réalisés et un retour à l'étape Plan est possible.
- **Act** : Assurer, améliorer. Cette étape permet de s'assurer de la continuité des résultats des actions mises en place. La mise à jour de documents, de procédures, de process, des formulaires peut être mise en place. Des améliorations peuvent également être mises en place en revenant à l'étape Plan pour les mettre en œuvre.

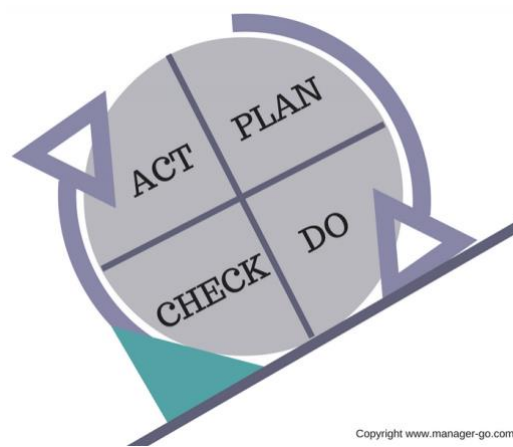


Figure 6 : Représentation du Pna-Do-Check-Act (PDCA) (28)

La figure 6 symbolise la représentation du PDCA. On aperçoit une cale en bas à gauche en bleu. Cela représente la standardisation, c'est-à-dire qu'après chaque amélioration réussie, celle-ci est standardisée pour permettre d'assurer la continuité des résultats obtenues.

V.2.2. Le SMED

V.2.2.1. La méthode

SMED signifie « Single Minute Exchange of Die », c'est-à-dire échanger un outil en moins de 10 minutes. Les sous-traitants sont souvent amenés à changer ou adapter des équipements pour les différentes productions. Les différentes machines doivent donc être arrêtées pour effectuer un changement de format, d'outil ou de série. Cela

représente du temps perdu. Il peut donc être intéressant de chercher des moyens pour optimiser et minimiser les temps de ces changements. (29)

La méthode SMED a été développée au Japon par Shigeo et Shingo entre 1950 et 1969. Cette méthode d'organisation, développée par Toyota dans les années 70, cherche à réduire les temps de changement de format en réduisant le temps de certaines opérations ou en supprimant les opérations inutiles et en établissant une nouvelle organisation. Cela a un objectif quantifié. (30)

Le temps de changement de format est le temps écoulé entre la dernière bonne pièce d'une série et la bonne première pièce de la série suivante. Donc la période de redémarrage de la machine, où les pièces ne sont pas encore conformes, et où la vitesse de la machine n'est pas encore à la valeur nominale, doit être incluse dans le temps de changement d'outillage et être étudiée pour réduire cette durée.

Cette méthode consiste à : (30)

- Identifier les opérations de manière ordonnée et proposer des solutions pour : les déplacer dans le temps (convertir), réduire la durée d'exécution (réduire), ou les supprimer ;
- Penser global dans le cadre de la stratégie d'entreprise ;
- Trouver les véritables problèmes de fond ;
- Améliorer chaque jour un peu plus ;
- Accélérer les flux d'intention de progrès ;
- Respecter et valoriser les idées de chacun.

V.2.2.2. Les objectifs

Les objectifs de cette méthode sont donc de : (30)

- Réduire les stocks en fabriquant des séries plus courtes et en procédant plus souvent à des changements de séries.
- Augmenter le rendement des installations en diminuant le temps d'arrêt des machines, qui sont jugées comme « non-productives ». Ce qui permettrait d'augmenter le rendement des machines et donc la capacité réelle de production.

V.2.2.3. Les étapes de la méthode

La méthode SMED comprend 5 étapes (31) :



Figure 7 : Schéma des étapes de la méthode Single Minute Exchange of Die (SMED)

Phase 1 : Identifier toutes les opérations du changement de format et les mesurer

Cette première étape consiste à établir une liste des opérations nécessaires pour effectuer le changement de format. Puis, de chronométrer ou filmer sur le terrain ces actions. Il faudra également déterminer un ordre d'action.

Pour cela, il faut observer un changement de format complet et relever toutes les informations observées telles que : la chronologie des opérations, la durée, le matériel utilisé, la localisation des outils ainsi que les contraintes durant le changement. Cela constituera un bilan initial, qui permettra d'avoir une idée précise du temps mis par chaque opérateur pour les différentes actions réalisées. On observera alors les temps plus ou moins longs sur lesquels des améliorations pourront être envisagées.

Cette étape permet de définir les objectifs que l'on souhaite atteindre. Et ainsi de choisir le chantier pilote. Cela permet aussi de voir les dysfonctionnements liés aux changements de séries.

Phase 2 : Catégoriser les opérations (interne et externe)

Durant cette étape, il est important de catégoriser les opérations réalisées en interne et les opérations réalisées en externe.

Les opérations internes sont réalisées dans la salle de compression lorsque la machine est arrêtée (monter et démonter les outillages, par exemple).

Les étapes externes peuvent être réalisées lorsque la machine est en marche (sortir les outillages de la salle, par exemple).

Le but étant de réaliser les opérations externes en temps masqués.

Voici un schéma montrant la succession des opérations lors d'un changement d'outillage (30) :

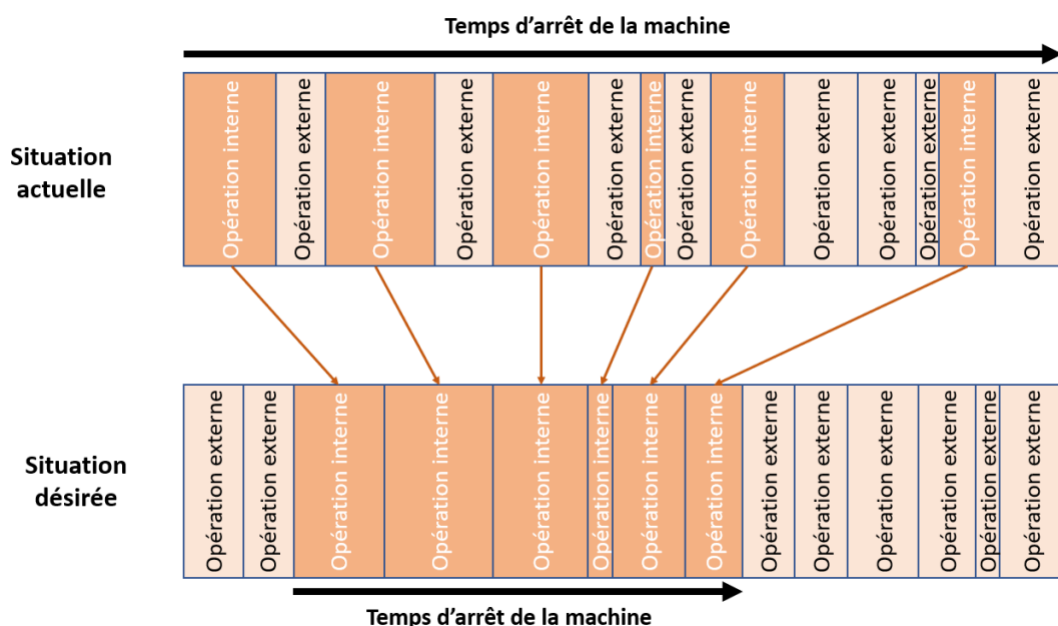


Figure 8 : Opérations de changement d'outillage

Phase 3 : Conversion des opérations internes en opérations externes.

Durant cette phase, il faut essayer de transformer un maximum d'opérations internes en opérations externes. C'est-à-dire que des opérations qui étaient réalisées à l'arrêt de la machine pourront être réalisées avant ou après l'arrêt de la machine.

Le but ici est de diminuer au maximum les opérations internes qui sont réalisées à l'arrêt de la machine. Cela demande généralement l'apport de moyens et de technologies.

Phase 4 : Rationaliser les opérations internes

Pour cette phase, les opérations inutiles sont supprimées et les opérations internes restantes sont réduites et optimisées au maximum. Il faudra réorganiser en mettant les opérations internes restantes en parallèle.

Phase 5 : Rationnaliser les opérations externes

Durant cette phase, il faut réorganiser et optimiser la préparation du changement d'outillage.

Toute cette organisation permet de standardiser les opérations et de les optimiser. Les opérateurs doivent le respecter afin de mettre toujours le même temps pour les démontages, nettoyages et remontages et ainsi gagner en productivité.

Lors de la standardisation, on pourra alors revoir les procédures ou créer des modes opératoires par exemple.

V.2.2.4. Récapitulatif (30)

Schéma récapitulatif des différentes phases de la méthode SMED :

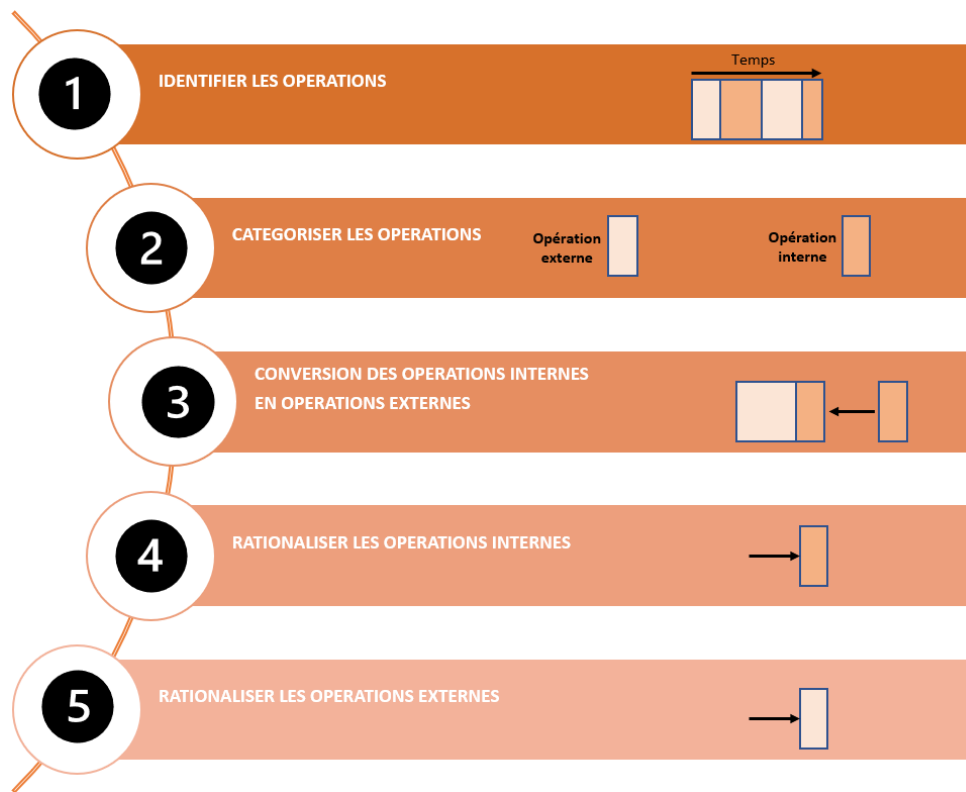


Figure 9 : Schéma récapitulatif de la méthode Single Minute Exchange of Die (SMED)

Cette méthode est très intéressante et peut être efficace dans la mise en place d'amélioration de procédés, de normes et de procédures que les opérateurs doivent suivre. Le but premier est d'être le plus efficace tout en perdant le moins de temps. C'est une méthode d'optimisation de référence. Elle nécessite l'implication de tout le personnel.

V.2.3. TPM : Total Productive Maintenance

V.2.3.1. Le principe (32)

La Maintenance Productive Totale ou TPM, est une méthode d'amélioration des ressources de production qui sont :

- Les équipements,
- Les ressources humaines de maintenance et de production,
- L'organisation des services support de production.

En effet, la TPM vise à maintenir et à améliorer l'intégrité des systèmes de production, des équipements et des procédés tout en permettant un cycle de production en continu sans gaspillages. Les gaspillages correspondent aux pannes, aux arrêts, aux vitesses réduites ... Ces pertes sont classées en trois familles, pertes liées à :

- La main d'œuvre ;
- L'équipement ;
- Aux énergies, matières, outillages.

V.2.3.2. Les objectifs (32)

La TPM a pour objectifs :

- D'obtenir l'efficacité maximale des équipements. Le TRS est un très bon indicateur de la performance des équipements ;
- De diminuer les surcoûts directs et indirects pour diminuer le prix de revient ;
- D'optimiser le coût d'exploitation des équipements par une augmentation de la durée de vie des équipements et en diminuant les coûts d'exploitation ;
- D'améliorer la valeur opérationnelle ;
- De développer l'efficacité maximale de tous les secteurs de l'entreprise.

V.2.3.3. Les piliers (33)

La TPM repose sur huit piliers qui sont répartis en deux approches : l'amélioration de l'efficacité du système de production et la mise en place de conditions idéales au service de la performance industrielle.

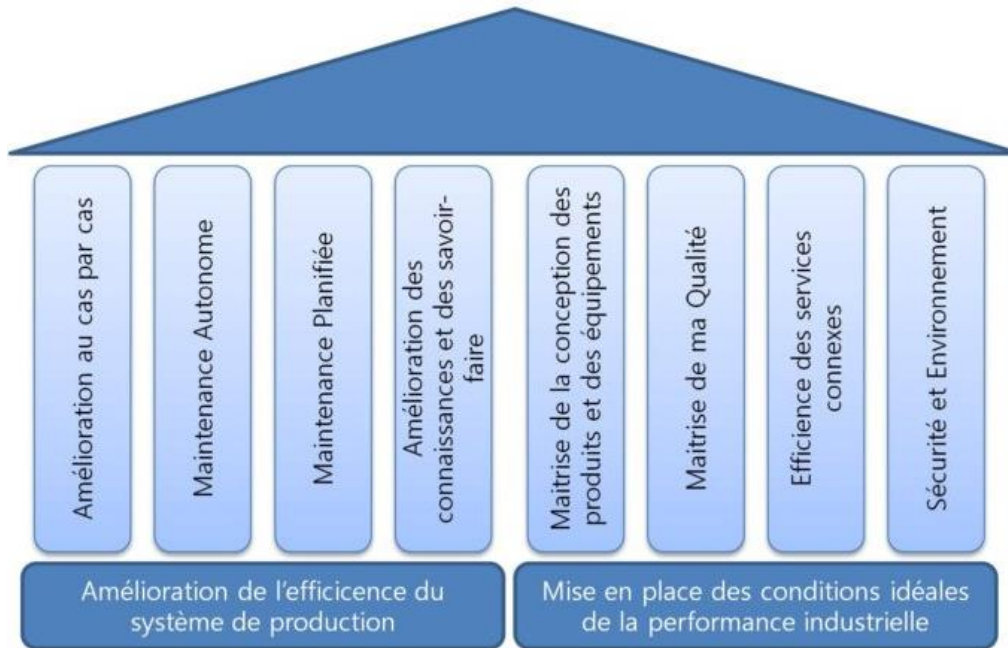


Figure 10 : Les piliers de la Total Productive Maintenance (TPM) (34)

Pilier 1 : Amélioration au cas par cas / Élimination des gaspillages

Il s'agit ici de rechercher et d'éliminer toutes les causes racines de dysfonctionnements et tout ce qui pourrait engendrer une baisse de productivité. C'est un travail de groupe qui nécessite l'implication de tout le monde. Toutes les sources de perte et de gaspillage sont ainsi éliminées.

Pilier 2 : Maintenance Autonome

Dans ce pilier, on cherche à développer l'autonomie des opérateurs, afin qu'ils prennent en charge l'entretien et les petites interventions sur les machines. Ils doivent :

- Répondre aux besoins de réactivité en cas de dysfonctionnement
- Développer l'autonomie des équipes de nuit et de week-end
- Impliquer et responsabiliser les opérateurs
- Libérer les techniciens experts de la maintenance pour des interventions préventives, de l'amélioration ...

Pilier 3 : Maintenance planifiée

Il s'agit de réduire, voire d'éliminer les pannes. Pour cela des données sont collectées sur les capteurs des machines pour mettre en place, par la suite, une maintenance de routine qui servira à prévenir les pannes. Cette maintenance permet d'anticiper les

pannes majeures, diminue les temps d'arrêts non planifiés et augmente ainsi la capacité de production.

Pilier 4 : Amélioration des connaissances et des savoir-faire

Il s'agit ici d'établir l'état des connaissances et les besoins en formation. Pour cela des formations peuvent être mises en place ainsi que des tutorats. Le tutorat permet de former des opérateurs sur le terrain, cela se fait entre opérateur et personne formée à l'action. Il s'agit d'une pratique encadrée par des formulaires. Cela permet de mutualiser les connaissances et de les disséminer dans l'entreprise. Les formations sont différentes en fonction de la personne cible.

Piliers 5 : Maîtrise de la conception des produits et équipements associés, capitalisation des savoirs

Il s'agit ici de capitaliser le savoir. Les connaissances acquises sur les premières missions permettent de développer de nouveaux équipements plus pratiques à entretenir, plus faciles à nettoyer et plus ergonomiques et ainsi de ne pas répéter les mêmes erreurs.

Pilier 6 : Maîtrise ou « Maintenance » de la qualité

La qualité constitue un point primordial dans l'industrie. Ce pilier cherche à maintenir et à améliorer la qualité des produits sortant des lignes. En détectant plus tôt les incidents qualité et les pannes, il permet d'éliminer les causes racines des non-qualités pour réduire le rebut. Le but est d'éliminer la variabilité et de maximiser le temps de production des produits conformes.

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

La méthode TPM est une méthode globale, c'est pourquoi elle intègre également tous les services supports. Cela permet d'éviter tout impact sur la production mais aussi d'améliorer les succès en production.

Pilier 8 : Sécurité, conditions de travail et environnement

Il s'agit ici d'améliorer toute cause potentielle de problème de sécurité, d'amélioration des conditions de travail et de respecter l'environnement.

V.3. La résolution de problèmes

Les entreprises sont souvent confrontées à des pannes, des non-conformités... Parfois cela nécessite l'arrêt de la production, c'est pourquoi le Lean préconise une résolution rapide et efficace des dysfonctionnements. Il est important d'aller sur le terrain pour se rendre compte du problème et noter toutes les informations qui peuvent en découler. Par la suite, il est recommandé de mettre en place un groupe de travail avec les personnes concernées par ce problème pour pouvoir en détecter la cause et le résoudre. Nous allons voir ici quelques exemples de méthodes et d'outils pour la résolution de problèmes. Il est important de pouvoir distinguer les deux. Voici quelques exemples pour pouvoir les illustrer.

V.3.1. La méthode

La méthode de résolution de problème est une méthode structurée qui va permettre de donner le périmètre du problème ainsi que de le résoudre. Pour cela, il existe le PDCA (qui a été décrit précédemment, se référer au paragraphe V.2.1.), le DMAIC, le rapport A3, le 8D, ...

V.3.1.1. DMAIC (35)

La méthode DMAIC qui est un outil de résolution de problèmes qui peut être utilisé en gestion de projet pour améliorer, optimiser et stabiliser les processus d'entreprise. Ce modèle de résolution de problèmes vise à améliorer les processus au sein d'une organisation.

Cette méthode se compose de 5 étapes qui sont les suivantes (ces étapes seront détaillées par la suite) :

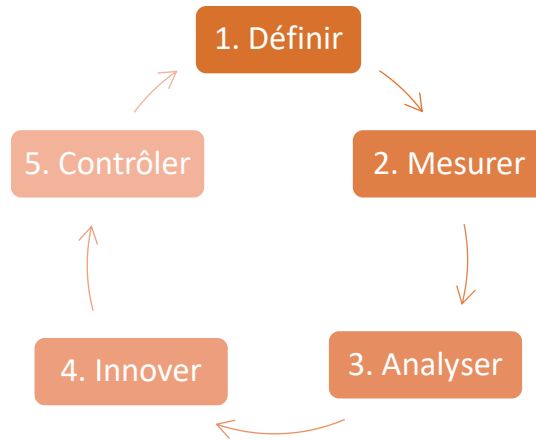


Figure 11 : Schéma récapitulatif de la méthode DMAIC

1. **D**éfinir : pour poser le problème en définissant les symptômes.

Cette étape est importante car elle permet de bien comprendre la problématique pour pouvoir ensuite déterminer les besoins et l'objectif que l'on souhaite atteindre. Cela permet d'analyser les risques du projet ainsi que l'organisation du travail par la rédaction de la charte du projet et les différents outils de planification et gestion du temps.

Il faut récolter les données nécessaires pour évaluer le processus de production et ainsi caractériser les différentes activités du processus.

Il faut définir dans cette étape, l'indicateur et le périmètre du projet, les investissements nécessaires, le gain estimé, les retours sur investissement. Mais surtout le pilote du projet et le groupe de travail ainsi qu'un délai pour réaliser ce projet.

Il faudra définir les différentes étapes avec les actions à mener, le temps estimé pour la réalisation et l'acteur qui réalisera l'action. Ces actions seront définies lors de réunion avec le groupe de travail.

Un diagramme Gantt est réalisé par la suite pour visualiser toutes les actions à entreprendre et visualiser leur avancement.

Le pilote doit alors coordonner les différentes actions et acteurs pour tenir les délais.

2. **Mesurer** : pour quantifier l'ampleur du problème

Cette phase a pour but d'évaluer la performance du processus. Cette phase servira de base de référence qui permettra d'évaluer par comparaison les progrès réalisés par le projet.

Cette phase consiste à collecter les données permettant de mesurer les performances du processus et quantifier les problèmes.

3. **Analyser** : pour déterminer les causes du problème

Cette phase a pour but de déterminer les causes de la variabilité et de la performance insuffisante. Une analyse des données récoltées lors de la phase « mesurer » est réalisée. Une réunion pour discuter des différentes données récoltées sera effectuée et une analyse des actions non satisfaisantes et des paramètres devant être modifiés seront discutés pour atteindre la performance attendue.

4. **Innover / améliorer** : pour identifier la ou les solution(s) au problème

Les solutions sont imaginées ainsi que les scénarios possibles pour améliorer les process. Une évaluation et un choix des solutions sont effectués. Il faudra par la suite analyser les risques des solutions retenues puis les mettre en œuvre et prouver l'amélioration.

5. **Contrôler** : pour vérifier et maintenir l'amélioration dans le temps

Lors de cette étape, il faudra créer un plan de surveillance et mettre à jour les standards. Il faudra aussi mettre à jour les outils de maîtrise du process, vérifier l'application de la solution sur le terrain. Il faut également former le personnel et évaluer les résultats.

Une fois le projet terminé, pour le clôturer, un bilan peut être réalisé : reprenant les solutions mises en place, les coûts réellement déployés, les gains perçus ou réévalués et comparer ces données avec celles initialement déclarées dans l'étape « Définir ». Le but étant de s'assurer que le processus demeure sous contrôle.

V.3.1.2. Le rapport A3 (36)

Ce sont des rapports qui ont été créés par Toyota pour le Lean Management. Ce rapport est rédigé de façon synthétique selon la logique du PDCA. Ce rapport doit tenir sur une feuille de format A3 et doit présenter l'ensemble d'un problème ainsi que son analyse, les actions correctives et le plan d'action qui sera mis en place. Des graphiques peuvent être utilisés pour favoriser la communication visuelle.

Comme ce rapport tient sur une feuille au format A3, il doit se concentrer sur l'essentiel. Ces documents sont standardisés de sorte que tout le monde puisse les comprendre, même des personnes étrangères à l'entreprise ou à la mission demandée.

V.3.1.3. 8D (36)

Il s'agit d'une méthode développée par Ford. 8D signifie « 8DO ». Cette méthode permet d'aborder le problème.

1. Initiation de la résolution de problèmes, constitution de l'équipe pluridisciplinaire.
2. Description du problème avec le QQQQCCP, par exemple.
3. Identifier et mettre en place des actions immédiates (tri, contrôle renforcé, retouche...).
4. Déterminer les causes racines du problème (brainstorming, 5P ...).
5. Déterminer les actions correctives définitives et permanentes pour les causes retenues (plan d'actions).
6. Mise en œuvre des solutions en vérifiant avec les données collectées, que le problème est éradiqué : suivi de réalisation.
7. Éviter la réapparition du problème ailleurs : standardiser et déployer pour en faire profiter toute l'entreprise.
8. Féliciter l'équipe car cette démarche est participative.

V.3.2. Les outils

Il existe plusieurs outils de résolution de problème. Voici quelques exemples :

V.3.2.1 QQQQCP (37)

Il s'agit d'un outil indispensable pour définir un problème. L'acronyme signifie :

- **Q – Quoi ?** : objet, action, phase opération
- **Q – Qui ?** : acteurs, responsables
- **O – Où ?** : lieu, étape
- **Q – Quand ?** : moment, planning, durée, fréquence
- **C – Comment ?** : matériel, équipement, manière, modalité, procédure
- **P – Pourquoi ?** : motivations, motifs, raisons

Il peut y avoir un axe supplémentaire : **C – Combien ?** : coût, quantité ...

Cette démarche permet de trouver les causes racines mais également de trier les informations et de les classer. Cela permet d'initier des résolutions de problèmes.

V.3.2.2. 5 Pourquoi (36)

Cette méthode permet de remonter à la cause racine pour en éviter sa récurrence. Il s'agit ici de poser plusieurs fois la question « pourquoi » à chaque conséquence de problème pour remonter à la cause première. Il permet de montrer le lien entre les causes et les effets.

V.3.2.3. Diagramme d'Ishikawa (38)

Cet outil rappelle le squelette d'un poisson et permet de lister les causes qui ont un impact sur un effet (une situation), de les classer et de les hiérarchiser. Il permet d'identifier un problème dans un système. Il s'établit selon 5M :

- **Matière** : matières premières, packagings, composants d'un produit, ...
- **Matériel** : machines, équipements, matériels informatiques, ...
- **Méthode** : procédures, modes opératoires, flux,
- **Main-d'œuvre** : les collaborateurs, leurs compétences,
- **Milieu** : environnement, contexte, concurrence,

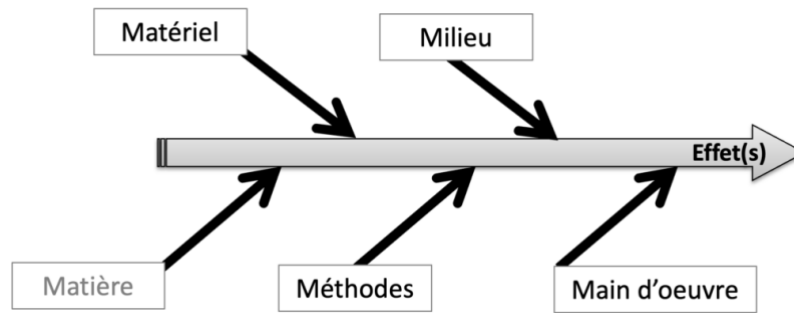


Figure 12 : Diagramme d'Ishikawa (39)

Il existe un sixième M appelé « Mesure » qui regroupe les analyses et tout ce qui est lié.

Pour cette méthode, il faut réunir toutes les personnes concernées par le problème et lister toutes les causes possibles du dysfonctionnement qui seront classées par la suite selon les cinq catégories du M. C'est un modèle visuel qui permet d'analyser le problème sous tous les angles.

V.3.2.4. Le management visuel (40)

Dans le Lean, le management visuel est un outil fondamental qui permet la diffusion et la transmission d'informations au sein d'une entreprise et à chaque niveau hiérarchique. Il permet la communication de plusieurs types d'informations tels que la sécurité, les plannings, des standards ou des performances.

Pour mettre en place cette méthode il faut ;

1. Construire un groupe de travail
2. Définir le périmètre du management visuel (l'outil QQQQCP peut être utilisé)
3. Choisir les outils et les bons indicateurs qui parlent au terrain
4. Concevoir le visuel, au plus simple
5. Définir les bons points d'affichage
6. S'assurer du bon fonctionnement des moyens mis en place et les mettre à jour si nécessaire

Les anciens visuels peuvent être conservés pour suivre l'historique des actions.

Cet outil, lorsqu'il est compris, permet la réactivité et la prise de décision de la part des interlocuteurs.

PARTIE 2 : APPLICATION DE LA METHODE SMED POUR OPTIMISER LE DEMONTAGE, NETTOYAGE ET REMONTAGE DES PRESSES A COMPRIMER

I. Exemple de mise en application

I.1. L'entreprise

Le projet se développe chez un façonnier spécialisé dans la production de formes sèches non-stériles. Le site prend en charge le développement galénique, la production, le conditionnement et le contrôle de médicaments ou de compléments alimentaires, pour le compte d'industries pharmaceutiques.

Pour rappel, l'amélioration continue est un processus du management de la qualité, qui vise à l'optimisation des performances des produits, des services et des processus. L'amélioration continue est un état d'esprit. C'est une démarche graduelle reposant sur des actions concrètes, simples, peu coûteuses en moyens ou en efforts. En accumulant constamment de petites améliorations, on améliore de façon globale la performance de l'entreprise.

Il s'agit d'une démarche cyclique de progrès permettant d'atteindre des objectifs fixés et à chaque fin de cycle, recommencer pour tendre vers un fonctionnement optimum.

I.2. Le SMED au sein de l'entreprise

L'application du SMED porte sur le démontage, nettoyage et remontage des différentes presses à comprimer présentes sur le site. Dans le cadre de ce projet SMED, l'étape de réglage n'a pas été prise en compte car il a été décidé en amont d'en faire un sujet d'amélioration continue à part.

L'entreprise est un Contract Development Manufacturing Organisations (CDMO), ils produisent donc différents comprimés sur chaque presse. Les démontages, nettoyages et remontages sont donc fréquents en fabrication et représentent environ 15% du temps d'occupation des machines. Il est intéressant de pouvoir optimiser ces étapes.

II. Le projet

II.2.1. Description des presses à comprimer

Une presse à comprimer permet de compresser des formulations pharmaceutiques en poudre sous forme de comprimés. On obtient des comprimés de tailles, poids et formes différents. Les presses présentes sur le site sont des presses à comprimer rotatives de marque FETTE. Il y a plusieurs références de FETTE sur le site ; 2100, 2090 et 2200. Elles fonctionnent toutes selon le même principe.

Elles sont conçues pour avoir une cadence importante : de 16 000 à 240 000 comprimés par heure. Elles sont composées de plusieurs stations, soit 29 ou 43. Une station est composée d'un poinçon supérieur, de la matrice et d'un poinçon inférieur.

II.2.2. Description de la compression

Selon la pharmacopée européenne, « *les comprimés sont des préparations, de consistance solide, contenant chacun une unité de prise d'un ou plusieurs principes actifs et sont obtenus en agglomérant par compression un volume constant de particules.* »

La compression est une opération qui consiste à exercer sur des poudres/grains secs une forte compression destinée à agglomérer les particules sous la forme de comprimés ou noyaux. Dans une première phase, les particules sont réarrangées et l'air est chassé. Dans un second temps, la réduction du volume du lit de poudre se traduit par une résistance plus ou moins importante opposée par la poudre.

Les outils de compression sont :

- Un **poinçon supérieur** qui entre et sort de la matrice au cours du processus de compression
- Un **poinçon inférieur**, qui reste à l'intérieur de la matrice
- Une **matrice** : les poinçons se déplacent à l'intérieur de la matrice pour constituer la chambre de compression à l'intérieur de laquelle est formé le comprimé

La compression est composée de différentes étapes :

1. **Le remplissage** : la poudre ou le grain formulé sont acheminés jusqu'à la chambre de compression où le poinçon inférieur est abaissé et le poinçon supérieur est relevé. Le mélange pour compression s'insère dans l'espace entre les deux poinçons. Cette étape détermine la masse du futur comprimé grâce au réglage de la position dans la matrice du poinçon inférieur.
2. **Le dosage par arasage** : Cette étape consiste à éliminer l'excédent de poudre/grain par arasage. Dans le cas d'une machine à comprimer rotative, la couronne rotative comprenant le disque de matrices débute sa rotation, afin que celles-ci rencontrent la plaque d'arasage. Une cuillère de recyclage permet également de récupérer l'excédent de matière afin de la renvoyer au sabot d'alimentation pour éviter les pertes.
3. **La pré-compression** : La pré-compression permet de chasser l'air inter-particulaire réduisant les risques de clivage. Le réarrangement des poudres étant ainsi amorcé avant l'étape de compression principale, on obtient des comprimés avec une plus grande dureté. Cette phase assure la consolidation initiale du comprimé et prévient des phénomènes de décalottage.
4. **La compression** : Le poinçon supérieur descend jusqu'à arriver au niveau de la matrice, où sont confinés les grains. La distance séparant les deux poinçons diminue par le rapprochement des deux poinçons. Une fois que les grains sont suffisamment rapprochés les uns des autres, des forces inter-particulaires provoquent l'agrégation des particules individuelles, formant un comprimé. L'amplitude de la force est régie par la variation de la hauteur de la chambre de compression. Par conséquent, les particules se lient entre elles sous l'influence d'une force de compression permettant une cohésion de la matière.
5. **L'éjection** : Les deux poinçons s'élèvent, le poinçon supérieur revient à sa position initiale et le poinçon inférieur entraîne l'éjection du comprimé. Lors de cette phase du procédé de fabrication des comprimés, une lubrification inadaptée peut entraîner un phénomène de grippage et endommager les matrices ainsi que les poinçons inférieurs lors de la remontée.

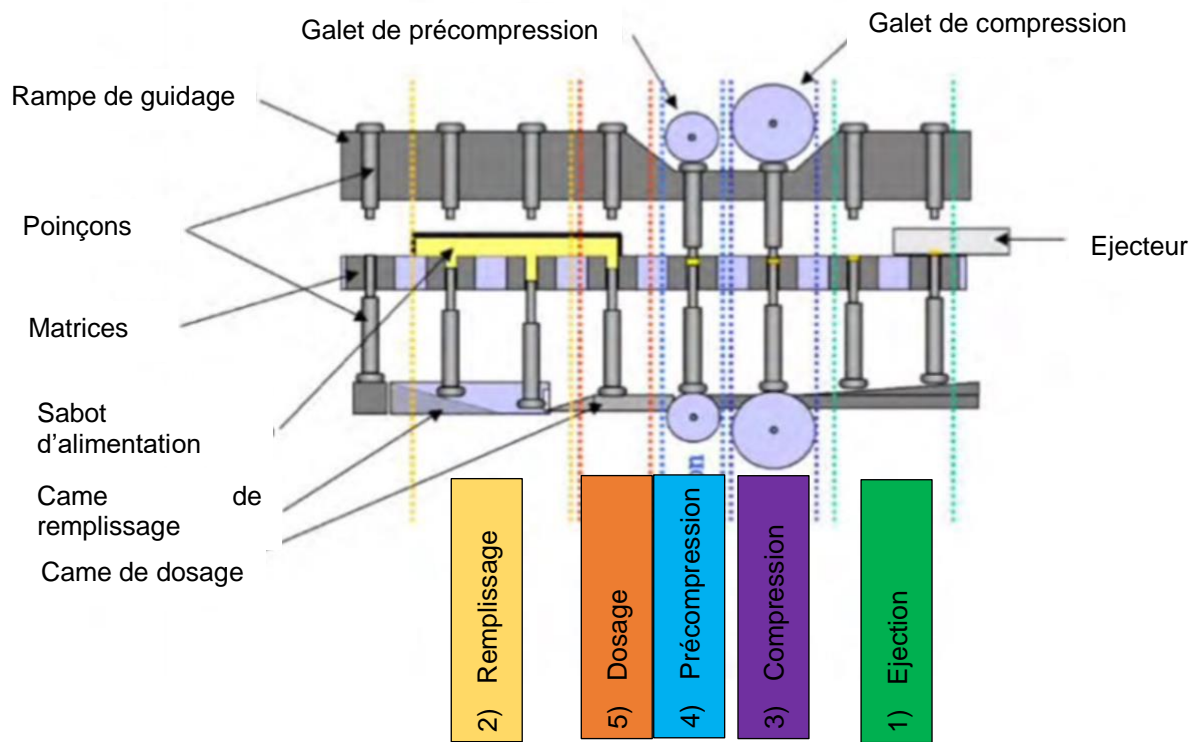


Figure 13 : Schéma de la compression

II.2.3. Description des différentes pièces composant la presse FETTE

II.2.3.1. La presse

Voici une vision d'ensemble d'une presse présente sur site.



Figure 14 : Presse FETTE

II.2.3.2. L'ECOVAC

Il s'agit d'un système qui permet de transférer pneumatiquement la poudre du container en inox vers la presse à comprimer. La poudre arrive par aspiration au niveau de l'ECOVAC. Au niveau de la tête de l'ECOVAC, il y a une vanne papillon qui permet d'approvisionner en poudre suivant le besoin.

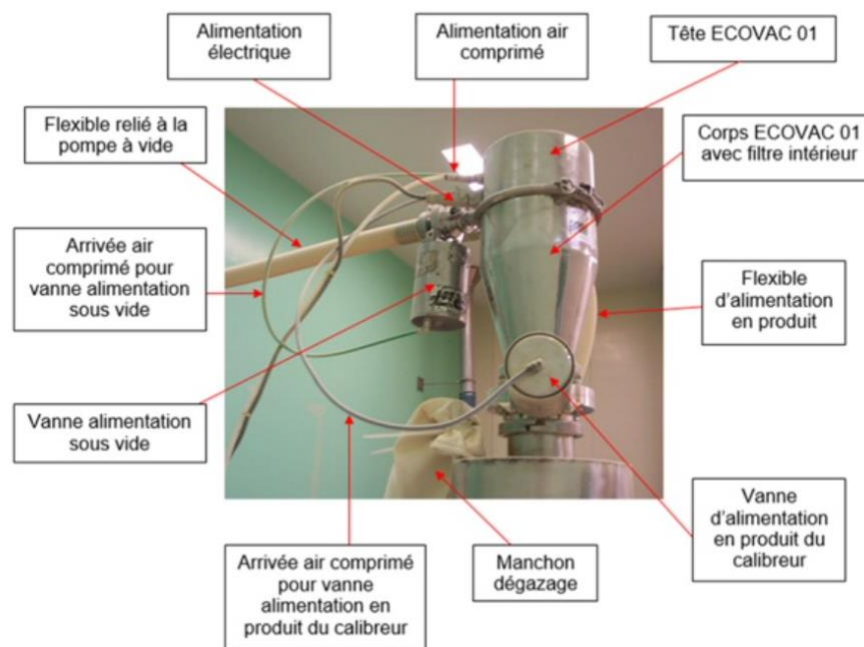


Figure 15 : ECOVAC d'une presse FETTE

II.2.3.3. Le sabot de remplissage

Le sabot de remplissage permet d'alimenter la machine, au niveau des matrices. La vitesse de rotation des hélices du fill-o-matic permet d'obtenir un volume de poudre constant dans la matrice afin d'avoir un poids de comprimé constant.

Quand la machine est en route, la poudre arrive dans la trémie, puis au niveau du sabot de remplissage. L'hélice se met à tourner et remplit les matrices.

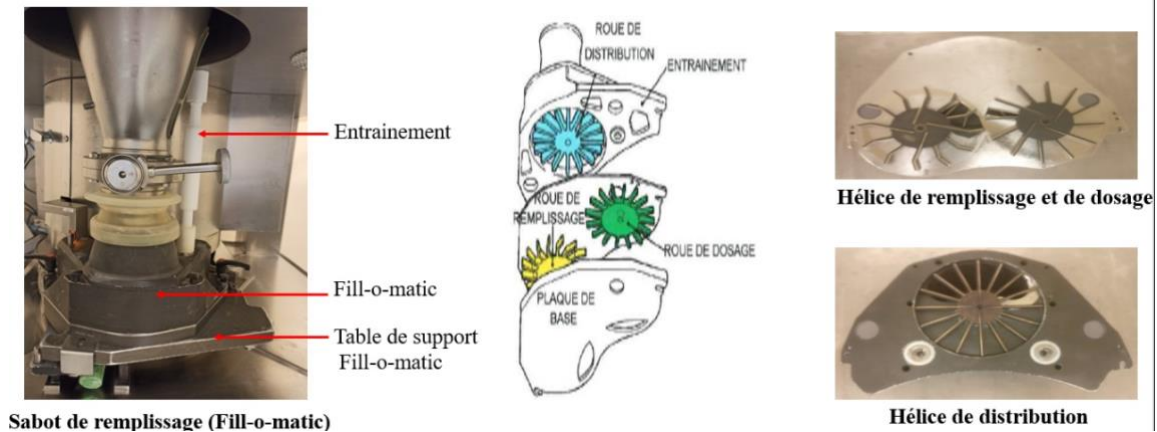


Figure 16 : Le Sabot de remplissage

II.2.3.4. Le racleur, la pièce de recouvrement, la cuillère de recyclage et le récupérateur de poudre

Le **racleur** (araseur) transporte la poudre en surplus sur la tourelle vers le récupérateur de poudre de poudre.

La **cuillère de recyclage** va permettre de recycler le produit de la gorge d'accumulation vers le fill-o-matic.

La **pièce de recouvrement** des matrices évite au produit d'être expulsé par la force centrifuge avant la pré-compression.



Figure 17 : Le racleur, la pièce de recouvrement, la cuillère de recyclage et le récupérateur de poudre

II.2.3.5. La tourelle

La tourelle est la partie centrale de la machine à comprimer, sur laquelle sont positionnés les poinçons supérieurs, les poinçons inférieurs et les matrices.

Les poinçons sont guidés dans leur parcours par les cames de guidages, inférieures et supérieures.

La tourelle peut être changée au besoin en fonction de la taille des comprimés que l'on veut produire.

Il y a 3 types :

- 29 stations pour les FETTE 2090
- 43 stations pour les FETTE 2100
- 33 stations sur les tourelles segmentées (3 segments) pour FETTE 2200i

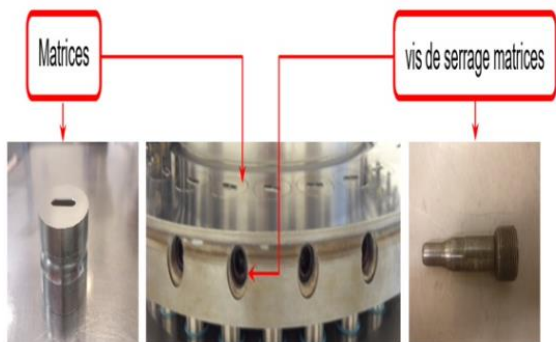


Figure 18 : La tourelle à matrices

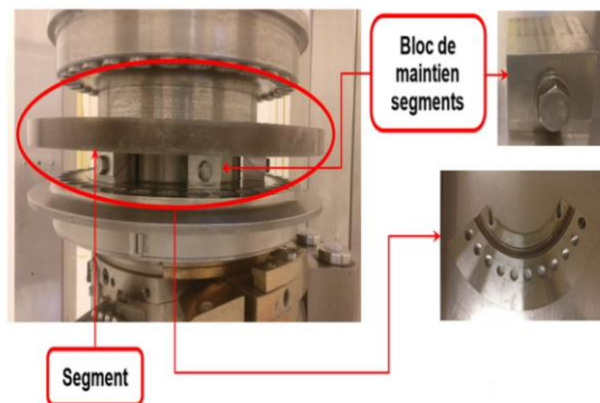


Figure 19 : La tourelle à segments

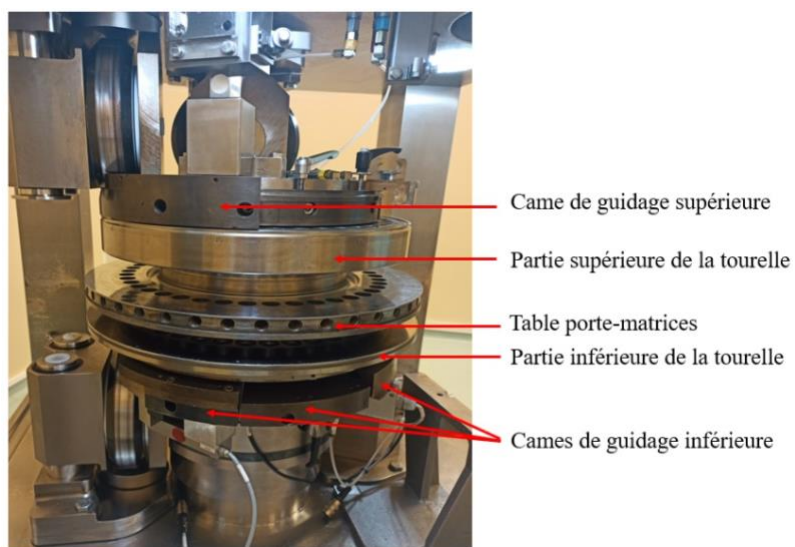


Figure 20 : La tourelle

II.2.3.6. Les poinçons et matrices

Les matrices sont disposées dans les logements de la tourelle, elles vont recevoir la poudre à comprimer. Leur forme va définir la taille du comprimé.

Les poinçons sont disposés sur la partie supérieure et inférieure de la tourelle. Ils vont permettre en coulissant dans la matrice de comprimer la poudre. Les poinçons sont

lubrifiés régulièrement dans leur logement avec de l'huile à usage alimentaire pour limiter les frottements.

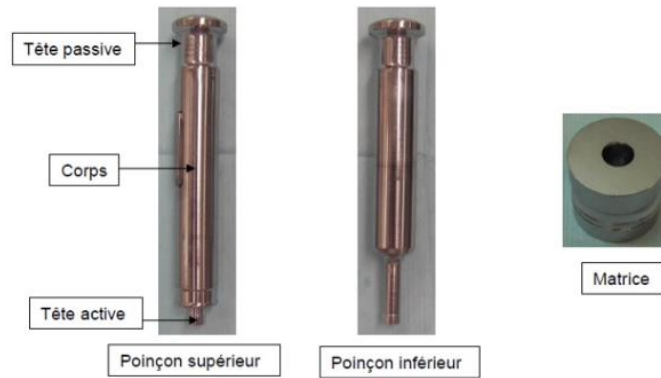


Figure 21 : Poinçons et matrices

II.2.3.7. La came de remplissage et poste de dosage

La came de remplissage permet la descente du poinçon inférieur pour créer un volume défini de poudre dans la matrice.

Le poste de dosage élimine l'excédent de poudre acheminée dans les matrices, par la came de remplissage située en amont. Il permet d'ajuster le volume de poudre pour obtenir un comprimé avec le poids voulu.

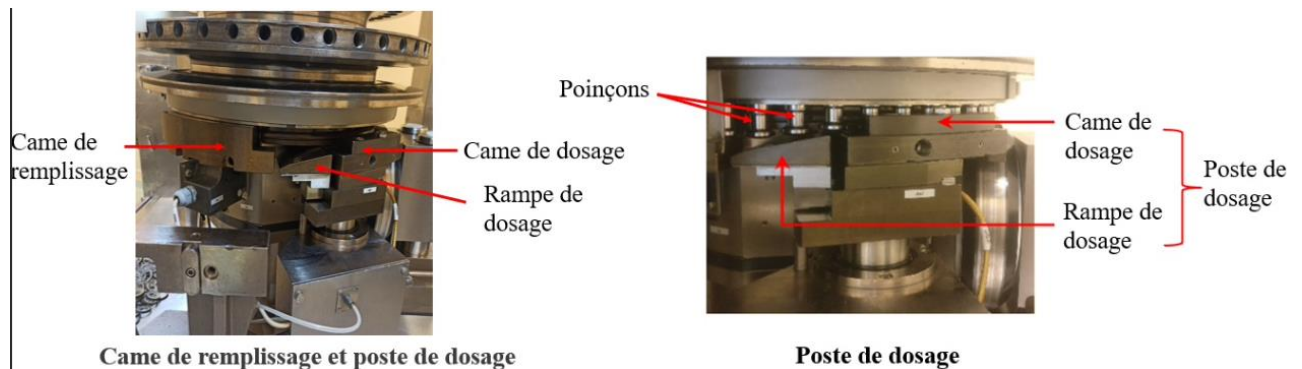


Figure 22 : Cames de remplissage et poste de dosage

II.2.3.8. Postes de pré-compression et de compression

Les postes de pré-compression et de compression sont équipés de moteurs commandés par le pupitre de commande de la machine à comprimer afin de pouvoir régler les forces de pré-compression et compression. Les forces sont mesurées par des jauges de contrainte.

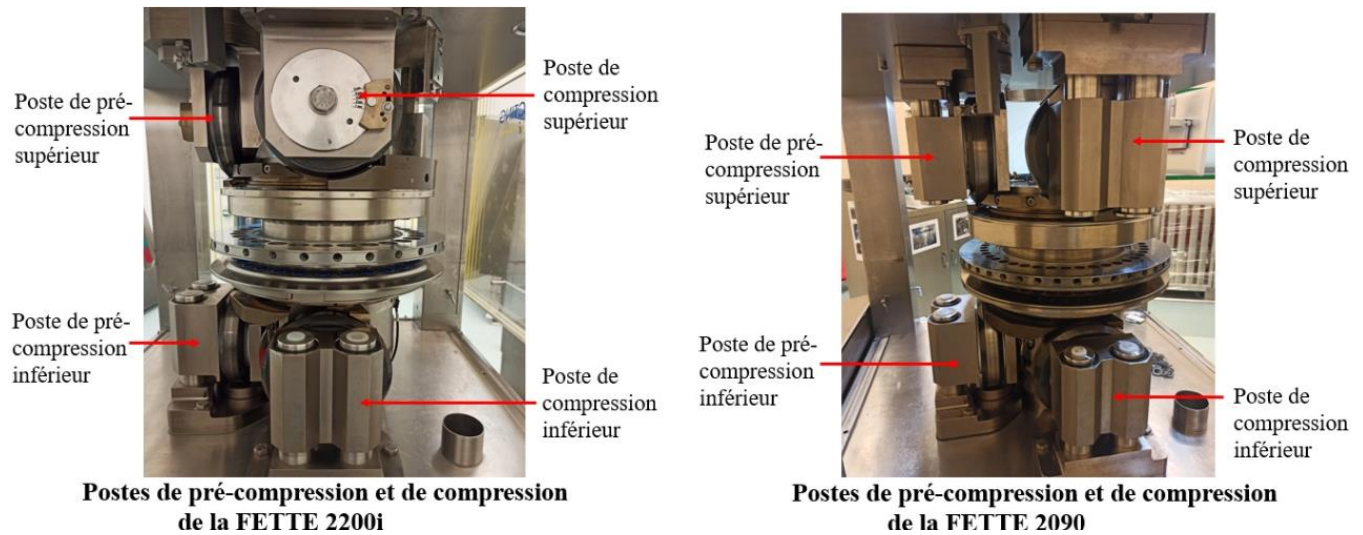


Figure 23 : Poste de pré-compression et de compression

II.2.3.9. L'éjecteur

Le poste d'éjection remonte le poinçon inférieur en sortie du poste de compression via la rampe d'éjection. La mesure de la force d'éjection est contrôlée par une jauge de contrainte située en dessous de cette rampe.

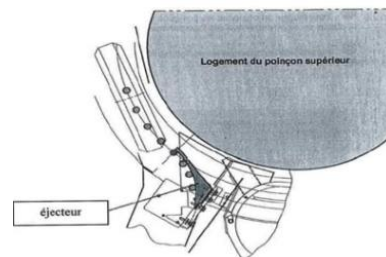


Figure 24 : L'éjecteur

II.2.3.10. Le tri pneumatique

Le tri pneumatique est un système permettant l'éjection des comprimés ne répondant pas aux spécifications fixées dans le dossier de lot (si les forces de compression sortent des limites enregistrées).

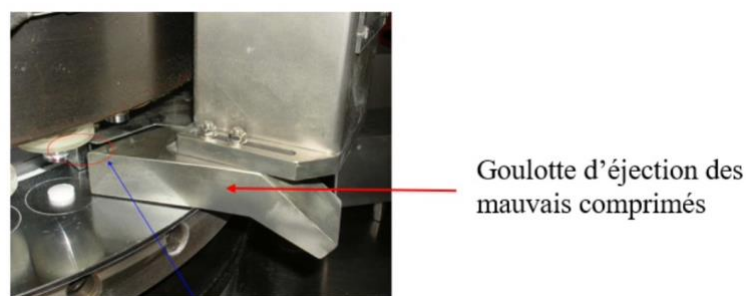


Figure 25 : Goulotte d'éjection

II.2.3.11. La goulotte de sortie

La goulotte de sortie dirige les comprimés dans le canal : « rebut » ou « conforme », suivant les paramètres enregistrés.

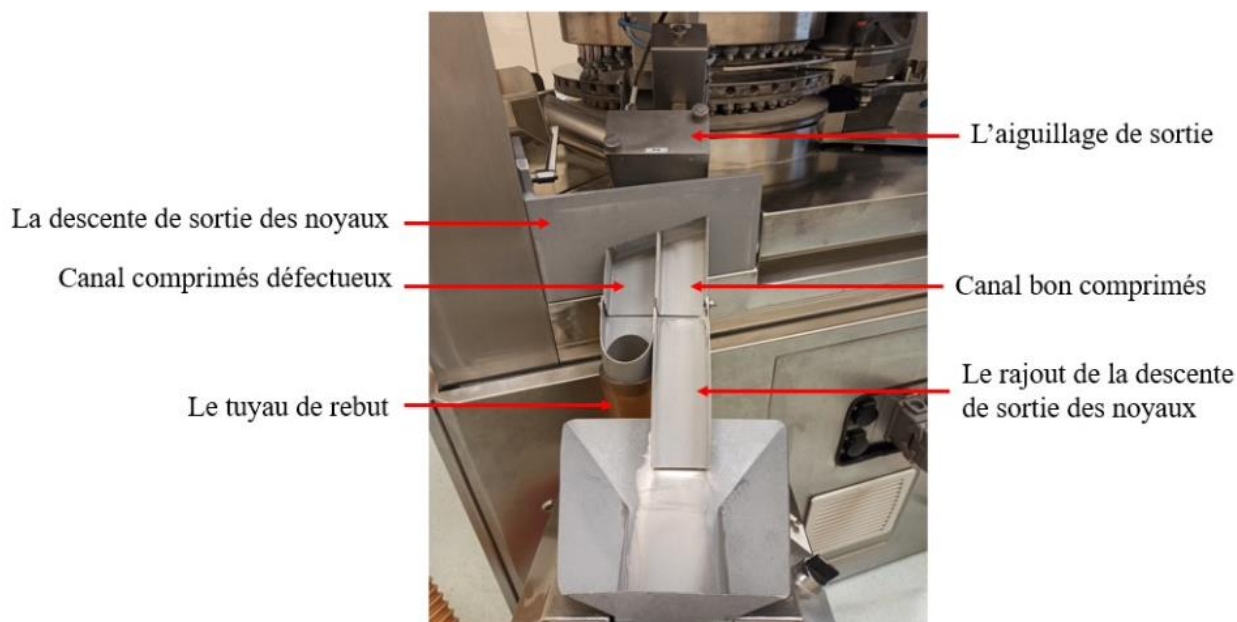
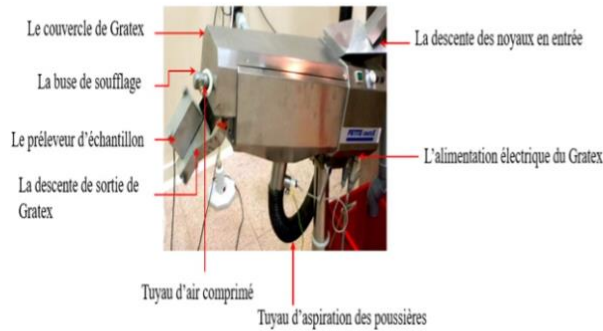


Figure 26 : Goulotte de sortie

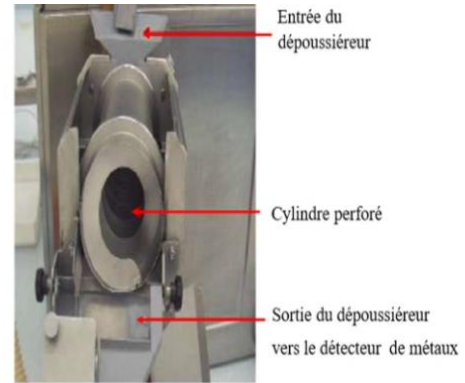
II.2.3.12. Dépoussiéreur Gratex

En sortie de la presse, il existe des outillages qui aident à la bonne qualité des comprimés.

Le Gratex permet d'éliminer la poussière située à la surface des comprimés. Les comprimés passent dans un cylindre perforé muni d'une vis sans fin, auquel est relié une aspiration. La poussière est aspirée par le dessous du Gratex grâce au système d'aspiration de la machine à comprimer. Cette poussière peut par la suite poser des problèmes sur les étapes suivantes du process (ex : problème d'aspect au pelliculage, encrassement des lignes de conditionnement ...).



Dépoussiéreur Gratex vue de l'extérieur



Dépoussiéreur Gratex vue à l'intérieur

Figure 27 : Le gratex

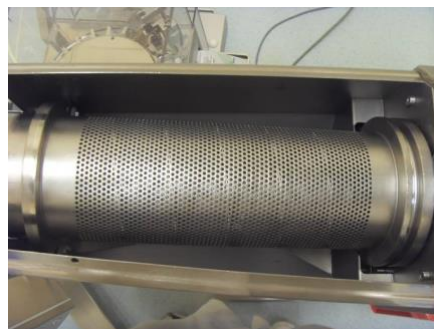


Figure 28 : L'intérieur du gratex

II.2.3.13. Le détecteur de métaux

A la suite du Gratex, il y a le détecteur de métaux. Il permet d'éjecter les comprimés présentant des particules métalliques (ferreux, non ferreux et inox) créées lors du procédé de fabrication. Le principe de fonctionnement est basé sur le magnétisme et la conductivité électrique des métaux. Si le corps étranger métallique passe dans le champ magnétique du détecteur de métaux, l'alarme de ce dernier s'enclenchera. Au-delà de ce point, la règle générale consiste à calibrer le détecteur par rapport à de possibles corps étrangers qui interviennent durant le processus de fabrication. Pour ce faire, nous avons recours à des pastilles de contrôle composées des matières correspondantes comme par exemple l'acier, les métaux non ferreux. Ces détections sont réalisées en début de lot, fin de lot, prise de poste, déplacement du détecteur ou intervention sur l'appareil et si la sensibilité ou un réglage est effectué en cours de production.



Figure 29 : Detecteur de métaux

II.2.4. Description du démontage – nettoyage

II.2.4.1. Définition

Deux grands types de nettoyage sont définis pour les ateliers et équipements de fabrication en fonction du déroulement des fabrications : nettoyage partiel et nettoyage complet.

Définition de nettoyage : action de séparer et d'éliminer des souillures généralement invisibles sur une surface, souillures pouvant être d'origine chimique, microbiologique ou encore particulaire.

II.2.4.2. Différence entre nettoyage partiel et nettoyage complet

Un **nettoyage partiel** s'effectue :

- Entre deux produits ayant le même code article (= même dénomination, même client, même source de principe actif).
- Après un nombre défini de sous-lots pour la fabrication de certains produits difficiles à nettoyer. La fréquence est alors définie dans les procédures de nettoyage spécifique à chaque équipement.
- Dans le cas d'une campagne importante d'un même produit selon une séquence prédéfinie.
- Après une intervention de maintenance, selon l'intervention menée.

Un **nettoyage complet** s'effectue :

- Si les produits ont une dénomination différente.
- Après une anomalie de fabrication (matière ou matériel), sur demande d'un responsable et/ou de l'assurance qualité.
- Dans le cas d'une campagne importante d'un même produit selon une séquence prédéfinie.
- Après une intervention de maintenance, selon l'intervention menée.

II.2.4.3. Le démontage – nettoyage

Pour réaliser le démontage des pièces, le personnel de fabrication doit appliquer les règles décrites dans une procédure interne à l'entreprise. Il doit également respecter les précautions particulières relatives à l'hygiène et à la sécurité au poste de travail, telles que le port de lunettes de sécurités, de gants et de masque.

Lors d'un démontage et d'un nettoyage complet, tous les documents, contenants et matériels mobiles utilisés pour le produit précédent sont retirés de la salle. La salle est identifiée avec sa fiche de nettoyage. On commence au préalable par un dépoussiérage de la presse et par aspirer les équipements, les petits matériels et l'ensemble de l'atelier à l'aide d'un aspirateur.

II.2.4.3.1. Le démontage – nettoyage des pièces volumineuses

Au cours du démontage, les pièces sont retirées petit à petit selon les modes opératoires spécifiques de chaque équipement. Certaines pièces, les plus volumineuses et les moins fragiles, sont mises dans une cage palette (*figure 29*) et seront par la suite envoyées en laverie pour y être nettoyées par un laveur.

Dans la cage palette, on trouve :

- La trémie Ecovac
- La trémie d'alimentation
- La jonction trémie/Ecovac
- Les carters horizontaux et carters verticaux
- Les carters supérieurs entourant la tourelle
- Les pièces mobiles : colliers, tubes, raccords, cerclages, claps, descentes ...

- Les joints des portes/carters, des vannes
- Le corps du gratex ainsi que la vis sans fin
- Le tuyau de transfert et d'aspiration
- La goulotte d'aspiration autour de la tourelle
- Le corps de l'aspirateur

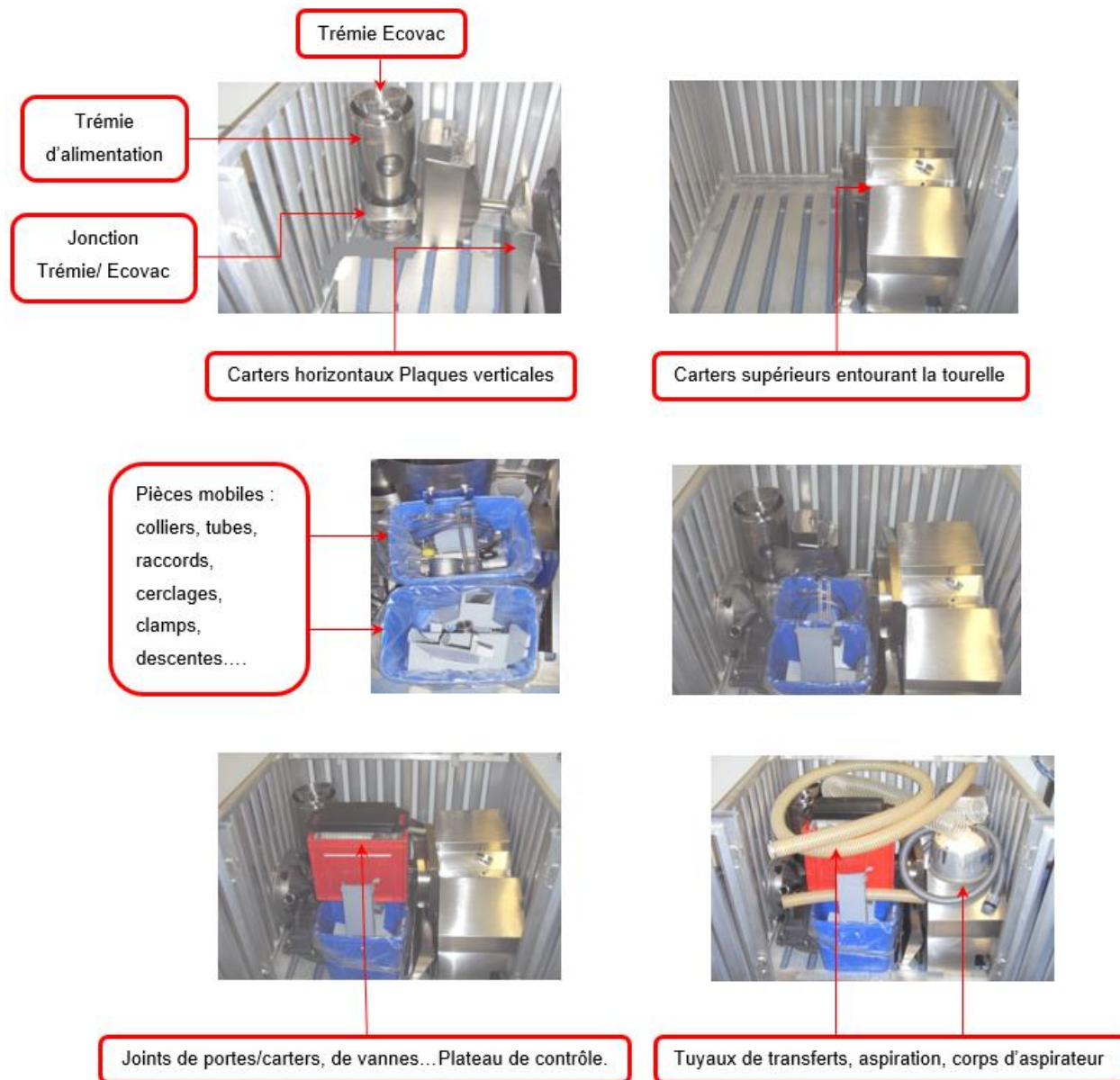


Figure 30 : Photo de l'organisation du rangement dans la cage palette

Pour le nettoyage en laverie, c'est d'abord lavé au Cleaning In Place (CIP), rincé à l'eau chaude, puis à l'eau distillée. Ça sera séché par la suite. S'il reste des traces, c'est nettoyé à l'éthanol avec un chiffon bleu non pelucheux.

II.2.4.3.2. Le démontage – nettoyage des pièces fragiles

Pour les pièces plus fragiles, notamment les pièces électriques, elles seront nettoyées dans la salle de fabrication par l'opérateur. Elles sont nettoyées à l'éthanol puis séchées avec un chiffon bleu non pelucheux. Elles seront par la suite déposées sur un plateau sur l'armoire présente dans la salle (*figure 30*).

Sur le plateau, il y a :

- La lampe
- La tête de l'Ecovac
- La vanne Ecovac
- La vanne de la trémie d'alimentation
- L'araseur
- Le bras de liaison du fill-o-matic ainsi que le fill-o-matic
- La cellule de détection de présence du fill-o-matic
- La came de maintien des poinçons supérieurs
- La came d'éjection et de remplissage
- Le récupérateur de poudre
- L'aiguillage de sortie
- Le support d'éjection



Figure 31 : Photo du plateau avec les pièces électriques

Une fois les pièces électriques nettoyées, elles sont filmées sur l'armoire présente dans la salle de compression pour éviter toutes contaminations.



Figure 32 : Photo de l'armoire avec le plateau et les pièces électriques

II.2.4.3.3. Démontage – nettoyage des équipements annexes

Pour le nettoyage des équipements annexes aux presses, tels que le gratex et le détecteur de métaux, une partie est nettoyée sur place une autre est mise dans la cage palette pour être nettoyée en laverie, comme indiqué précédemment. Puis, ces outillages sont filmés et mis dans le couloir pour faire de la place et pour pouvoir nettoyer les murs et le sol.

II.2.4.3.4. Démontage – nettoyage de la presse

Dans la salle de compression sont aussi nettoyés les carters inférieurs et la table du fill-o-matic est nettoyée par l'opérateur en laverie.

Il faut ensuite nettoyer la partie haute et le dessus de la machine. Nettoyer les logements des poinçons supérieurs et la partie supérieure de la tourelle. Nettoyer les logements des poinçons inférieurs et logements des matrices. Nettoyer le plafond (trimestriel), les murs et le sol.

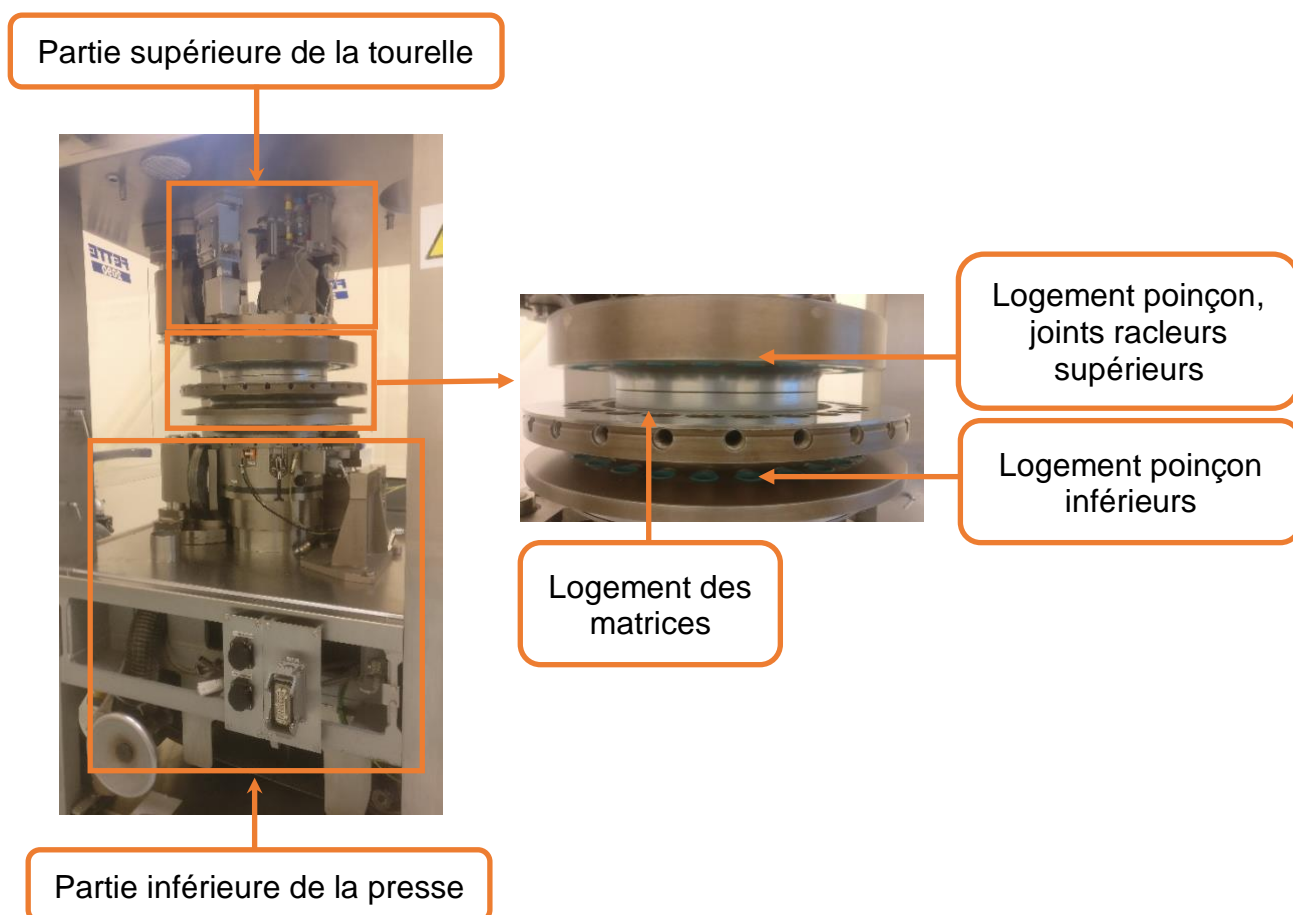


Figure 33 : Indications sur la presse

II.2.4.3.5. Démontage – nettoyage des poinçons et matrices

Les poinçons et les matrices sont nettoyés par une personne qualifiée, dans une salle spéciale. Ils sont nettoyés aux ultrasons, puis il y a un lavage avec détergent, un rinçage à l'eau brute, un rinçage à l'eau purifiée, un séchage. Les poinçons sont ensuite stockés dans une salle dédiée.



Figure 34 : Salle de stockage des poinçons

II.2.4.3.6. Matériel de nettoyage

Tout le matériel nécessaire au nettoyage se trouve dans différentes salles en zone de fabrication. Pour le nettoyage, il faut ; des gants, un masque, des chiffons bleus non pelucheux, de l'éthanol avec une pissette, des goupillons, la desserte d'outils de compression, des bacs en inox et un rouleau de film.

II.2.5. Description du remontage

Pour réaliser le remontage des pièces, le personnel de fabrication doit appliquer les règles décrites dans une procédure interne à l'entreprise. Il doit également respecter les précautions particulières relatives à l'hygiène et à la sécurité au poste de travail, telles que le port de gants et de masque.

Lors du remontage, l'opérateur doit aller chercher les différentes pièces nécessaires, telles que le filtre, les matrices, les poinçons et la cage palette qui se trouve dans différentes salles en zone de fabrication. Certains outillages se trouvent déjà dans la salle ou devant la salle de compression.

Pour s'aider lors de cette étape, les opérateurs ont des formulaires qui leur indiquent l'ordre à utiliser. Ce formulaire doit être rempli après chaque étape.

III. La résolution du problème à l'aide de la méthode DMAIC

L'objectif principale de la mise en place de la méthode SMED au sein de l'entreprise est de réduire le temps de démontage, nettoyage et remontage.

Pour rappel, dans le cadre de ce projet SMED, l'étape de réglage n'a pas été prise en compte car il a été décidé en amont d'en faire un sujet d'amélioration continue à part.

S'agissant d'un projet d'amélioration continue, une méthode DMAIC a dû être suivie, selon les trames internes à l'entreprise. Ce modèle de résolution de problèmes vise à améliorer les processus au sein d'une organisation.

III.1. Définir

Plusieurs outils aident à définir le périmètre du projet tels que la charte de projet et la méthode SMART (Spécifique, Mesurable, Atteignable, Réaliste, Temporisée).

La charte de projet est élaborée par le pilote du projet. Pour ce projet SMED, je suis le pilote avec un Agent de Maitrise (AM) de fabrication. Cet outil permet de mettre par écrit ce qui sera demandé à l'équipe de travail et de clarifier les différents points du projet, tels que :

- La justification du projet, les objectifs, la définition ;
- L'équipe projet et ses membres ;
- Le planning du projet ;
- Les aspects financiers du projet, les gains escomptés, les moyens appropriés et les dépenses.

La charte projet équivaut à un engagement auprès du sponsor qui est représenté par mon supérieur, mais aussi vis-à-vis du responsable du service fabrication et de l'entreprise en termes de ressources sur les objectifs à atteindre.

SUJET : Projet SMED : changement de format / Nettoyage compression					
DEFINIR					
Le problème	Perte de temps pendant les changements de format, nettoyage et compression				
Les besoins	Déterminer comment optimiser le temps de changement de format, nettoyage et compression				
L'indicateur du projet	Temps				
L'objectif à atteindre	Optimiser le temps de démontage, nettoyage et remontage pour gagner 2h et que tout se fasse en moins de 2 postes, soit en 12 heures				
Le périmètre du projet	Secteur fabrication : presses 2090, 2100 et 2200				
L'investissement nécessaire	Ressources Temps opérateurs : 30 heures = Temps pilote : 500 heures =				
	Matériel Coût des vis : Coût des outils : pour une salle : pour 5 salles Coût lampe LED : pour une salle 1 pour 5 salles				
Le gain estimé	2,66 heures sur le temps de démontage, nettoyage et remontage En 2021 : 115 Nett complet en compression avec une moyenne de 14,96h soit au total = 1720h				
ROI (Retour sur Investissement)	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Investissement total du Gain estimé sur 1an</td> <td>16775</td> <td>ROI (en nombre d'années)</td> <td>1,6</td> </tr> </table>	Investissement total du Gain estimé sur 1an	16775	ROI (en nombre d'années)	1,6
Investissement total du Gain estimé sur 1an	16775	ROI (en nombre d'années)	1,6		
Le pilote du projet	Léa NICOLAÏ,				
Le groupe de travail défini	Garant/Sponsor				
	Consultant(s)				
	Membre(s)				
Date de démarrage du projet	janv-22				
Date de fin du projet (objectif)	août-22				

Figure 35 : Phase définir

On sait qu'en tant que CDMO, les démontages, nettoyages et remontages sont fréquents. Il faut déterminer comment optimiser ces temps pour être le plus performant et réduire au maximum ces temps de non-productivité, ces Mudas.

L'indicateur principal de ce projet est le temps.

L'objectif retenu est d'optimiser les temps lors de ces étapes. Aujourd'hui, le temps standard de démontage, nettoyage et remontage est de 2 postes, soit 14,66 heures.

L'objectif est de le réduire à 12 heures.

Le périmètre du projet est le secteur de la fabrication avec les différentes presses notamment les FETTE 2090, FETTE 2100 et FETTE 2200. Mais durant cette période, la FETTE 2100 n'a pas été utilisée.

Il y aura un investissement qui sera fait pour des vis et des outils.

Le gain estimé est de 2,66 heures sur le temps de démontage, nettoyage et remontage. En 2021, il y a eu 115 nettoyages complets en compression avec une moyenne de 14,96 heures soit au total 1 720 heures. Si le gain est de 2,66 heures, sur 115 nettoyages cela représente 1 415 heures soit un gain de 305 heures. Cela représente un gain important de main-d'œuvre (MO) et de machine (MA).

Le retour sur investissement (ROI) est de 1,6 an.

Les membres actifs du projet sont l'AM, les opérateurs et moi-même. Le délai pour ce projet est estimé à 7 mois environ.

Une fois que l'on a défini les objectifs et le problème, on peut passer à l'étape « mesurer ».

III.2. Mesurer

Cette étape consiste à chronométrer les opérateurs sur les étapes de démontage, nettoyage et remontage. Cela permet d'analyser les actions et les temps.

J'ai identifié toutes les opérations du changement de format et je les ai mesurés, ce qui constitue la **phase 1 du SMED**. Il existe des formulaires qui permettent aux opérateurs de donner un fil conducteur à leurs actions et de ne pas oublier d'étapes. (voir annexe 1 et 2). Je me suis aidée de ces formulaires pour établir la liste des différentes actions à réaliser et j'ai chronométré ces actions en suivant le travail des opérateurs. Dans mon tableau j'ai ajouté une colonne pour le temps et une colonne pour les commentaires. Je n'ai volontairement pas numéroté les actions pour voir si certains utilisaient un autre ordre (voir annexe 3). Malgré l'ordre défini dans le formulaire existant, chaque opérateur a une façon différente de procéder. Il est intéressant de noter l'ordre des actions qu'ils entreprennent pour pouvoir les comparer par la suite et trouver le meilleur enchaînement possible.

J'ai observé deux démontages, nettoyages par presses différentes. En moyenne, pour les démontages et nettoyages :

- Pour la presse 2200, les opérateurs mettent 7,70 heures.
- Pour les presses 2090, les opérateurs mettent 8,85 heures.

J'ai observé deux remontages par presses et par salles différentes. En moyenne, pour le remontage :

- Pour la presse 2200, les opérateurs mettent 5,41 heures.
- Pour les presses 2090, les opérateurs mettent 4,06 heures.

Lors de ce chronométrage j'ai également pris les temps de non-productivité c'est-à-dire les temps non spécifiés dans ces formulaires tels que le temps qu'ils mettent pour trouver un outil, aller chercher une pièce qui se trouve en dehors de la salle de compression ou encore les temps nécessaires pour appeler la maintenance pour faire

des réglages nécessaires (voir annexe 4). En moyenne, les opérateurs perdent entre 5 et 20 minutes.

Durant cette étape, j'ai également été à l'écoute de leurs attentes car c'est avant tout les premiers concernés. Certains m'ont fait part du manque d'outils et d'un mauvais enchaînement des actions sur les formulaires. La procédure manque également de précisions, notamment sur le nettoyage de certaines pièces.

Il est important de noter que les temps de démontage et nettoyage sont variables à cause de la diversité des produits ou encore la proximité ou l'éloignement avec les salles de stockage.

III.3. Analyser

Après avoir observé en moyenne deux fois chaque presse avec des opérateurs différents, j'ai calculé des temps moyens et j'ai catégorisé les actions où les opérateurs étaient les moins efficaces.

Les actions retenues pour le démontage et nettoyage sont :

- La préparation du matériel,
- Le démontage de certaines pièces qui présentent des vis différentes,
- Des actions qui sont réalisées plusieurs fois telles que le nettoyage minutieux des poinçons et des matrices,
- Le nettoyage difficile de certains endroits de la presse qui sont produit-dépendant,
- L'enchaînement de certaines actions sur les formulaires,
- Les allers-retours inutiles.

Les actions retenues pour le remontage sont :

- Le remontage de certaines pièces dues à la présence de différentes vis,
- Le remontage de certaines pièces défailtantes,
- Le remontage difficile de certaines pièces,
- Les allers-retours inutiles.

III.3.1. Plan d'action

Pour le démontage et nettoyage, une réorganisation des salles de stockage peut être réalisée. Ce qui faciliterait la préparation du matériel et cela éviterait les allers-retours inutiles. Un inventaire des vis peut être réalisé, ainsi que la révision de la procédure liée au démontage et nettoyage.

Pour le remontage, la réorganisation des salles de stockage sera également bénéfique ainsi que l'inventaire des vis.

III.4. Innover

Lors de cette étape, les actions internes et externes ont été catégorisées, cela correspond à la **partie 2 du SMED**.

Les actions internes correspondent à celles réalisées dans la salle de compression. Les actions externes correspondent à celles réalisées en dehors de la salle de compression.

Le but du SMED est de réaliser le plus d'actions en externe. J'ai donc catégorisé des actions (voir annexe 5) qui pourraient être faites en externe telles que le nettoyage de certaines pièces en laverie, la préparation du matériel... Cela correspond à la **partie 3 du SMED**.

Plusieurs scénarios ont été proposés pour voir ce qui était réalisable ou non :

- Nettoyage de toutes les pièces électriques en laverie,
- Nettoyage de certaines pièces électriques en laverie,
- Nettoyage de grosses pièces parfois difficiles en laverie : comme les carters inférieurs,
- La réorganisation des salles de stockage,
- ...

Par la suite, une réunion avec les personnes concernées et les responsables a été réalisée pour voir ce qui était faisable.

Les nouvelles pièces ajoutées pour le nettoyage en laverie sont le fill-o-matic, la table du fill-o-matic, les vannes écovac, la vanne de trémie d'alimentation, les cames de maintien, la came d'éjection et la came de remplissage.

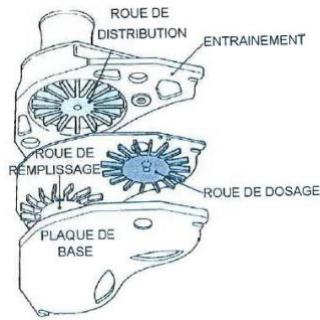


Figure 36 : Fill-o-matic

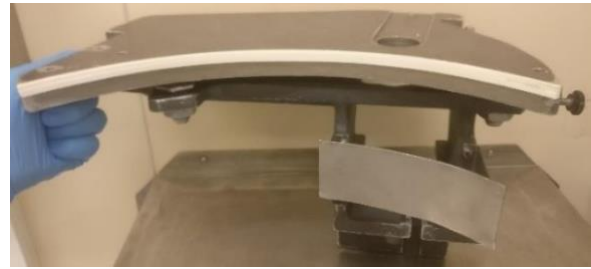


Figure 37 : Table du fill-o-matic



Figure 39 : Vanne de la trémie d'alimentation



Figure 38 : Cames

Avec l'ajout de ces nouvelles pièces en laverie, cela permettra de gagner environ une heure du temps de nettoyage (voir annexe 4).

Toutes ces nouveautés doivent être ajoutées dans la procédure.

III.4.1. Inventaire des vis

Un point sur les différentes vis a été réalisé. Un répertoire des vis existantes et de celles à changer pour éviter la prise de différents outils a été réalisé. En effet, j'ai observé qu'il y avait un gain de temps lorsque les opérateurs utilisent des clés BTR car il y a une meilleure prise en main.



Figure 40 : Clé BTR

J'ai organisé un point avec la maintenance et après avoir fait le tour des presses, une liste des vis à changer a été dressée.

Une réunion avec les personnes concernées a été faite et après concertation, plusieurs vis seront changées. Il y aura aussi l'ajout des molettes sur certaines vis pour pouvoir visser plus vite et ainsi gagner du temps.

La liste des vis à acheter a été approuvée. Certaines vis existantes seront changées pour harmoniser toutes les vis des presses. Un stock des vis a également été demandé auprès de la maintenance pour pouvoir anticiper une éventuelle casse ou une perte de vis.

III.4.2. Inventaire des outils

L'inventaire des vis présentes sur les différentes presses a également permis de faire l'inventaire des différents outils nécessaires au montage et au démontage.

Les opérateurs ont chacun leurs boîtes à outils, mais certaines caisses sont incomplètes. Il a donc fallu trouver un moyen pour que tout le monde ait les outils nécessaires pour travailler.

L'idée de petites caisses à outils dans chaque salle de production avec seulement les outils nécessaires au démontage et remontage des presses a été émise. C'est encore en discussion. Une liste des outils nécessaires a été dressée :

- Clé de 10
- BTR : 3, 4, 5, 6, 8
- Clés plates : 8, 10, 13, 17
- Tournevis plat
- Pince multiprise

III.4.3. Élaboration d'une check-list

Lors de la réalisation de ces actions, j'ai remarqué que les opérateurs faisaient des allers-retours parfois inutiles. Une check-list du matériel nécessaire a alors été réalisée. Elle sera imprimée et plastifiée pour la mettre dans l'armoire présente dans la salle. Avec la feuille plastifiée, on pourra ainsi cocher et effacer les actions facilement. Cette liste servira donc de « pense-bête ».

N°	Matériel nécessaire pour le démontage/nettoyage	
1	Masque	<input type="checkbox"/>
2	Gants	<input type="checkbox"/>
3	1 bidon d'éthanol	<input type="checkbox"/>
4	1 Pissette	<input type="checkbox"/>
5	3 paquets de chiffons bleu	<input type="checkbox"/>
6	1 sac aspirateur	<input type="checkbox"/>
7	1 desserte d'outils compression	<input type="checkbox"/>
8	1 table	<input type="checkbox"/>
9	1 bac inox	<input type="checkbox"/>
10	2 cages palette	<input type="checkbox"/>
11	1 Plateau	<input type="checkbox"/>
12	5 Saches	<input type="checkbox"/>
13	1 rouleau de film	<input type="checkbox"/>

N°	Matériel nécessaire pour le remontage	
1	Masque	<input type="checkbox"/>
2	Gants	<input type="checkbox"/>
3	1 Pissette d'éthanol	<input type="checkbox"/>
4	1 paquet de chiffons bleu	<input type="checkbox"/>
5	1 Table	<input type="checkbox"/>
6	1 Desserte d'outils compression	<input type="checkbox"/>
7	1 Coupelle pour l'huile	<input type="checkbox"/>
8	1 bidon d'huile	<input type="checkbox"/>
9	Poinçons	<input type="checkbox"/>
10	1 Came de remplissage	<input type="checkbox"/>
11	Coupelles	<input type="checkbox"/>
12	Fluor glass	<input type="checkbox"/>
13	2 Feutrines	<input type="checkbox"/>

Figure 41 : Exemple de check-list pour le nécessaire de démontage/nettoyage et de remontage

III.4.4. Réorganisation des salles de stockages

Lors du chronométrage, j'ai pu observer que les opérateurs perdaient du temps à aller chercher le matériel nécessaire. La check-list réalisée ci-dessus sert à ne pas oublier de matériel, mais il y a tout de même des allers-retours inutiles. En effet, le matériel est stocké dans 2 salles différentes dans la zone de fabrication, la salle 118 et la salle 126. L'objectif ici est de réorganiser des salles de stockage et les flux en fabrication pour instaurer des espaces de travail efficaces dans le but de centrer tous les éléments nécessaires à ces actions et ainsi limiter les temps perdus.

Après analyse des flux vers ces deux salles, beaucoup d'allers-retours sont inutiles (voir annexe 6). Une des salles de stockage (salle 126) présentait des outillages pour la compression, la granulation, des casiers et des outils non utilisés. L'autre salle (salle 118) avait également des outillages pour la compression et pour la granulation. Le but est de rassembler le matériel de compression dans une seule salle.

Après avoir proposé aux opérateurs de granulation et de compression si cela ne les perturbait pas dans leur organisation de travail, j'ai proposé des plans pour une nouvelle réorganisation des salles (voir annexe 7).

Après concertation avec les personnes concernées, il a été convenu que les casiers des opérateurs ainsi que les armoires de stockage des Agents de Maîtrise (AM) seraient déplacés en salle 118. De plus, une partie de la salle sera consacrée aux outillages qui ne sont plus ou peu utilisés.

Dans la salle 126, une étagère a été réorganisée et prend moins de place. Des outillages présents sur cette étagère ont été déplacés dans le magasin PSO car cela

s'est avéré être plus pratique pour certaines opérations. Puis, d'autres pièces inutilisées ont été stockées au magasin et en salle 118 qui est moins encombrée. Il y a également la présence de caisses blanches qui sont volumineuses et certaines ne sont pas utilisées. Une demande d'étagère a été faite.

Tous les outillages ont été rangés. Les outils de compression se trouvent maintenant dans la même salle de stockage (salle 126) et la deuxième salle de stockage comprend les casiers des opérateurs, les casiers des AM et les outillages non utilisés. Cette nouvelle organisation a permis de réduire les flux inutiles et ainsi optimiser le temps (voir annexe 6).

Sur chaque étagère, des étiquettes ont été placées pour indiquer aux opérateurs où ranger les outillages.

Une sensibilisation auprès des opérateurs a été faite pour leur indiquer les nouveaux emplacements des outils et la nécessité de les ranger à leur place.

Cette étape constitue la partie **5 du SMED**.

III.4.5. Modification des procédures et formulaires

L'ordre des actions des formulaires de démontage et de remontage a été modifié en essayant de voir si l'enchaînement était cohérent et en étant vigilant à la répétition des actions inutiles. Par exemple, le formulaire précédant présentait certaines incohérences telles que le démontage de pièces qui étaient en haut de la presse, puis en bas et de nouveau en haut. Ou encore, le démontage d'une pièce alors qu'il faut démonter une autre pièce avant pour pouvoir l'enlever.

Il a fallu également revoir la procédure associée aux formulaires et ajouter certaines actions qui n'étaient pas précisées, telles que le nettoyage des vitres de la presse. Il y a également des pièces qui sont nettoyées plusieurs fois telles que les poinçons et les matrices. Une mise au point sur leurs nettoyages a été faite. Cela a été inscrit dans la procédure et une sensibilisation auprès des opérateurs et de la personne qui les nettoie a été faite.

Le formulaire présente des numéros qui coïncident avec les numéros présents dans la procédure, donc il faut les modifier pour que cela coïncide.

Le formulaire sert à se souvenir des actions à entreprendre tandis que dans la procédure, l'action à entreprendre est détaillée.

Par la suite, une nouvelle formation auprès des opérateurs sera faite pour qu'ils prennent connaissance des nouveautés présentes dans la procédure et dans le formulaire. Cela constitue la partie **4 du SMED**.

III.5. Contrôler

Après la mise en place des nouvelles actions, un chronométrage de ces actions peut être mis en place pour voir si ces changements sont bénéfiques.

Ensuite, il est important de bien contrôler les nouvelles actions qui ont été mises en place, car dans de nombreux cas, une durée excessive de démontage, nettoyage et remontage peut être due au manque de formation ou à l'entraînement insuffisant du personnel. Ce point est donc prioritaire. Il faut refaire une formation aux opérateurs et leur indiquer les changements.

Un contrôle des vis devra être réalisé régulièrement pour voir s'il n'y a pas eu de changement avec une mauvaise vis, ce qui pourrait entraîner à nouveau une perte de temps.

Une analyse des nouveaux indicateurs sera effectuée après un an pour voir si cela a été bénéfique ou non.

Une fois le projet clôturé, un bilan sera réalisé reprenant les solutions mises en place, les coûts réellement déployés, les gains perçus ou réévalués et comparer avec les prévisions déclarées dans l'étape « Définir ».

V. Résultats

Les résultats potentiels des actions SMED sont :

1. Augmentation de la capacité à produire
2. Réduction des erreurs liées à de mauvais réglages
3. Augmentation de la flexibilité
4. Réduction des coûts
5. Amélioration de la sécurité
6. Meilleure productivité et rentabilité
7. Diminution des délais
8. Diminution des en-cours
9. Augmentation de la motivation
10. Amélioration de la qualité

Ici, nous avons réalisé plusieurs actions pour essayer d'optimiser au mieux le temps de démontage, nettoyage et remontage des presses.

IV.1 Actions mises en place

Parmi les actions mises en place, il y a eu :

- Externalisation des pièces à nettoyer en laverie et la création d'une nouvelle procédure sur le nettoyage des pièces en laverie et des nouvelles pièces à nettoyer.
 - Le nettoyage de pièces supplémentaires en laverie a permis d'économiser **une heure** du temps sur le démontage et nettoyage.
- L'harmonisation des vis.
 - L'harmonisation des vis a permis d'économiser **trente minutes** sur le temps de démontage.
- L'inventaire des outils utilisés et la demande d'achat de nouveaux outils.
- L'élaboration d'une check-list pour les aider dans leurs actions.
- La réorganisation et le rangement de deux salles de stockage.
 - Permis d'optimiser les flux : on a un gain de temps car tout est regroupé dans la même salle. Le gain est estimé à **10 minutes** environ.

- La mise à jour des procédures et des formulaires.
 - Le nouveau formulaire utilisé pour le démontage, nettoyage et remontage permet aux nouveaux arrivants et aux anciens de suivre le déroulé des actions plus facilement. De plus, il présente les nouvelles actions à effectuer. La modification de ce formulaire a également engendré la mise à jour de la procédure associée.

IV.2. Action qu'il reste à faire

Ce qu'il reste à faire :

- Faire la demande auprès de la direction pour la petite caisse à outils dans chaque salle de compression
- Installer la check-list du matériel nécessaire au démontage, nettoyage et remontage dans chaque armoire dans les salles de compression
- Rechronométrer toutes les actions sur les différentes presses pour voir si le temps gagné est maintenu
- Réorganiser la laverie pour y installer une table pour le nettoyage des nouvelles pièces à l'éthanol
- Rédaction de procédures : pour le nettoyage en laverie et une autre spécifique aux nouvelles pièces à nettoyer
- Rédaction d'annexes à la procédure de nettoyage pour indiquer les produits et les outils utilisés pour le nettoyage
- Faire le bilan du projet

CONCLUSION

Toutes ces actions vont permettre de gagner environ **2 heures** sur le démontage, nettoyage et remontage. Pour rappel, l'objectif était d'optimiser les temps lors de ces étapes. Aujourd'hui, le temps standard de démontage, nettoyage et remontage est de 2 postes, soit 14,66 heures. L'objectif est de le réduire à 12 heures. On ne peut pas conclure sur la validation de l'objectif, car certaines actions n'ont pas encore été réalisées et les délais ne sont pas tenus. Il faut attendre la fin des actions qu'il reste à faire et le bilan final pour conclure à la validation du projet, mais c'est en bonne voie.

En décomposant le processus de résolution de problème en cinq étapes distinctes, la méthode DMAIC permet une approche méthodique et rigoureuse qui conduit à des résultats tangibles. En combinant rigueur analytique, approche factuelle et collaboration d'équipe, la méthode DMAIC offre un cadre solide pour résoudre les problèmes de manière efficace et durable dans divers contextes industriels et organisationnels. Elle favorise également une culture d'amélioration continue en encourageant l'identification active des problèmes et la mise en œuvre de solutions innovantes. En conclusion, l'utilisation de la méthode DMAIC constitue un atout précieux pour les organisations cherchant à optimiser leurs processus et à atteindre l'excellence opérationnelle.

En ce qui concerne la méthode SMED, elle représente un investissement stratégique pour les entreprises cherchant à optimiser leurs opérations de production, à réduire les coûts et à renforcer leur compétitivité sur le marché mondial. Son adoption permet non seulement d'améliorer les performances à court terme, mais aussi de jeter les bases d'une croissance durable et rentable à long terme.

Le Lean a connu un tel triomphe qu'il s'est adapté à diverses industries et secteurs de services. Initialement adopté par les constructeurs automobiles sous le nom de Lean manufacturing, il a progressivement évolué vers le Lean management. Aujourd'hui, son application s'étend bien au-delà du domaine manufacturier, incluant les services, le secteur hospitalier, les technologies de l'information et même les institutions bancaires.

En conclusion, l'utilisation du Lean management en industrie s'est révélée être une stratégie extrêmement efficace pour améliorer la productivité, réduire les gaspillages et accroître la qualité des produits. Son adoption généralisée dans divers secteurs témoigne de sa capacité à transformer les processus de production et à promouvoir une culture d'amélioration continue. En favorisant l'implication de tous les membres de l'organisation et en mettant l'accent sur l'élimination des activités non essentielles, le Lean management offre des avantages tangibles en termes de rentabilité et de satisfaction client. Pour résumer, son utilisation en industrie demeure une approche incontournable pour rester compétitif dans un environnement commercial en constante évolution.

BIBLIOGRAPHIE

1. A3P - Industrie Pharmaceutique & Biotechnologie [Internet]. 2019 [cité 29 janv 2024]. Le 6 Sigma et l'Excellence Opérationnelle. Juste du bon sens? Disponible sur: <https://www.a3p.org/le-6-sigma-et-lexcellence-operationnelle-juste-du-bon-sens/>
2. 2- Le système Gribeauval. [Internet]. [cité 29 janv 2024]. Disponible sur: https://artillerie.asso.fr/basart/article.php3?id_article=1017
3. Chiffres clés de l'histoire du Lean | KMS | Conseiller les fabricants du Kansas en matière de croissance [Internet]. [cité 29 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.wearekms.com/blog/2018/10/19/key-figures-in-the-history-of-lean>
4. Toyota FR [Internet]. [cité 29 janv 2024]. Toyota | L'histoire de Toyota pionnier et leader. Disponible sur: <https://www.toyota.fr/decouvrez-toyota/groupe/histoire>
5. Flauder J. Déploiement du Lean Management dans un atelier de conditionnement et conduite du changement. 2015;
6. Lean, quelle définition? [Internet]. [cité 1 févr 2024]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/les-basiques-du-lean/73-lean->
7. Lean Management : définition, avantage et outils [Internet]. Formation Data Science | DataScientest.com. 2022 [cité 26 janv 2024]. Disponible sur: <https://datascientest.com/definition-et-avantages-du-lean-management>
8. Lean Thinking [Internet]. [cité 5 févr 2024]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/les-basiques-du-lean/55-lean-thinking>
9. Les 7 Gaspillages [Internet]. [cité 5 févr 2024]. Disponible sur: <https://leleanmanufacturing.com/les-7-gaspillages/>
10. Jung J. Application du management visuel, outils du Lean, chez un sous-traitant pharmaceutique en situation difficile.
11. Demetrescoux R. La boîte à outils du lean. 2e éd. Malakoff: Dunod; 2019. (La boîte à outils).
12. Leveugle F. Lean manufacturing et Lean management [Internet]. FL Consultants. 2017 [cité 6 févr 2024]. Disponible sur: <https://flconsultants.fr/lean-manufacturing/lean-manufacturing-lean-management/>
13. Le-lean-change-notre-maniere-de-penser-le-business.pdf [Internet]. [cité 6 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.institut-lean-france.fr/medias/2017/03/Le-lean-change-notre-maniere-de-penser-le-business.pdf>
14. SafetyCulture [Internet]. 2022 [cité 6 févr 2024]. Qu'est-ce que le Heijunka dans le Lean Manufacturing? Disponible sur: <https://safetyculture.com/fr/themes/heijunka/>
15. SafetyCulture [Internet]. 2021 [cité 6 févr 2024]. Kaizen : signification, processus et méthode. Disponible sur: <https://safetyculture.com/fr/themes/kaizen-amelioration-continue/>
16. SafetyCulture [Internet]. 2022 [cité 6 févr 2024]. House of Lean : introduction. Disponible sur: <https://safetyculture.com/fr/themes/house-of-lean/>
17. Jung J. Application du management visuel, outils du Lean, chez un sous-traitant pharmaceutique en situation difficile.
18. Présentation du pilier Juste-à-temps (JAT) du Lean management [Internet]. [cité 9 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.bluelean.fr/blog/outils-lean/le-pilier-jat.html>
19. Presti SL. Sébastien Lo Presti. [cité 9 févr 2024]. Le juste à temps (JAT ou JIT) pilier du Toyota Production System. Disponible sur: <https://www.leanenligne.com/blog/juste-a-temps>
20. Les outils de base | Partie 4 : le JIDOKA | Parlons Lean [Internet]. [cité 9 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.parlonslean.com/les-outils-de-base-partie-4-le-jidoka>

21. La méthode des 5S du Lean Mangement | Toyota [Internet]. [cité 9 févr 2024]. Disponible sur: <https://blog.toyota-forklifts.fr/methode-5s-lean>
22. Leveugle F. TRS (Taux de Rendement Synthétique) [Internet]. FL Consultants. 2017 [cité 10 févr 2024]. Disponible sur: <https://flconsultants.fr/lean-manufacturing/trs-taux-de-rendement-synthetique/>
23. Ordinal [Internet]. [cité 10 févr 2024]. Logiciel TRS - OEE - KPI - Performance industrielle. Disponible sur: <https://www.ordinal.fr/fr/logiciel-mes/analyse-de-la-performance-indicateurs-trs-oeo-kpi>
24. VSM (cartographie des flux) : définition et étapes + Modèle [Internet]. 2022 [cité 10 févr 2024]. Disponible sur: <https://blog-gestion-de-projet.com/vsm/>
25. VSM, la cartographie des flux [Internet]. [cité 10 févr 2024]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/la-boite-a-outils-lean/243-vsm-la-cartographie-des-flux>
26. Criton V. Logistique pour tous.fr. 2013 [cité 10 févr 2024]. La trousse à outils du Lean: La VSM (Value Stream Mapping). Disponible sur: <https://logistique-pour-tous.fr/la-trousse-a-outils-du-lean-110-la-vsm-value-stream-mapping/>
27. PDCA : démarche d'amélioration continue | 9001 Facile ! [Internet]. [cité 10 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.certification-9001.fr/definitions/pdca/>
28. Plan Do Check Act (Méthode PDCA) : savoir utiliser la roue de Deming [Internet]. [cité 10 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.manager-go.com/management-de-la-qualite/dossiers-methodes/pdca-deming-en-pratique>
29. SafetyCulture [Internet]. 2022 [cité 10 févr 2024]. SMED : outil de lean management pour l'industrie. Disponible sur: <https://safetyculture.com/fr/themes/smed/>
30. Leconte T. La pratique du SMED: obtenir des gains importants avec le changement d'outillage rapide. Paris: Eyrolles-Éd. d'Organisation; 2007. (Livres outils).
31. La méthode SMED [Internet]. [cité 10 févr 2024]. Disponible sur: <http://www.qualiteonline.com/dossier-52-la-methode-smed.html#menu>
32. Le guide de la TPM [Internet]. [cité 10 févr 2024]. Disponible sur: <http://livre21.com/LIVREF/F34/F034033.pdf>
33. Les huit piliers de la TPM [Internet]. [cité 10 févr 2024]. 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>
34. Utilisez les principes de la TPM pour responsabiliser vos collaborateurs [Internet]. [cité 10 févr 2024]. Disponible sur: <https://leleanmanufacturing.com/utilisez-les-principes-de-la-tpm-pour-responsabiliser-vos-collaborateurs/>
35. DMAIC [Internet]. [cité 12 févr 2024]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/six-sigma/six-sigma-les-basiques/168-dmaic>
36. Méthodes et outils de résolution de problèmes [Internet]. [cité 12 févr 2024]. Disponible sur: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/six-sigma/les-outils-de-la-qualite/195-methodes-et-outils-de-resolution-de-problemes>
37. Méthode QQQQCP : analyse et résolution des problèmes [Internet]. [cité 10 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.manager-go.com/gestion-de-projet/dossiers-methodes/qqqqcp>
38. SafetyCulture [Internet]. 2022 [cité 12 févr 2024]. Diagramme Ishikawa : comment l'utiliser ? Disponible sur: <https://safetyculture.com/fr/themes/diagramme-dishikawa/>
39. C-QSE. Méthode 5M ou diagramme d'Ishikawa (arête de poisson) [Internet]. Certification QSE. 2017 [cité 12 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.certification-qse.com/methode-5m-ou-diagramme-dishikawa/>
40. Le management visuel : concept et mise en oeuvre [Internet]. [cité 12 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.manager-go.com/gestion-de-projet/dossiers-methodes/management-visuel>

ANNEXES

Annexe 1 : FORMULAIRE DE NETTOYAGE DES PRESSES ET DES EQUIPEMENTS DES MACHINES A COMPRIMER FETTE 2090 et 2200i

FORMULAIRE DE NETTOYAGE DES PRESSES ET DES EQUIPEMENTS DES MACHINES A COMPRIMER FETTE 2090 et 2200i



FORMULAIRE DE NETTOYAGE COMPRESSION SALLE N°..... (1/3)						
Produit précédent le nettoyage		.....			
N° de lot	.....	N° d'Opr	.....		
Date de fin de production :/..../.....		Etat sale valide jusqu'au ^(b) :/..../.....		Visa :		
Date et heure de début nettoyage		..... /..... /..... à H	(b) latence sale +5 jours			
DEMONTAGE ET NETTOYAGE (En rouge les pièces fragiles à laisser et à nettoyer dans la salle) (En bleu les pièces à mettre dans la cage palette pour nettoyer en laverie) * En cas de partiel avec changement de format ne pas envoyer en laverie.			Partiel avec changement de format	Complet	Trimestriel	Visa
1	Sortir les documents du produit du lot précédent. Identifier la salle par la fiche « Vide de ligne ou Nettoyage en cours ».		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Préparer le matériel de nettoyage, une cage palette et un plateau plastique.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Vérifier la validité du nettoyage du tuyau de transfert de poudre et du manchon de dégazage du produit suivant.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Nettoyer et ranger l'armoire.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Démonter et nettoyer le bras liaison du fill-o-matic, le fill-o-matic et les hélices et le récupérateur de poudre.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Nettoyer la Lampe.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Nettoyer le détecteur de métaux.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Démonter et aspirer le corps gratex, la vis sans fin et nettoyer le bloc moteur, le préleveur d'échantillon et les 2 roulettes.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Démonter et aspirer le cône d'adaptation container de poudre, le tuyau de transfert de poudre.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Démonter, aspirer et nettoyer la tête ECOVAC (le cône ecovac, la rehausse, vannes, joints, manchon de dégazage, collier).		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Démonter, aspirer la trémie d'alimentation et nettoyer la vanne.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Démonter et nettoyer l'araseur.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Démonter et nettoyer l'aiguillage de sortie, la descente de sortie des noyaux et le support d'éjection.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Démonter, aspirer la goulotte d'aspiration autour de la tourelle.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Démonter et aspirer les trois carters entourant la tourelle, la cellule de détection de présence fill-o-matic.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Démonter la came de maintien des poinçons supérieurs, les coupelles et les mettre dans une sachet. Démonter les poinçons supérieurs.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Démonter, aspirer et nettoyer les carters inférieurs et les joints de fenêtre.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Démonter et aspirer les carters horizontaux et verticaux, supérieurs.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	Démonter et aspirer le tube d'aspiration des fines.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	Démonter et aspirer la table du fill-o-matic.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	Démonter la came de maintien des poinçons inférieurs et les poinçons inférieurs.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	Aspirer au maximum de la presse.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	Identifier et filmer la cage palette puis l'amener en laverie ainsi que le tuyau de transfert de poudre et le manchon de dégazage pour la production suivante (si la date de validité du nettoyage est dépassée).		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24	Démonter et nettoyer les cames : d'éjection et remplissage.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25	Filmer et sortir l'armoire.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26	Nettoyer le plafond.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27	Nettoyer le dessus et la partie haute de la machine.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
28	Nettoyer les logements des poinçons supérieurs, les joints racleurs supérieurs (pour tourelle à matrice) et la partie supérieure de la tourelle.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
29	Nettoyer les logements des poinçons inférieurs, les joints racleurs inférieurs.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
30	Démonter les matrices ou les segments.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
31	Nettoyer les logements des matrices et les logements des vis de serrage. (Uniquement sur les tourelles à matrice).		<input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
32	Retirer le cerclage des freins de poinçons inférieur de la tourelle et nettoyer la partie inférieure de la tourelle.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
33	Nettoyer le bâti supérieur + inférieur.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
34	Nettoyer le petit matériel : • La télécommande. • La passerelle. • Le pupitre de commande. • La poubelle.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
35	Nettoyer les murs, les grilles de reprise d'air, boîtier de commande de pompage...		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
36	Nettoyer le sol.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
37	Ranger le matériel et identifier la salle par la fiche « Salle Propre ».		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Annexe 2: FORMULAIRE DE REMONTAGE DES PRESSES ET DES EQUIPEMENTS DES MACHINES A COMPRIMER FETTE 2090 et 2200i

**FORMULAIRE DE NETTOYAGE DES PRESSES ET DES EQUIPEMENTS
DES MACHINES A COMPRIMER FETTE 2090 et 2200i**

FORMULAIRE DE NETTOYAGE COMPRESSION SALLE N° (3/3)			
Date et heure de début	..... / ..... / ..... à H		
REMONTAGE ET VERIFICATION DE L'ETAT (gras et souligné)			Visa
1	Préparer le matériel, vérifier l'état du tuyau de transfert de poudre et du manchon.		
2	Changer la tourelle.	<input type="checkbox"/> NA	
3	Refaire l'appoint des réservoirs d'huile.		
4	Contrôler l'état des joints racleurs.		
5	Mettre les feutres de lubrification et bien les imbiber d'huile avant remontage.		
6	Contrôler et mettre une fine couche d'huile sur la surface des galets (FMX).		
7	Remonter la came de remplissage et la came d'éjection.		
8	Contrôler la propreté des logements matrices et remonter les matrices ou les segments, les poinçons supérieurs, inférieurs et les cames de guidage. Pour les tourelles à matrice : Serrage au couple de 7,5N avec les poinçons supérieurs engagés dans la matrice. Pour les tourelles à segment : Serrage du bloc de maintien segment au couple de 40N. Contrôler la mobilité des poinçons et le serrage du frein de poinçons. Passer un chiffon imbibé d'éthanol sur la tourelle.		
9	Remonter et contrôler l'état des coupelles, les changer si nécessaire.		
10	Ajustage de la came de maintien du poste de dosage.		
11	Remonter la cellule de détection de présence fill-o-matic et les trois carters entourant la tourelle à matrice ou à segment.		
12	Remonter la table du fill-o-matic et contrôler : ➤ L'écart entre la table et le plateau à matrice ou à segment (0,05 à 0,1 mm). ➤ L'état du joint VULCOLAN pour les tables qui en sont équipés.		
13	Remonter et contrôler l'absence de frottement du fill-o-matic. ➤ Contrôler l'écart entre le fillo et le plateau à matrice ou à segment en entrée et en sortie. (Il doit être compris entre 0,05 mm et 0,20 mm).		
14	Remonter l'araseur : ➤ Contrôler la présence du ressort. ➤ Contrôler l'état du litéau racleur ➤ Contrôler l'état du recouvrement téflon. ➤ Contrôler sa mobilité.		
15	Remonter l'éjection : ➤ Ejection avec tri pneumatique pour les presses qui en sont équipées. - Contrôler l'écart entre le guide et le plateau matrice (de 0,6 à 1 mm) et la présence de l'air comprimé 6 bars. Où ➤ Ejection sans tri pneumatique pour les presses qui en sont équipées. - Contrôler l'écart entre le guide et le plateau matrice (de 0,6 à 1 mm).		
16	Remonter le récupérateur de poudre et vérifier l'absence de frottement.		
17	Remonter le tube d'aspiration des fines et les carters verticaux et horizontaux supérieurs.		
18	Remonter la goulotte aspiration autour de la tourelle puis vérifier l'absence de frottement.		
19	Remonter la descente des comprimés et l'aiguillage de sortie. ➤ Contrôler l'écart entre la descente et le plateau à matrice ou à segment.		
20	Remonter trémie + ecovac + tuyau transfert puis contrôler et Vérifier : ➤ La position de la vanne (ouverte sauf en S113A). ➤ Fonctionnement cellule de niveau. ➤ Le manchon. ➤ Le cycle de fonctionnement de l'ecovac. ➤ La puissance d'aspiration.		
21	Remonter les carters inférieurs et les joints de fenêtre.		
22	Remonter le gratez et contrôler l'absence de frottement.		
23	Remonter le détecteur de métaux et faire le test des pastilles.		
24	Faire les marques de référence et si besoin faire régler les Amplis par un technicien ayant l'habilitation électrique.		
25	Contrôler le bon fonctionnement de la presse et du tri pneumatique (pour vérifier l'absence de frottement). ➤ Faire tourner le fillo-matic et la machine à comprimer en mode pas à pas ➤ Faire tourner le fillo-matic et la machine à comprimer en auto.		
26	Indiquer le changement de format sur le cahier de route.		
Date et heure de fin		..... / ..... / ..... à H	
Produit suivant le nettoyage			
N° de lot	.....	N° d'Opr	.....

Annexe 3 : CHECK-LIST DEMONTAGE ET NETTOYAGE

FORMULAIRE DE NETTOYAGE				
Produit précédent le nettoyage		.....	
N° de lot	.....	N° d'Opt	.....
Nombre de lot(s)	.....	Module de stéarate	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Date de fin de production	...../...../.....	Etat sale valide jusqu'au/...../.....	
Date et heure du début du nettoyage	...../...../.....	à .....H.....	Visa.....	
DEMONTAGE ET NETTOYAGE				
<p>En rouge : les pièces fragiles à laisser et à nettoyer dans la salle En bleu : les pièces à mettre dans la cage palette pour nettoyer en laverie En vert : les pièces à vérifier</p> <p>⚠ Le nettoyage de l'enceinte s'effectue du haut vers le bas</p>				
N° de l'étape	Etape(s)	Nettoyage	Temps	Commentaire(s) (Produits de nettoyage, matériel de nettoyage, NA...)
	Sortir les documents du produit du lot précédent. Identifier la salle par la fiche « Vide de ligne ou Nettoyage en cours ».	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Préparer le matériel de nettoyage, une cage palette et un plateau plastique.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Vérifier la validité du nettoyage du tuyau de transfert de poudre et du manchon de dégazage du produit suivant.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer et ranger l'armoire.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter et nettoyer le bras liaison du fill-o-matic, le fill-o-matic et les hélices et le récupérateur de poudre.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer la Lampe.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer le détecteur de métaux.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter et aspirer le corps gratex, la vis sans fin et nettoyer le bloc moteur, le préleveur d'échantillon et les 2 roulettes.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter et aspirer le cône d'adaptation container de poudre, le tuyau de transfert de poudre.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		

	Démonter, aspirer et nettoyer la tête ECOVAC (le cône <u>ecovac</u> , la rehausse, vannes, joints, manchon de dégazage, collier).	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter, aspirer la trémie d'alimentation et nettoyer la vanne .	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter et nettoyer l'araseur .	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter et nettoyer l'aiguillage de sortie, la descente de sortie des noyaux et le support d'éjection .	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter, aspirer la goulotte d'aspiration autour de la tourelle.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter et aspirer les trois carters entourant la tourelle, la cellule de détection de présence fill-o-matic .	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter la came de maintien des poinçons supérieurs, les coupelles et les mettre dans une poche . Démonter les poinçons supérieurs.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter, aspirer et nettoyer les carters inférieurs et les joints de fenêtre .	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter et aspirer les carters horizontaux et verticaux, supérieurs .	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter et aspirer le tube d'aspiration des fines .	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter et aspirer la table du fill-o-matic .	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter la came de maintien des poinçons inférieurs et les poinçons inférieurs.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Aspirer au maximum de la presse.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Identifier et filmer la cage palette puis l'amener en laverie ainsi que le tuyau de transfert de poudre et le manchon de dégazage pour la production suivante (si la date de validité du nettoyage est dépassée) .	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter et nettoyer les cames : d'éjection et remplissage .	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Filmer et sortir l'armoire.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		

	Nettoyer le plafond.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer le dessus et la partie haute de la machine.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer les logements des poinçons supérieurs, les joints racleurs supérieurs (pour tourelle à matrice) et la partie supérieure de la tourelle.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer les logements des poinçons inférieurs, les joints racleurs inférieurs.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Démonter les matrices ou les segments.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer les logements des matrices et les logements des vis de serrage. (Uniquement sur les tourelles à matrice).	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Retirer le cerclage des freins de poinçons inférieur de la tourelle et nettoyer la partie inférieure de la tourelle.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer le bâti supérieur + inférieur.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer le petit matériel : - La télécommande - Le pupitre de commande - La passerelle - La poubelle	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer les murs, les grilles de reprise d'air, boîtier de commande de pompage...	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Nettoyer le sol	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
	Ranger le matériel et identifier la salle par la fiche « Salle propre »	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
		<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
		<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		
		<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		

Annexe 4 : EXEMPLE DE REMPLISSAGE DE LA CHEK-LIST

FORMULAIRE DE NETTOYAGE - 2090					
Produit précédent le nettoyage		Alpha amylase - Emmanuel / Franck et Fabienne			
N° de lot		N° d'Opé			
Nombre de lot(s)		Module de démarrage	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
Date de fin de production		Etat aale valide jusqu'au			
Date et heure du début du nettoyage	14/04/2022 à 09H15		Salle n° 114		
DEMONTAGE ET NETTOYAGE					
<p>En rouge : les pièces fragiles à laisser et à nettoyer dans la salle En bleu : les pièces à mettre dans la cage palette pour nettoyer en laverie En vert : les pièces à vérifier (↑) Le nettoyage de l'enceinte s'effectue du haut vers le bas</p>					
N° de l'étape	Etape(s)	Nettoyage	Temps (heures)	Commentaire(s) (Produits de nettoyage, matériel de nettoyage, NA...)	
1	Sortir les documents du produit du lot précédent. Identifier la salle par la fiche « Vide de ligne ou Nettoyage en cours ».	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,17		
2	Préparer le matériel de nettoyage, une cage palette et un plateau plastique.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,17		
3	Vérifier la validité du nettoyage du tuyau de transfert de poudre et du manchon de dégazage du produit suivant.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,083		
4	Nettoyer et ranger l'armoire.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,17		
5	Démontez et nettoyez le bras liaison du fil-o-matic, le fil-o-matic et les hélices et le récupérateur de poudre.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,5		
6	Nettoyer la Lampe.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,083		
7	Nettoyer le détecteur de métaux.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,25		
8	Démontez et aspirez le corps grille, la vis sans fin et nettoyez le bloc moteur, le préleveur d'échantillon et les 2 roulettes.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,083		
	Démontez et aspirez le cône d'adaptation container de poudre, le tuyau de transfert de poudre.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		Fait au début	
10	Démontez, aspirez et nettoyez la tête ECOVAC (le cône scovac, le rehausse, vannes, joints, manchon de dégazage, collier).	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,53	A côté de la salle de stockage - plus rapide pour ranger Vérification de la poudre sous la cloche : 3 min Aspirer au passage de la dessus de la presse Monter/descendre : perte de temps	
11	Démontez, aspirez la trémie d'alimentation et nettoyez la vanne.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,27		
14	Démontez et nettoyez l'araseur.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,15	Marque une clé de 6 clés : outils d'une couleur dans une boîte pour ne pas qu'on les prenne dans les boîtes à outils personnelles	
12	Démontez et nettoyez l'aligéage de sortie, la descente de sortie des royaux et le support d'injection.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,23		
	Démontez, aspirez la goutte d'aspiration autour de la tourelle.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place			
13	Démontez et aspirez les trois carters entourant la tourelle, la cellule de détection de présence fil-o-matic.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,07		
20	Démontez la came de maintien des poinçons supérieurs, les coupelles et les mettre dans une sacche. Démontez les poinçons supérieurs.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,53	Carnis : d'abord chiffon sec puis de l'alcool 15 min pour nettoyer les poinçons. Temps perdu?	
16	Démontez, aspirez et nettoyez les carters inférieurs et les joints de femelle.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,25		
15	Démontez et aspirez les carters horizontaux et verticaux, supérieurs.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,05		
17	Démontez et aspirez le tube d'aspiration des fines.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,017	et l'aspirer	
19	Démontez et aspirez la table du fil-o-matic.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,1	Et nettoyer en lavette : 4 min Amener et nettoyer en lavette en même temps que la cage palette	
21	Démontez la came de maintien des poinçons inférieurs et les poinçons inférieurs.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,3	5 min pour amener les poinçons avec les feuilles	
24	Aspirer au maximum de la presse.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,17		
18	Identifier et filmer la cage palette puis l'amener en laverie ainsi que le tuyau de transfert de poudre et le manchon de dégazage pour la production suivante (si la date de validité du nettoyage est dépassée).	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,13	La ranger et la filmer.	
23	Démontez et nettoyez les cames : d'injection et remplissage.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,17		
27	Filmer et sortir l'armoire.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,083		
7	Nettoyer le plafond.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	NA		
25	Nettoyer le dessus et la partie haute de la machine.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,25	et nettoyer les vitres (5 min) (étape 26)	
28	Nettoyer les logements des poinçons supérieurs, les joints racleurs supérieurs (pour tourelle à matrice) et la partie supérieure de la tourelle.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,27		
29	Nettoyer les logements des poinçons inférieurs, les joints racleurs inférieurs.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,3		
22	Démontez les matrices ou les segments.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,25		
29	Nettoyer les logements des matrices et les logements des vis de serrage. (Uniquement sur les tourelles à matrice).	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place		En même temps que les logements des poinçons inférieurs	
32	Rotiner le carlage des trins de poinçons inférieur de la tourelle et nettoyer la partie inférieure de la tourelle.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,017	Regarder si le joint n'est pas défectueux	
31	Nettoyer le bâti supérieur + inférieur.	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,3		
9	Nettoyer le petit matériel : - La télécommande - Le pupitre de commande - La passereille - La poubelle	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,43	La télécommande : 5 min, fais au début Le pupitre de commande : 8 min, fais à la fin La passereille : 8 min, fais à la fin La poubelle : 5 min, fais à la fin	
33	Nettoyer les murs, les grilles de reprise d'air, boîtier de commande de pompage...	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,25		
34	Nettoyer le sol	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,3	Perte de temps : aller chercher le matériel : 5 min	
35	Ranger le matériel et identifier la salle par la fiche « Salle propre »	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,17	1,05	
30	Nettoyer et ranger l'aspirateur	<input type="checkbox"/> Laverie <input type="checkbox"/> Sur place	0,33		
Total :			8,33	Heures	

Annexe 5 : PHASES EXTERNES, PHASE INTERNES ET PREVISIONS






Liste des actions	ACTUEL				PREVISIONS					
	Action interne	Action externe	Commentaires	Temps estimés en heures en interne	Temps estimés en heures en externe	Action interne	Action externe	Commentaires	Temps estimés en heures en interne	Temps estimés en heures en externe
Sortir les documents du produit du lot précédent.	X			0,17		X			0,17	
Identifier la salle par la fiche « Vide de ligne ou Nettoyage en cours ».	X					X				
Préparer le matériel de nettoyage, une cage palette et un plateau plastique.		X	Fais avant de commencer le nettoyage		0,17		X			0,17
Vérifier la validité du nettoyage du tuyau de transfert de poudre et du manchon de dégazage du produit suivant.		X	Fais avant pour anticiper si on doit le re-nettoyer		0,083		X			0,083
Nettoyer et ranger l'armoire.	X		Pour pouvoir poser le plateau dessus	0,15		X			0,15	
Démonter et nettoyer le bras liaison du fil-o-matic, le fil-o-matic et les hélices et le récupérateur de poudre.	X			0,33			X	Voir si possible de nettoyer en laverie. Attention, le fil-o-matic ne peut pas avoir d'eau, le nettoyer à l'éthanol. Si nettoyé en laverie, il faudrait installer une table pour nettoyage manuel : éthanol + chiffon bleu		0,33
Nettoyer la Lampe.	X			0,061		X			0,061	
Nettoyer le détecteur de métaux.	X			0,26		X		Trop de pièces électriques pour être nettoyé en laverie	0,26	
Démonter et aspirer le corps grates, la vis sans fin et nettoyer le bloc moteur, le préleveur d'échantillon et les 2 roulettes.	X	X			0,19	X	X			0,19
Démonter et aspirer le cône d'adaptation container de poudre, le tuyau de transfert de poudre.		X			0,067		X			0,067
Démonter, aspirer et nettoyer la tête ECOVAC (le cône ecovac, la rehausse, vanne, joints, manchon de dégazage, collier).	X	X			0,55	X	X	La tête ecovac ne peut pas être nettoyé en laverie car électrique. Les vannes en granulation ne sont pas démontés et sont envoyés en laverie. Voir si c'est possible de les nettoyer en laverie		0,55
Démonter, aspirer la trémie d'alimentation et nettoyer la vanne.	X	X			0,25		X			0,25
Démonter et nettoyer l'araseur.	X		En le nettoyant, remettre les vis?	0,097		X		Avant il n'était pas démonté	0,097	
Démonter et nettoyer l'aiguillage de sortie, la descente de sortie des noyaux et le support d'éjection.	X	X			0,19	X	X	Aiguillage et support d'éjection : pièces électriques donc on ne peut pas les nettoyer en laverie		0,19
Démonter, aspirer la goutte d'aspiration autour de la tourlette.		X			0,0042		X			0,0042
Démonter et aspirer les trois carters entourant la tourlette, la cellule de détection de présence fil-o-matic.	X	X			0,14	X	X	Cellule de détection = pièce électrique		0,14
Démonter la came de maintien des poinçons supérieurs, les coupelles et les mettre dans une sachet.	X	X			0,65	X	X	Came de maintien est propre à la presse donc nettoyage sur place		0,65
Démonter les poinçons supérieurs.	X	X	Ils sont nettoyés dans la salle de compression + après				X			
Démonter, aspirer et nettoyer les carters inférieurs et les joints de fenêtre.	X	X			0,29		X	Attention aux carters avec des pièces électriques. Demander à la maintenance de faire une intervention dessus? Mettre les arrêts d'urgence sur la machine et les radiateurs non fonctionnels les retirer?		0,29
Démonter et aspirer les carters horizontaux et verticaux, supérieurs.		X			0,084		X			0,084
Démonter et aspirer le tube d'aspiration des fines.		X			0,03		X			0,03
Démonter et aspirer la table du fil-o-matic.	X				0,13		X	Serait envisageable si les lèveur ne sont pas "débordés". Il faudrait les re-sensibiliser		0,13
Démonter la came de maintien des poinçons inférieurs et les poinçons inférieurs.	X	X	Ils sont nettoyés dans la salle de compression + après		0,29		X	A voir si nettoyage directement avec poinçons. Ce sont des cames dédiés, donc si nettoyés avec les poinçons il faut les remettre dans la bonne salle.		0,29
Aspirer au maximum de la presse.	X				0,083	X				0,083
Identifier et filmer la cage palette puis l'amener en laverie ainsi que le tuyau de transfert de poudre et le manchon de dégazage pour la production suivante (si la date de validité du nettoyage est dépassée).	X			0,095		X			0,095	
Démonter et nettoyer les cames : d'éjection et remplissage.	X			0,13		X	X	Came d'éjection est dédiée donc il faut la nettoyer sur place. La came de remplissage pourrait être nettoyée avec les poinçons		0,13
Filmer et sortir l'armoire.	X			0,05		X			0,05	
Nettoyer le plafond.	X					X		Nettoyage trimestriel		
Nettoyer le dessus et la partie haute de la machine.	X			0,56		X			0,56	
Nettoyer les logements des poinçons supérieurs, les joints radieurs supérieurs (pour tourlette à matrice) et la partie supérieure de la tourlette.	X			0,39		X			0,39	
Nettoyer les logements des poinçons inférieurs, les joints radieurs inférieurs.	X			0,5		X			0,5	
Démonter les matrices ou les segments.	X			0,36		X	X	Nettoyer les matrices avec poinçons		0,36
Nettoyer les logements des matrices et les logements des vis de serrage. (Uniquement sur les tourlettes à matrice).	X			0,75		X			0,75	
Retirer le carlage des frains de poinçons inférieur de la tourlette et nettoyer la partie inférieure de la tourlette.	X			0,083		X		Vérifier si toujours fait de retirer carlage	0,083	
Nettoyer le bâti supérieur + inférieur.	X			0,84		X			0,84	
Nettoyer le petit matériel : La télécommande Le pupitre de commande La passerelle La poubelle La table à roulette	X	X	La passerelle et la table à roulette sont nettoyés en laverie		0,49	X	X			0,49
Nettoyer les murs, les grilles de reprise d'air, boîtier de commande de pompage...	X					X				
Nettoyer le sol	X			1,01		X			1,01	
Ranger le matériel et identifier la salle par la fiche « Salle propre »	X					X				
				Total : 9,089 3,48				Total : 8,049 4,2212		
				Total : 12,57				Total : 12,27		
Temps de nettoyage des cages palettes : 2h30								Soit un gain de : 1,04		
								Soit un gain de : 1 h et 02 minutes		

Annexe 6 : FLUX VERS LES SALLES DE STOCKAGE

Avant :








Légende :

-  Salles de compression
-  Salles de stockage n°126
-  Salles de stockage n°118
-  Flux vers la salle 126
-  Flux vers la salle 118

Après :



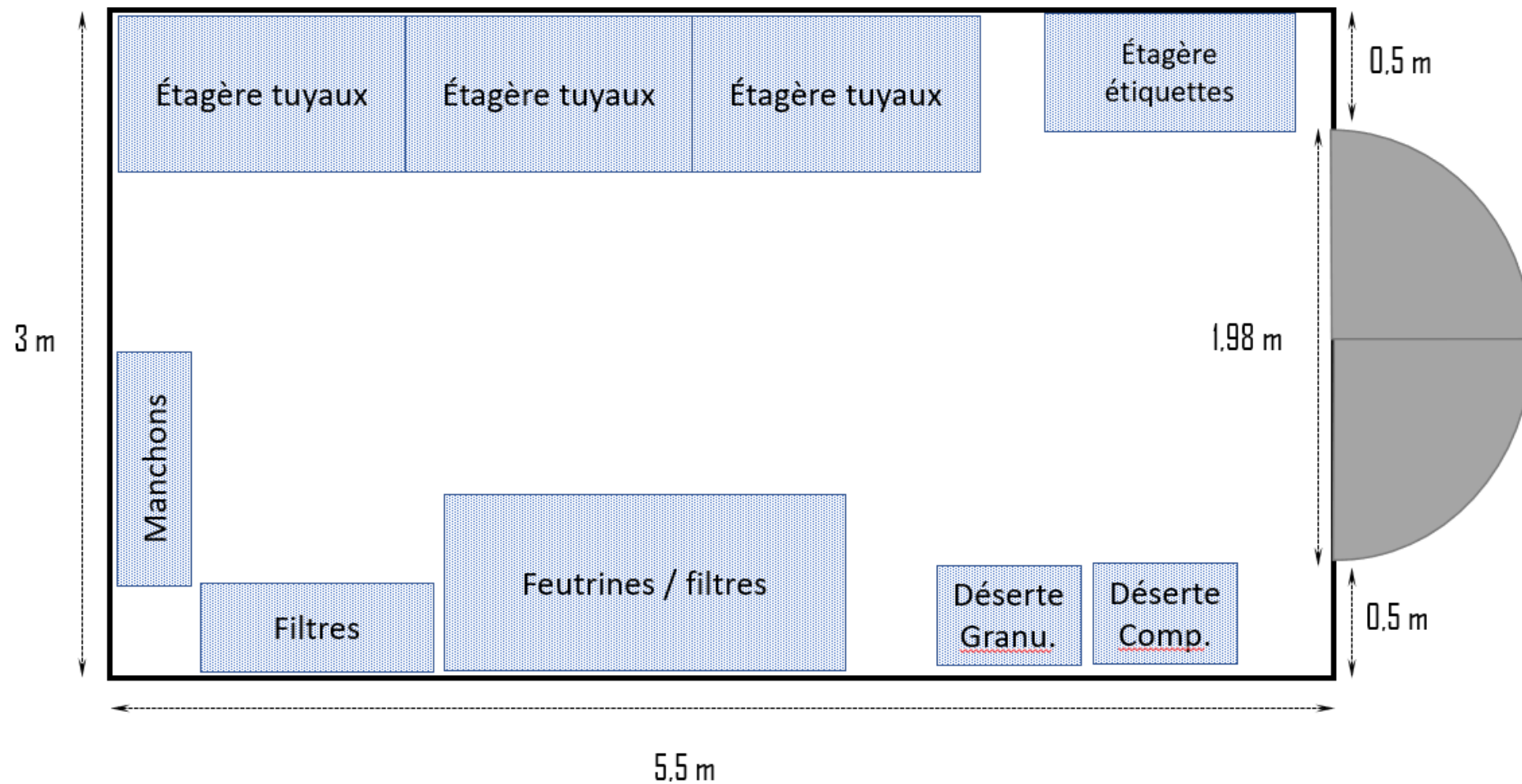
Légende :

-  Salles de compression
-  Salles de stockage n°126
-  Salles de stockage n°118
-  Flux vers la salle 126
-  Flux vers la salle 118

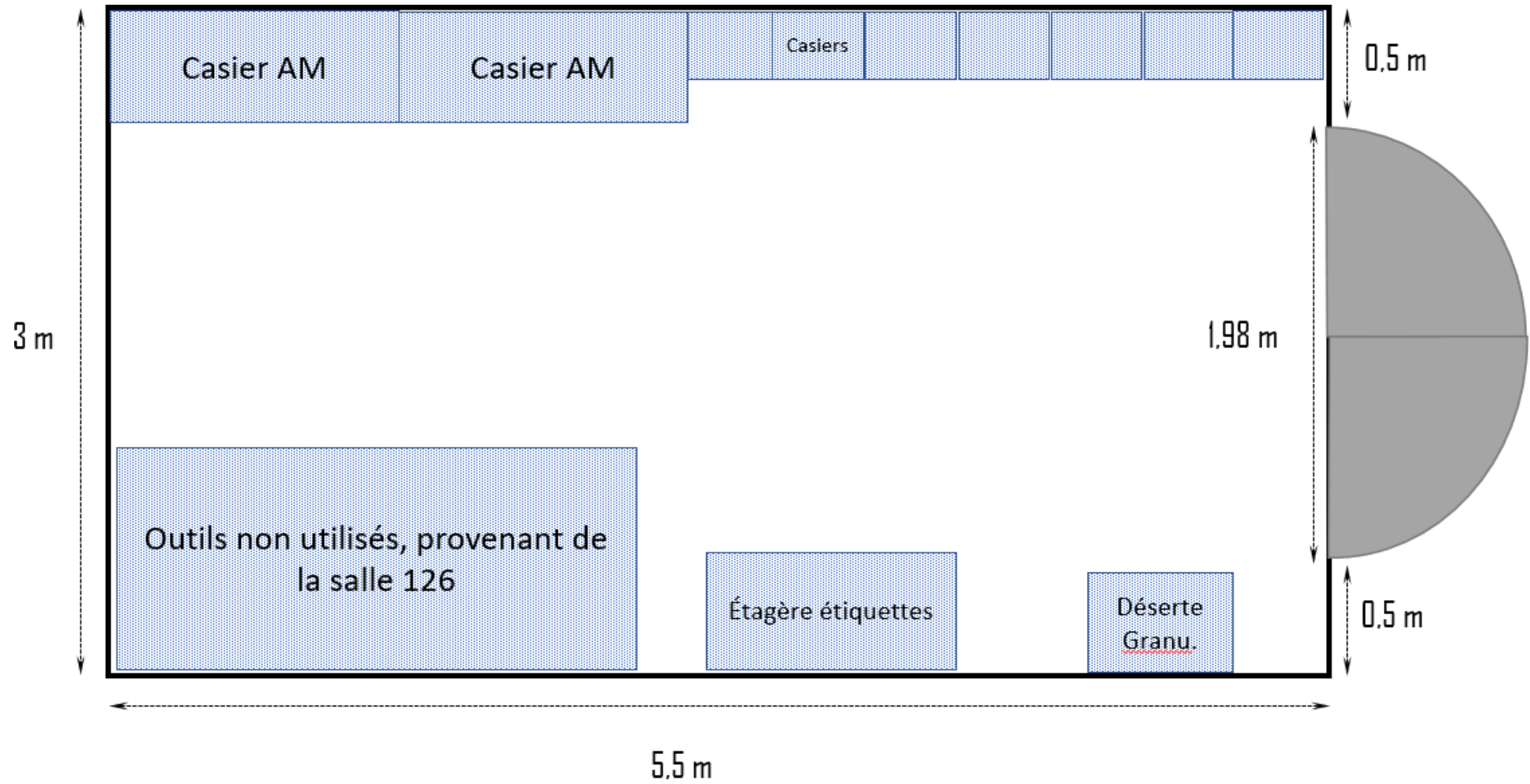
Annexe 7 : PLAN DES SALLES DE STOCKAGE

Salle 118 :

- Avant

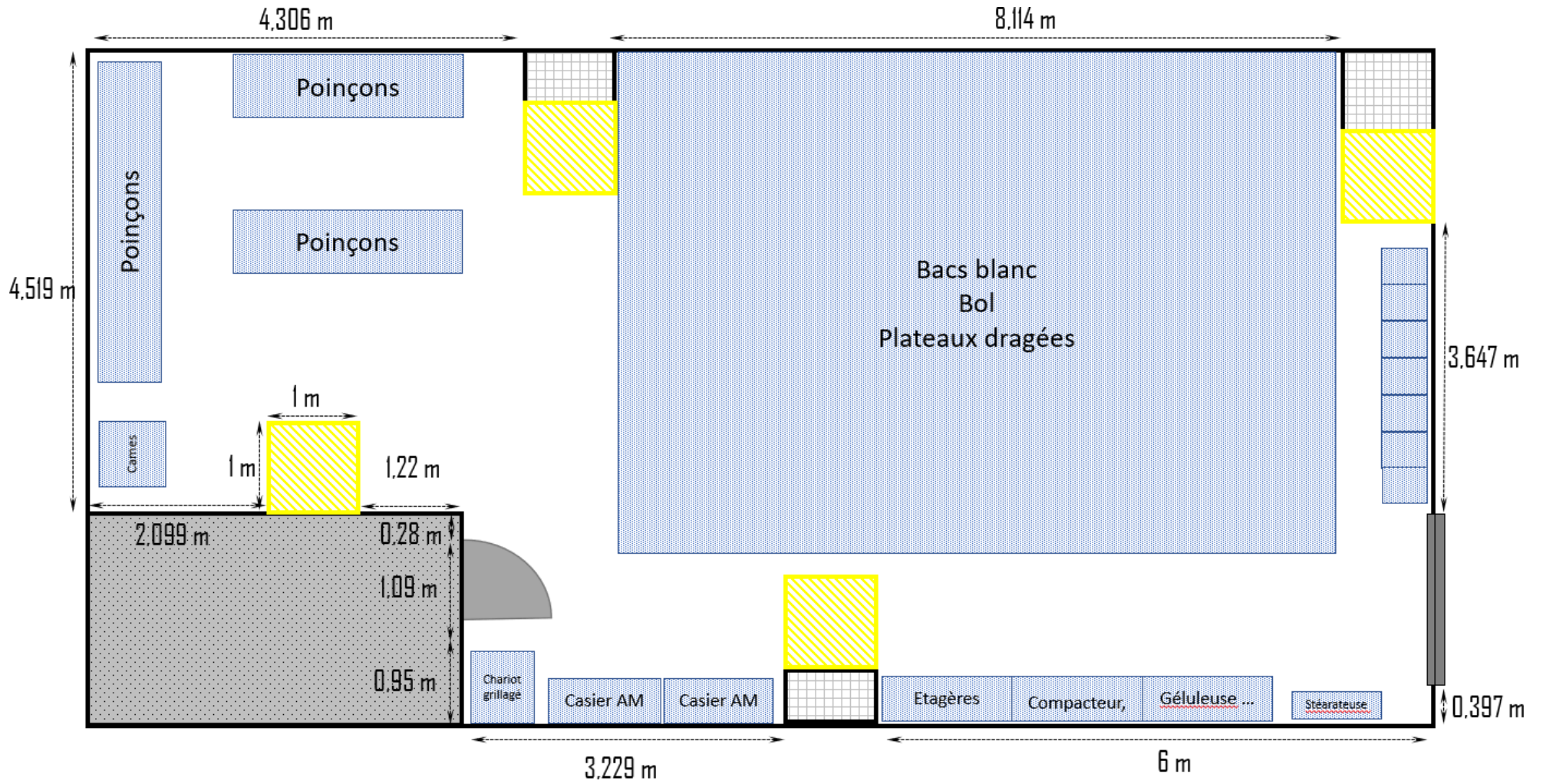


- Après

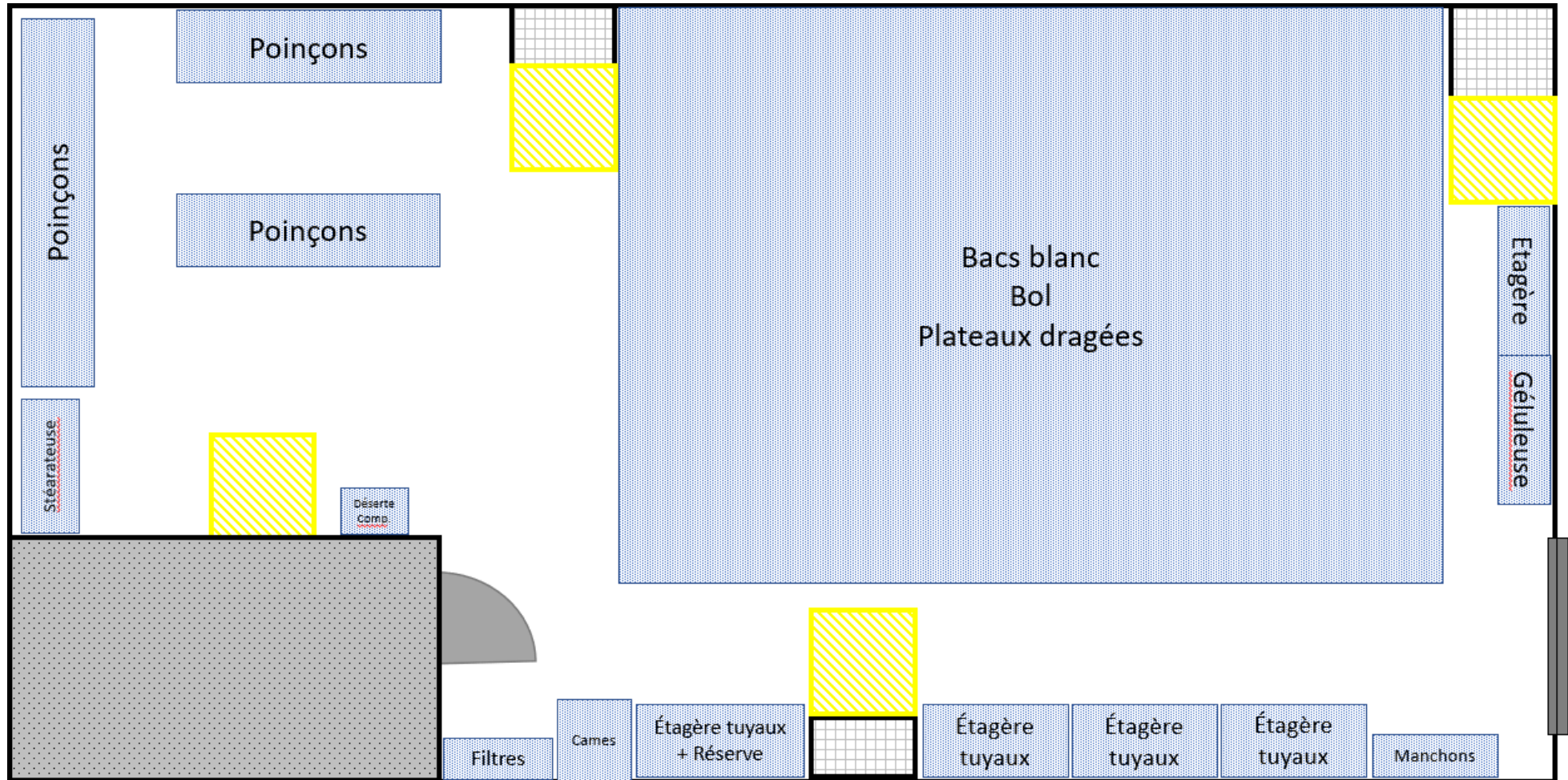


Salle 126 :

- Avant



- Après



Université de Lille
FACULTE DE PHARMACIE DE LILLE
DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE
Année Universitaire 2022/2023

Nom : NICOLAÏ
Prénom : Léa

Titre de la thèse : Mise en place d'un projet d'amélioration continue pour optimiser les démontages, nettoyages et remontages des presses à comprimer, à l'aide de l'outil SMED

Mots-clés :

Le Lean Management, SMED pour les démontages nettoyage et remontage des presses à comprimer.

Résumé : Le Lean management en industrie est une stratégie efficace pour améliorer la productivité, réduire les gaspillages et accroître la qualité des produits. En favorisant l'implication de tous les membres de l'organisation et en mettant l'accent sur l'élimination des activités non essentielles, le Lean management offre des avantages tangibles en termes de rentabilité et de satisfaction client. Son utilisation en industrie demeure une approche incontournable pour rester compétitif dans un environnement commercial en constante évolution. Une mise en application a été mis en place pour le démontage et remontage des presses. Il y a eu 115 nettoyages complets en compression avec une moyenne de 14,96 heures, soit au total 1 720 heures. Si le gain est de 2,66 heures, on aura un gain de 305 heures sur l'année et un gain de 16 775 euros. Ce projet SMED a permis de mettre en lumière les différentes anomalies telles que le manque d'outils, de vis, les actions inutiles réalisées par les opérateurs, mais aussi soulever des points forts tels que la motivation des opérateurs. L'objectif était de trouver comment optimiser les temps du démontage, nettoyage et remontage des presses. Durant ce projet, le formulaire de nettoyage des presses et des équipements des machines à comprimer qui les aide au démontage a été modifié, le formulaire de remontage des presses et des équipements des machines à comprimer ainsi que les procédures associées ont été modifiés. Une harmonisation des vis et des outils a été faite, un projet de réorganisation des salles de stockages a été réalisé... Pour ce projet, il faut être attentif à toutes les actions qui sont entreprises, être à l'écoute des demandes des opérateurs et faire preuve de créativité pour optimiser les temps. Il faut également savoir communiquer avec les différents services.

Président : Monsieur le Professeur Juergen Siepman, Faculté des sciences pharmaceutiques de Lille

Directeur, conseiller de thèse : Madame le Professeur Florence Siepman, Faculté des sciences pharmaceutiques de Lille

Assesseur(s) : Monsieur DEVOS Quentin, Docteur en Pharmacie