UNIVERSITÉ SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH - FÈS
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme d'Ingénieur d'Etat
Spécialité : **Conception Mécanique et Innovation**

Implémentation LTPM dans les machines de surmoulage PU Isojet

Partenaire:

LEONI

Soutenu le 30 juin 2012

Par :

M. Hamza BAHLOULI

Jury :

- M. K. WAHID (LEONI)
- M. A. EL HAKIMI (FSTF)
- M. A. TOUACHE (FSTF)
- M. H. MOUSTABCHIR (FSTF)
- Mme I. MOUTAOUAKKIL (FSTF)

Encadré par :

- M. K. WAHID (LEONI)
- M. A. EL HAKIMI (FSTF)

Année Universitaire : 2011-2012

Remerciements

Il m'est agréable de m'acquitter d'une dette de reconnaissance auprès de toutes les personnes qui m'ont soutenues, et qui sont intervenues dans la réussite de ce projet de fin d'étude.

Au terme de mon stage de fin d'étude, j'exprime mes remerciements à **M**. **Wahid** mon parrain industriel de stage pour m'avoir donné l'opportunité de passer ce stage et pour ses directives et conduites dont il m'avait épargné à chaque fois qu'il était sollicité.

Ma gratitude s'adresse également à **M. Elhakimi** pour son encadrement pédagogique très consistant ainsi que pour l'intérêt avec lequel il a suivi la progression de mon travail, pour ses conseils efficients et ses judicieuses directives tout au long de ma période de projet.

J'adresse aussi mes sincères considérations à **M. Lahfaia** et **M. Bahari**, pour leur soutien précieux, leurs encouragements et leurs instructions qui m'ont été très utiles pour réussir ce travail.

Merci à tous le corps professoral de la FSTF et à tous les agents LEONI BSK qui ont contribué directement ou indirectement à l'aboutissement de mon projet.

Enfin, je ne peux pas clôturer cette page de remerciements sans évoquer mes parents, ma sœur, mes amis et tous ceux avec qui, de près ou de loin, j'ai passé ces dernières années, je leur suis très redevable.

Merci

Dédicace

A ma mère, à mon père, symbole de l'affection, qui m’ont toujours soutenus, accordé leur amour et leurs attentions. Qu'ils veuillent me pardonner pour leurs sacrifices.

A ma sœur, pour son dévouement et son encouragement.

A mes amis, pour leur aide, leur soutien, leur encouragement.

Aux membres de ma famille et à tous mes professeurs.

Veuillez accepter ici l'hommage de ma gratitude, si grande qu'elle puisse être, ne sera jamais à la hauteur de votre éloquence et de votre dévouement.

BAHLOULI Hamza

Table des matières

Introduction générale……1

Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil

1. Introduction 4
2. Présentation de LEONI 4
   - 2.1 Aperçu général sur le groupe LEONI 4
   - 2.2 Présentation de LEONI Bouskoura 5
     - 2.2.1 Fiche signalétique 6
     - *2.2.2* Les entités de LEONI Bouskoura 7
     - 2.2.3 Organigramme 7
     - 2.2.4 Mission des différents services 9
3. Câblage automobile 10
   - 3.1 Généralités 10
   - 3.2 Composants d'un câble 11
   - 3.3 Processus de fabrication des faisceaux électriques 12
     - 3.3.1 Processus de fabrication de l'activité PSA 14
     - 3.3.2 Processus de fabrication de l'activité SI 14
4. Conclusion 14

Chapitre 2 : Définition du cahier de charges et du plan d'action

1. Introduction 18
2. Mise au point de la problématique 18
3. Définition de projet 18
4. Définition du cahier des charges 19
5. La démarche d'étude du projet 19
6. Plan d'action du projet 20
7. Conclusion 24

Chapitre 3 : Démarche TPM, approche LTPM

1. Introduction 26
2. Objectif de la TPM 26
3. Les principes de la TPM 26
4. Approche LTPM 27
   - 4.1 1er composant : la maintenance autonome 28
   - 4.2 2ème composant : l'enseignement et la formation 28
   - 4.3 3ème composant : la maintenance planifiée 28
   - 4.4 4ème composant : l'optimisation des installations 28
5. Conclusion 28

Chapitre 4 : Diagnostic et analyse de l'existant

1. Introduction 30
2. Principe de fonctionnement des machines PU Isojet 30
   2.1 Synoptique du processus d'injection 31
   2.2 Le poste de mise en œuvre 32
3. Niveau 5S dans les machines PU Isojet 33
4. Les causes des non-conformités 5S dans les machines PU Isojet 35
   4.1 Recherches des causes 35
      4.1.1 Le brainstorming 35
      4.1.2 Equipe de Brainstorming 36
      1.1.1. Les causes des non conformités par le brainstorming 36
   4.2 Visualisation des causes 37
   4.3 Hiérarchisation des causes 37
      4.3.1 Méthode de tri croisé 37
      4.3.2 Résultat du tri croisé 38
5. Définition et évaluation des indicateurs de performance 5S 39
   5.1 Taux de conformité 5S 39
   5.2 Evaluation du taux de conformité 5S 41
   5.3 Taux d'implication 5S 41
   5.4 Evaluation du taux d'implication 5S 43
6. Taux de disponibilité des machines Isojet PU 44
   6.1 Calcul de disponibilité pour la machine PU Isojet N°2 44
7. Conclusion 45

Chapitre 5 : Implémentation de la démarche LTPM dans les machines PU Isojet

1. Introduction 47
2. Choix de la machine pilote 47
3. Démarrage du chantier et agencement des cartes rouges 48
4. Analyse 5 pourquoi 51
   4.1 Présentation de l'outil 51
   4.2 Analyse 5 pourquoi des anomalies 5S 51
5. Application de la démarche 5S 54
   5.1 3S premiers (Se débarrasser, Ranger, Nettoyer) 54
      5.1.1 Mise en évidence des résultats 54
   5.2 Standardiser 58
   5.3 Pérenniser et pratiquer 60
6. Mise en place de la maintenance autonome 60
   6.1 Mise en place de la gamme d'inspection 60
   6.2 Mise en place de la gamme du nettoyage 62
      6.2.1 Verrouillage du nettoyage 65

6.2.1.1 Mise au point de la problématique 65
6.2.1.2 Solution initiale 65
6.2.1.3 Solution proposée et réalisée 66
7. Sécurité 73
8. Education et formation 74
9. Cout d'investissement global du projet 74
10. Conclusion 74

Chapitre 6 : Evaluation des gains

1. Introduction 76
2. Evaluation des gains 76
2.1 Niveau 5S dans la machine PU Isojet N°2 76
2.2 Gains au niveau des indicateurs de performance 5S 77
2.2.1 Taux de conformités 5S 77
2.2.2 Taux d'implication 5S 77
2.3 Gains au niveau du taux de la disponibilité de la machine PU Isojet 2 78
2.4 Gains au niveau de surface, de déplacement et de consommation PDR 78
2.5 Gains non quantifiables 80
3. Conclusion 80

Conclusion et perspectives 81
Références 82
Annexes

Résumé

Dans un objectif de la recherche d'excellence au quotidien à travers le déploiement du Leoni Product System plus (LPS plus), LEONI Wiring Systems s'est lancée dans une démarche d'amélioration continue des performances des machines.

Le présent projet industriel s'inscrit dans cette optique et qui vise en particulier l'amélioration des performances des machines Isojet PU de surmoulage, tout en adoptant la démarche LTPM.

En effet, pour mener ce projet, j'ai commencé par une analyse des machines en termes des 5S et de disponibilité, puis en définissant une équipe de travail, on a implémenté la démarche LTPM sur une machine pilote, avant de généraliser sur l'ensemble des machines.

La mise en œuvre de la démarche LTPM au sein des machines Isojet PU a permis de récupérer des gains chiffrables qui apparaissent en termes des indicateurs de performance 5S, de disponibilité machines, du temps gagné et de la surface libérée, et des gains non chiffrables qui ne sont pas moins considérables.

Abstract

In its constant search for excellence, LEONI Wiring Systems embarked on a process of continuous improvement of machine performance.

This industrial project fits into this perspective and, is specifically targeting the improvement of ISOJET PU over molding performance, by adopting the approach of Leoni Total Productive Management (LTPM).

Indeed, to implement this project, I started with an analysis of the machines in terms of 5S and availability, and then I set a team work.

First, we have implemented the LTPM approach on a pilot machine before generalizing on all machines.

The benefit of the implementation of LTPM approach on ISOJET PU machines appears in terms of performance indicators 5S, availability of machines, the time saved and released from the surface, but also in terms of non-quantifiable gains that are no less significant.

ملخص

في إطار البحث عن التفوق اليومي أطلقت مجموعة شركات" ليوني" عن طريق وحدة نشر وتمرير أنظمة الإنتاج المتقنة ، مشروعا غايته التطوير المستمر لأداء الآلات.

المشروع الصناعي الحاضر يندرج في هذا الإطار ويهدف أساسا إلى تطوير أداء آلات " ازوجت فوق الصب" باعتماد منهجية - ليوني التسيير والإنتاج الشامل.

وللعمل على تسيير هذا المشروع ، بدأت بدراسة تحليلية لآلات باستعمال ركائز "الخمس س" و" الجاهزية " حيث طبقنا المنهجية المذكورة آنفا على آلة قائدة قبل التعميم على جميع الآلات.

إن تطبيق منهجية - ليوني التسيير والإنتاج الشامل- على آلات "ازوجت فوق الصب" ، مكنت من توفير أرباح ملموسة بحساب مؤشرات أداء"الخمس س" وجاهزية وتوفر الآلات والوقت المستغل والمساحات المحررة ، وأرباح أخرى لا تقل شأنا نظيراتها السالفة.

Liste des figures

Fig.1.1 : Les branches d'activité de LEONI. 4
Fig.1.2 : Faisceaux electriques pour automobile 6
Fig.1.3 : Quelques projets LEONI Bouskoura 7
Fig.1.4 : Organigramme LEONI Bouskoura 8
Fig.1.5 : Type de câblage dans l'automobile 10
Fig.1.6 : Composants d'un câble 11
Fig.1.7 : Les différentes composantes d'un câble 11
Fig.1.8 : Fil coupé et dénudé 12
Fig.1.9 : Marquage du câble sur la partie isolante. 12
Fig.1.10 : Câble serti des deux cotés avec un joint à droite. 12
Fig.1.11 : Câble serti des deux terminaux par deux connexions différentes. 12
Fig.1.12 : Processus de fabrication faisceaux PSA 14
Fig.1.13 : Processus de fabrication faisceaux SI 14

Fig.2.1 : La démarche d'étude 20
Fig.2. 2 : Planning du projet 23

Fig.3.1 : Principes de la TPM 26
Fig.3.2 : Base LTPM 27

Fig.4.1 : Grommet TdT A9 30
Fig.4.2 : Processus d'injection 31
Fig.4.3 : Poste de mise en œuvre 32
Fig.4.4 : Unités de chauffe 33
Fig.4.6 : Carte radar des 5S 35
Fig.4.7 : Equipe projet 36
Fig.4.8 : Diagramme Ishikawa des causes de non-conformité 5S 37
Fig.4.9 : Diagramme Pareto des causes des non-conformités 5S 39
Fig.4.10 : Taux de conformité 5S du mois de mars 41
Fig.4.11 : Taux d'implication 5S du mois de mars 43
Fig.4.12 : Disponibilité des machines PU Isojet 45

Fig.5.1 : Modèle des cartes rouges agencées 48
Fig.5.2 : Flux des opérations d'inspection 62
Fig.5.3 : Flux des opérations du nettoyage 65
Fig.5.4 : Roue de la validation du nettoyage 66
Fig.5.5 : Fenêtre permanente de l'application 67
Fig.5.6 : Configuration et historique de l'application 70
Fig.5.7 : Coordonnées d'auteur 71
Fig.5.8 : Schéma de montage de l'application 72

Fig.6.1 : Cartes radar du niveau 5S avant/après 76
Fig.6.2 : Taux de conformité 5S avant/après de la machine PU Isojet 2 77
Fig.6.3 : Taux d'implication avant et après la formation 5S 77
Fig.6.4 : Taux de disponibilité avant/après 78

Fig.A.1.1 : Les éléments du LPS plus 85
Fig.A.2.1 : La boucle PDCA 88
Fig.A.3.1 : Arduino Uno Rev 3 90

Liste des tableaux

Tab.1.1 : Fiche signalétique LEONI Bouskoura 6

Tab.2. 1 : Définition du projet 19
Tab.2. 2 : Planning du projet 21
Tab.2. 3 : Informations sur le projet 24

Tab.3.1 : La démarche 5S 27
Tab.4.1 : Grille de cotation 5S générale 34

Tab.4.2 : Résultat de cotation 5S générale 35
Tab.4.3 : Le tri croisé des causes des non-conformités 5S 38
Tab.4.4 : Données du diagramme Pareto 38
Tab.4.5 : Grille de cotation de taux de conformité 5S 40
Tab.4.6: Résultat de taux de conformité 5S du mois mars 41
Tab.4.7 : Questionnaire de taux d'implication 5S 42
Tab.4.8 : Résultat de taux d'implication 5S du mois de mars 43
Tab.4.9 : Disponibilité de la machine PU Isojet 2 44
Tab.4.10 : Disponibilité des machines PU Isojet 45

Tab.5.1 : Classification des machines à LEONI 47
Tab.5.2 : constat d'anomalies 49
Tab.5.3 : PDCA des anomalies 52
Tab.5. 4 : Classement des actions selon 3S 54
Tab.5.5 : Etat avant/après de la machine pilote 55
Tab.5.6 : Standard 5S PU Isojet 59
Tab.5.7 : Gamme d'inspection 61
Tab.5.8 : Gamme de nettoyage (page 1/2) 63
Tab.5.9 : Gamme de nettoyage (page 2/2) 64
Tab.5.10 : Consignes de sécurité PU Isojet 73
Tab.5.11 : Cout d'investissement global 74

Tab.6.1 : Gains au niveau de déplacement et surface 78
Tab.6.2 : Gains au niveau de la consommation des PDR 79
Tab.6.3 : Gain potentiel estimé 79

Tab.A.4.1.1 : Résultat de cotation 5S générale du mois de mai 92
Tab.A.4.2.1 : Disponibilité de la machine PU Isojet 2 après implémentation LTPM 93

Glossaire

A

AMDEC Analyse des modes de défaillance, de leur effet et de leur criticité

B

BSK Bouskoura

C

Cmin Centième de minute

K

K€ Kilo Euro
Kaizen Amélioration continue

L

LAD Ligne d'assemblage dynamique
LPS Leoni Product Systems
LTPM Leoni Total Productive Management
LWS Leoni Wiring Systems

M

MNT Maintenance
MO Main d'œuvre
MTBF Mean time between fealures
MTTR Mean time to repair

N

NOK Non OK
NC Non-conformité

P

PDCA Plan, Do, check, Act
PPM Pièce par million
PDR Pièce de rechange
PSA Peugeot-Citroën société anonyme

Q

QQOQCP Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?

S

SA Société anonyme
SI Supplier international

T

TPM Total Productive Maintenance

V

VT Valeur de transformation

Introduction générale

Durant les deux dernières décennies l'environnement industriel a fortement évolué. Désormais on n'est plus dans l'époque où la demande dépassait l'offre. Actuellement, l'offre est nettement supérieure à la demande, les clients, sont de plus en plus exigeants, et réclament le choix, la qualité, et des délais raisonnables pour les produits qu'ils achètent.

Cette situation a abouti à une complexification de la production. Les entreprises cherchent à améliorer et à mieux gérer leurs productions tout en diminuant les coûts : il s'agit donc de mieux produire.

Face à cette évolution des techniques de production, qui se dirigent de plus en plus vers le juste à temps, la maintenance n'a pas pu rester en arrière, et le conflit éternel entre agent de maintenance et agents de production doit être dépassé pour le bien de l'entreprise.

C'est ici qu'entre en jeu la maintenance productive.

La TPM qui est une abréviation de Total Productive Maintenance ce qui signifie Maintenance Productive Totale avec la participation de tous. Basée sur des travaux de groupe, elle est exécutée grâce à la participation de tous, à la fois par tous les départements, et par tous les niveaux du haut en bas de la hiérarchie.

Dans cette perceptive d'amélioration, dérive la philosophie de mon projet de fin d'étude qui traite non-conformités des machines PU Isojet et qui a pour finalité l'amélioration des performances de ces dernières.

Le présent rapport s'articule autour de six chapitres :

- **Chapitre 1**

  Ce chapitre est consacré à la présentation du lieu de travail : Leoni Wiring Systems BSK, et le processus de production d'un faisceau électrique.

- **Chapitre 2**

Ce chapitre est dédié à la présentation de la problématique, du cahier de charges et du plan d'action de projet en tenant compte des attentes des responsables.

- **Chapitre 3**

Ce chapitre présente brièvement la démarche TPM, ses principaux piliers et l'approche LTPM propre à LEONI.

- **Chapitre 4**

Il s'agit d'un chapitre important dans l'étude, il permet une analyse et diagnostic en termes des 5S et de disponibilité des machines, afin de refléter l'état actuel.

- **Chapitre 5**

Ce chapitre est réservé au déploiement de la démarche LTPM dans les machines PU Isojet afin de surmonter la problématique du projet.

- **Chapitre 6**

Il s'agit du dernier chapitre, il met le point sur les gains réalisés grâces au déploiement de la démarche LTPM.

Enfin, ce mémoire est couronné par une conclusion et perspectives.

Chapitre 1 :

Présentation de l’organisme d’accueil

1. Introduction

Avant de présenter et de développer mon sujet en profondeur, il parait, dans un premier temps, opportun de commencer par une présentation générale de la société, de survoler rapidement son historique, afin de mieux développer le sujet et la problématique traités lors de ce travail. Cette première partie sera par conséquent majoritairement consacrée à une explication détaillée du processus de production allant d'un simple fil jusqu'à l'atteinte d'un faisceau électrique.

2. Présentation de LEONI

2.1 Aperçu général sur le groupe LEONI

Grand équipementier automobile, LEONI a été initialement créée pour approvisionner les différentes industries électriques, électroniques, des biens d'équipements et de la télécommunication. Faisant de la qualité et du service le noyau de sa stratégie, LEONI s'est très vite hissée parmi les grands du secteur. Principal fournisseur des constructeurs d'automobiles et de véhicules industriels à savoir Renault, Peugeot, Citroën, Fiat et autres, LEONI mise sur la délocalisation de ses sites partout dans le monde pour mieux servir ses clients.

LEONI est riche d'une implantation mondiale, elle mobilise au total 50000 personnes avec un chiffre d'affaire d'environ 216 millions d'euros. Elle dispose de 206 filiales (143 sites de production, 53 centres de recherche et développement et 10 centres de distribution) réparties dans 20 pays et divisés en 10 branches d'activités (figure 1.1). Chacune des branches est divisée elle-même en divisions, on trouve la PSA, SI et autres.

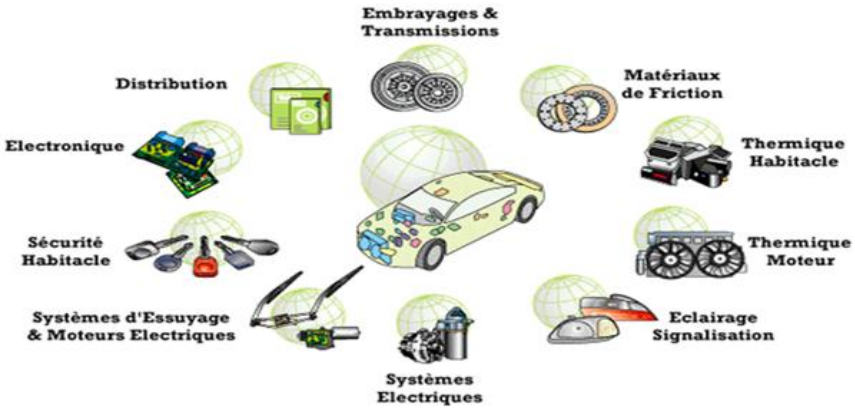


Fig.1.1 : Les branches d'activité de LEONI.

Position dans le marché mondial :

N° 1 en Europe :

- Avec 24% des parts de Marché
- Classement : LEONI, Delphi, Yazaki, Sumitomo

- **N° 4 dans le monde :**

  - Avec près de 9% des parts de marché
  - Classement : Delphi, Yazaki, Sumitomo, LEONI, Lear, etc.

La Branche de Leoni installée au Maroc est : LEONI WS (systèmes électriques). Elle possède cinq sites :

- Un site pour la recherche et développement (VERDI).
- Quatre sites pour la production : Ain sebaa, Bouznika, Berrechid, et Bouskoura.

2.2 Présentation de LEONI Bouskoura

LEONI Bouskoura, nommée auparavant CABELEC a démarré son activité en 1971 avec la fabrication des faisceaux pour le montage des voitures particulières et des poids lourds.

En 1998, la société a été rachetée par LABINAL SYLEA qui a essayé surtout de développer le système de production.

L'an 2000 a connu la cession de la division de câblage à l'équipementier VALEO, qui s'est délesté à son tour de son activité câblage pour le groupe allemand LEONI dans un cadre de stratégie de développement et d'amélioration du groupe.

Le site produit des faisceaux électriques pour automobile à partir des câbles électriques, de boîtiers et de connections. Les matières premières (câbles, boîtiers, connexions et habillage) arrivent par des semi-remorques, à une fréquence d'environ 1 remorque par jour. Elles sont réceptionnées, contrôlées et stockées dans le magasin situé dans le bâtiment principal.

Les différentes familles de faisceaux électriques fabriquées sont :

- Faisceaux principaux
- Faisceaux porte
- Faisceaux planche de bord
- Faisceaux moteurs
- …

Pour chaque famille, il existe plusieurs références (moteur essence, diesel…)

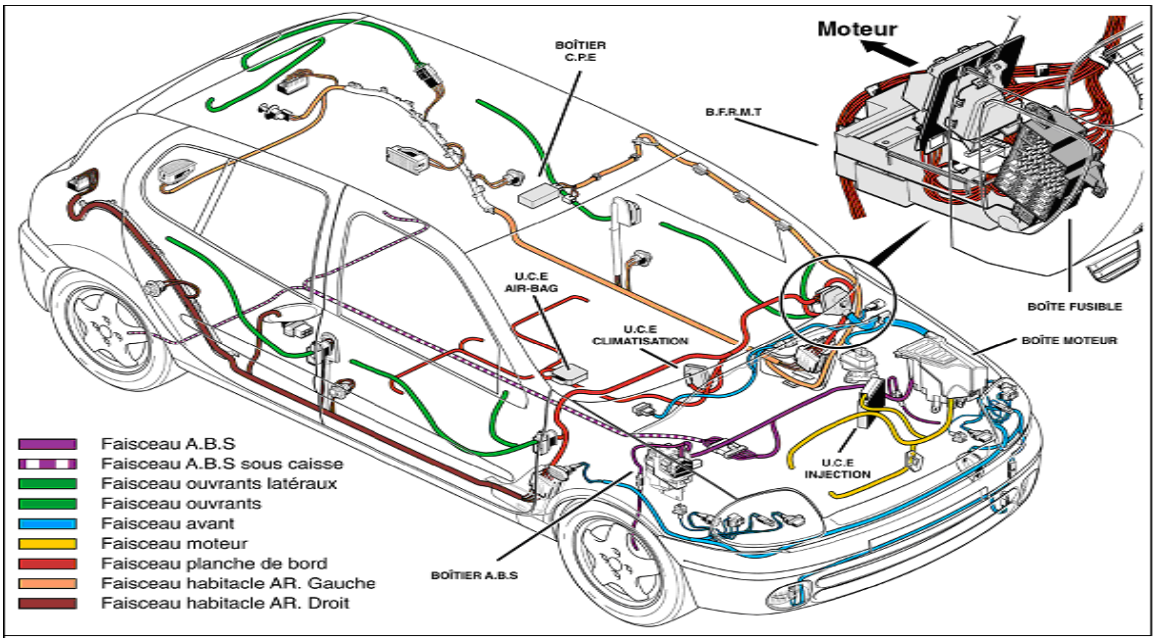


Fig.1.2 : Faisceaux électriques pour automobile

2.2.1 Fiche signalétique

Le tableau 1.1 présente la fiche signalétique de LEONI Bouskoura, et donne un aperçu général sur ses différentes activités.

Tab.1.1 : Fiche signalétique LEONI Bouskoura

Raison sociale	LEONI Bouskoura S.A.
Capital	36 625 800 DHS
Surface du site	25684 m^2 (en extension)
Effectif	Plus que 2000
Divisions	PSA, SI
Nombre d'entités	4 segments
Objet social	Fabrication et commercialisation des différentes familles de faisceaux (faisceaux principaux, faisceaux porte, faisceaux planche de bord, faisceaux moteurs, faisceaux câbles batterie, faisceaux habitacles, faisceaux pavillon, faisceaux volet, faisceaux accessoires, faisceaux d'équipement, faisceaux de sécurité)

2.2.2 Les entités de LEONI Bouskoura

L'unité de production est répartie sur 4 entités principales, selon le type de faisceaux à produire, on trouve :

- **Segment 1 & segment 2 :** ces deux segments sont spécialisés dans la fabrication des faisceaux qui sont destinés surtout à la motorisation du véhicule. Parmi les références montées sur ces deux unités, on cite 407 et Peugeot407, 308. Signalons que ces deux unités font partie de PSA (division CITROEN PEUGEOT).

Fig.1.3 : Quelques projets LEONI Bouskoura

- **Segment 3 :** cette unité est destinée à la fabrication des faisceaux d'accessoires, d'équipements et de sécurité. Elle appartient à SI (division équipementier), et elle se caractérise par le fait d'être le fournisseur du fournisseur, ce qui la différencie par rapport à PSA qui est un fournisseur direct du constructeur. Parmi ses clients on peut citer Mercedes, Volkswagen...
- **Segment 4 ou unité de sous-traitance**: il fait la sous-traitance des faisceaux électriques destinés à la motorisation du véhicule pour LEONI Bouskoura.

2.2.3 Organigramme

L'organisation de LEONI Bouskoura s'articule autour des deux divisions : BU SI et BU PSA en plus des départements ressources humaines, service technique, logistique, management de la qualité, LPS plus, et financier.

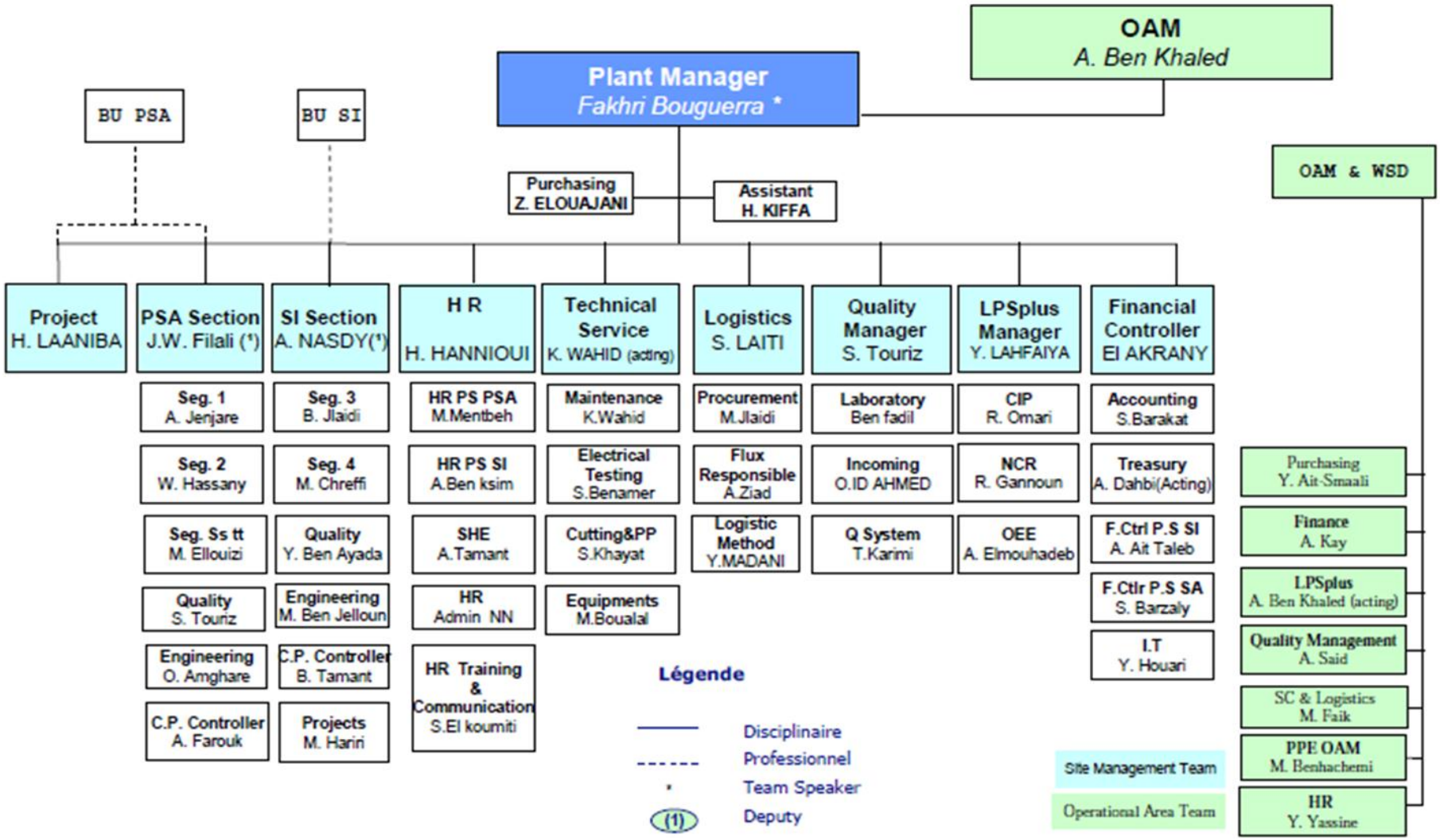


Fig.1.4 : Organigramme LEONI Bouskoura

2.2.4 Mission des différents services

- **Le service des ressources humaines**

Disposer à temps des effectifs suffisants et en permanence, assurer une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation. Il joue aussi le rôle de facilitateur et accompagnateur, en social afin d'atteindre des objectifs escomptés par le groupe en matière de ressources humaines.

- **Le service technique**

Il assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale, tout en essayant d'optimiser et d'ameliorer les moyens.

- **Le service logistique**

Son rôle est d'optimiser la mise en place et le lancement des programmes de fabrication tout en assurant une gestion optimale du stock et une expédition à temps aux clients.

- **Le service qualité**

C'est le garant de la politique et du système qualité de l'entreprise à travers l'implantation d'un système qualité fiable qui répond aux exigences des clients afin d'atteindre le niveau de qualité escompté sur le plan du processus et des produits.

- **Le service financier**

Assure les fonctions financières et comptables de l'entreprise, développe et implante les pratiques, les procédures financières et le contrôle de gestion qui affectent la santé financière de la compagnie tout en veillant à la préservation du patrimoine financier de l'entreprise.

- **Le service LPS plus**

Le but de ce service est développer la culture d'amélioration quotidienne pour accroitre la competitivité en se basant sur neuf éléments. (Voir annexe 1)

- **Le service production**

Il a pour principale mission la réalisation des plannings de production tout en assurant la qualité requise du produit, en respectant les délais fixés au préalable et en optimisant les performances.

3. Câblage automobile

3.1 Généralités

Le faisceau électrique d'un véhicule a pour fonctions principales d'alimenter en énergie ses équipements de confort (lève-vitres,) et certains équipements de sécurité (Airbag, Eclairage), mais aussi de transmettre les informations aux calculateurs, de plus en plus nombreux avec l'intégration massive de l'électronique dans l'automobile. Le parcours du câblage dans le véhicule définit son architecture qui peut être ainsi complexe et surtout variée. Ce produit qu'est le câblage est constitué d'un ensemble de conducteurs électroniques, terminaux, connecteurs et matériels de protection.

Un câblage se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre elles. Cette division est très utile pour faciliter certaines tâches pour le client en l'occurrence le montage dans la voiture, ou bien la réparation en cas de panne du fonctionnement électrique dans l'automobile. Ainsi on peut distinguer entre plusieurs types de câblage :

- Câblage principal (Main)
- Câblage moteur (Engine)
- Câblage sol (Body)
- Câblage porte (Door)
- Câblage toit (Roof)
- Autres...

Fig.1.5 : Type de câblage dans l'automobile

3.2 Composants d'un câble

Fig.1.6 : Composants d'un câble

- **Fil Conducteur :** conduit le courant électrique d'un point á un autre.
- **Terminal:** assure une bonne connexion entre deux câbles (l'un est une source d'énergie, l'autre est un consommateur d'énergie)
- **Connecteur :** Ce sont des pièces où les terminaux seront insérés, ils permettent d'établir un circuit électrique débranchable, établir un accouplement mécanique séparable et isoler électriquement les parties conductrices.
- **Accessoires :** Ce sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage
- **Les rubans d'isolement, les tubes.**

Exemples de connecteurs	*Terminaux*	*tubes de ruban d'isolement*	*PVC*

Fig.1.7 : Les différentes composantes d'un câble

- **Matériel de Protection (Fusibles) :** sont des pièces qui protègent les équipements électriques et câblage de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.
- **Clips ou agrafes :** Les clips sont des éléments qui permettent de fixer le câblage á la carrosserie de l'automobile. Sans les clips le montage serait impossible, le câblage restera détaché provocant des bruits et exposé aux détériorations à cause des frottements.

3.3 Processus de fabrication des faisceaux électriques

Avant de décrire le processus de fabrication des deux activités (PSA et SI) sur le site de Bouskoura, il se voit indispensable de définir tout d'abord les différents éléments du processus de fabrication d'un faisceau.

- **La coupe**

C'est l'opération qui consiste à découper le fil selon la longueur mentionnée dans la gamme de coupe.

- **Le dénudage**

Le dénudage consiste à enlever l'isolant du câble, de façon à libérer la partie conductrice.

Fig.1.8 : Fil coupé et dénudé

- **Le marquage**

Le marquage continu ou positionné du fil à l'aide d'une imprimante IMAJE ou WEIDENBACH ;

Fig.1.9 : Marquage du câble sur la partie isolante.

- **La pose de joint étanche**

Fig.1.10 : Câble serti des deux côtés avec un joint à droite.

- **Le sertissage**

C'est l'opération qui assemble le câble avec la connexion, elle a pour but d'assurer la liaison électrique.

Fig.1.11 : Câble serti des deux terminaux par deux connexions différentes.

En effet, le câble est constitué de deux éléments essentiels:

- **Le brin**: Partie métallique en cuivre qui assure la conduite électrique.
- **L'isolant**: Gaine isolante en PVC pour protéger le brin.

La connexion est l'élément de base qui assure le raccordement électrique entre le fil et l'organe qui doit recevoir la tension électrique nécessaire pour son fonctionnement.

- **L'étamage**

C'est l'opération qui consiste à déposer de l'étain sur les cosses, pour offrir une bonne conductibilité électrique et améliorer la soudabilité.

- **L'épissurage**

C'est l'opération de soudage de deux ou plusieurs fils pour construire un noeud. Son principe est de placer les extrémités à souder dans un siège d'enclume qui assure l'énergie de soudage (température et pression), et ensuite assurer l'isolation par le biais d'un joint ayant une appellation Manchon.

- **Le surmoulage**

Le surmoulage sert pour la mise en forme du câblage et assure une fonction d'étanchéité entre le compartiment moteur et l'habitacle.

- **Le montage**

Le montage d'un faisceau peut être fait soit sur une planche fixe, une LAD ou une Carrousel, où sont tracés les cheminements du fils, le positionnement des différents composants montés sur le faisceau.

A ce niveau est effectué les opérations suivantes : encliquetage des fils dans les boitiers, enrubannage, mise en place d'agrafes, mise en place de frettes.

- **Le contrôle électrique**

Ce type de vérification consiste à contrôler la conductivité et la continuité du courant à travers tout le faisceau.

- **Le contrôle final**

C'est un contrôle visuel à 100% qui consiste à contrôler la qualité, la forme et les dimensions du faisceau avant son conditionnement.

- **Le conditionnement**

Cette étape permet le positionnement du faisceau dans un contenant normalisé (carton, bac plastique) afin de le protéger et faciliter sa manutention.

A chaque poste de conditionnement on trouve un lecteur code barre et une imprimante portable pour vérifier l'adéquation entre le contenant (étiquette emballage GALIA) et le contenu (étiquette et nombre de câblage) et d'éditer une étiquette de contrôle.

3.3.1 Processus de fabrication de l'activité PSA

Le processus de fabrication des câbles dans l'activité PSA suit le cheminement illustré sur la figure 1.12

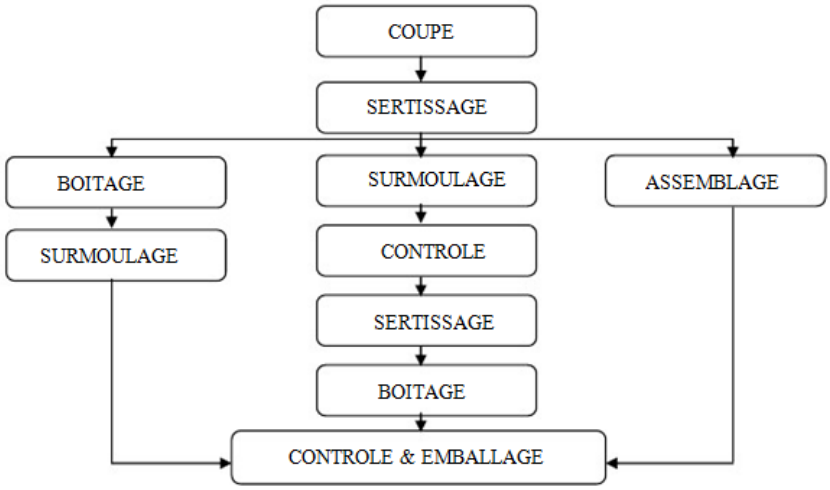


Fig.1.12 : Processus de fabrication faisceaux PSA

3.3.2 Processus de fabrication de l'activité SI

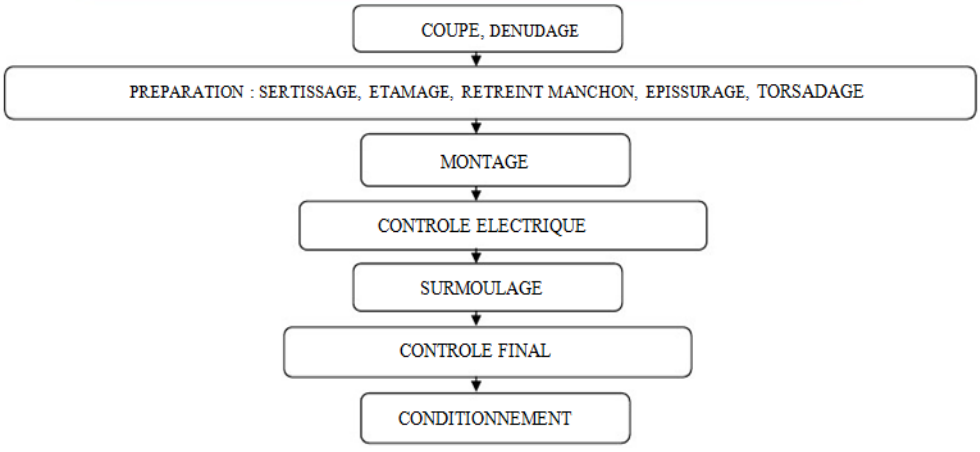


Fig.1.13 : Processus de fabrication faisceaux SI

4. Conclusion

L'organisme d'acceuil, et le contexte du travail étant éclaircis, le chapitre suivant portera une déscription détaillée du cahier de charges, et du plan du projet sur Gant.

Chapitre 2 :

Définition du cahier de charges et du plan d’action

1. Introduction

Obtenir les résultats attendus, répondre aux exigences des responsables sont les atouts principaux de toute démarche efficace permettant d'obtenir des résultats tangibles.

Le but de ce chapitre est de présenter la problématique du projet, le cahier des charges, la démarche suivie pour répondre au besoin de l'ensemble des parties prenantes du projet et le plan d'action.

2. Mise au point de la problématique

La définition de la problématique est une étape primordiale, elle permet de bien comprendre le problème et mesurer l'écart entre la situation actuelle et voulue dans un but de trouver les solutions les plus adaptées.

La problématique de mon projet de fin d'étude peut être résumée dans les aspects suivants :

- Machines désordonnées, encombrées et sales ;
- Un environnement peu agréable et peu propice à une activité efficace ;
- Des habitudes de travail non adaptées ;
- Gaspillages matière première ;
- Risque de pannes élevé ;
- Risque d'accident de travail ;
- Difficulté de détecter le dysfonctionnement des équipements.

3. Définition de projet

Trouver les causes racines, choisir les solutions optimales pour un problème ou une situation nécessite une grande compréhension du problème. Dans ce sens, la méthode QQOQCP [1] permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels.

Le tableau ci-dessous donne un bref aperçu sur mon projet de fin d'études :

Tab.2. 1 : Définition du projet

QQOQCP	
Quoi	**Activité :** Implémentation LTPM dans les machines Isojet PU de surmoulage **Produit :** Faisceaux électriques A9 **Service :** Technique
Qui	**Les clients :** LEONI BSK
Où	LEONI BSK, segment1, A9
Quand	Du 05/03/2012 au 08/06/2012
Comment	Mettre en place un standard 5S Mettre en place la maintenance autonome Assurer la formation LTPM des gens
Pourquoi	Standardisation des postes de travail Optimisation des performances des machines

4. Définition du cahier des charges

Etant des machines critiques (arrêt de la machine = arrêt de la ligne), neuves mais désordonnées et sales, ne respectant pas les consignes de sécurité, les machines Isojet PU A9 nécessitent d'urgence une mise à niveau pour optimiser leurs performances, pour cela, LEONI BSK prévoit d'implémenter la démarche LTPM sur ces dernières.

Dans cette perspective s'inscrit mon projet qui s'appuie sur deux piliers de la base LTPM. En effet pour réussir et perdurer le projet je suis amené à :

- Analyser l'existant en termes des 5S, de disponibilité;
- Mettre en place un standard 5S ;
- Mettre en place la maintenance autonome ;
- Assurer la formation LTPM.

5. La démarche d'étude du projet

Pour aborder la problématique précitée, j'ai adopté une démarche d'étude basée sur un ensemble des outils.

Le schéma suivant présente la démarche d'étude adoptée :

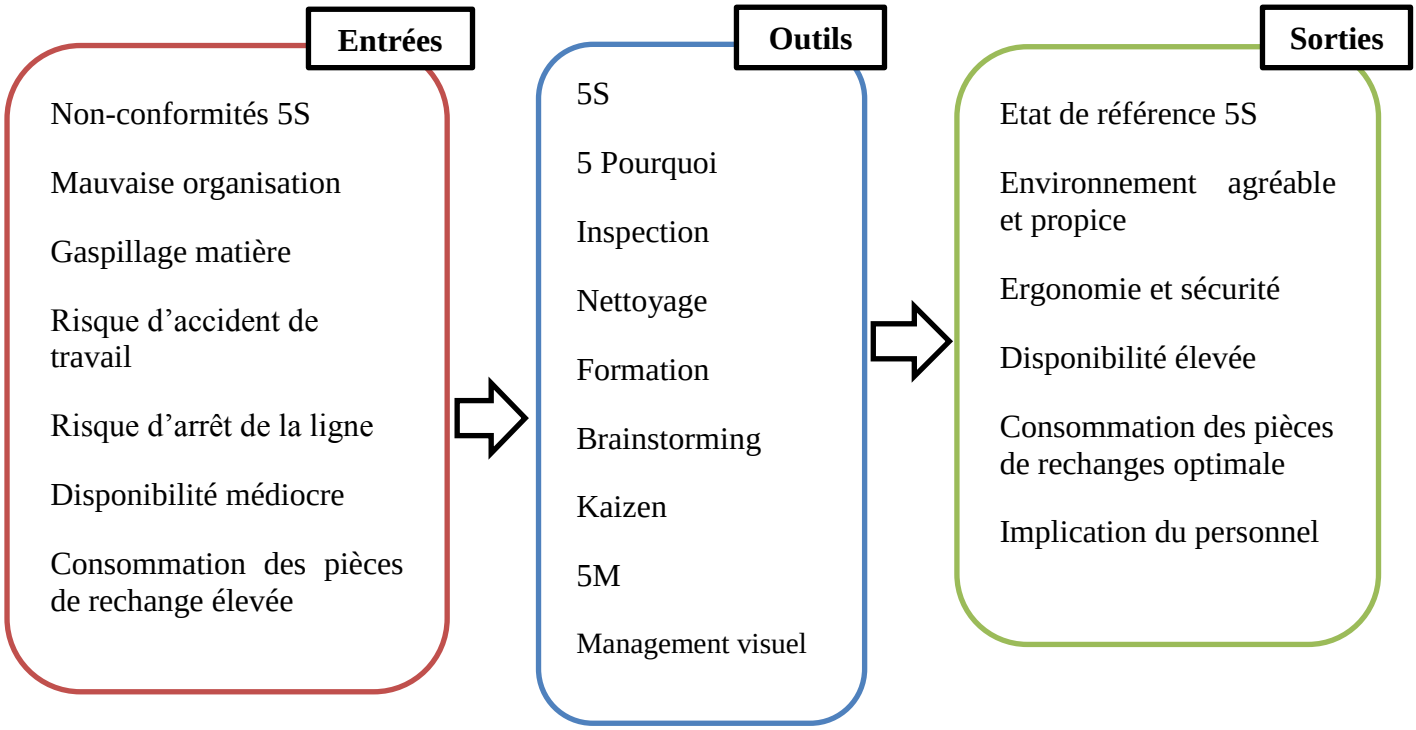


Fig.2.1 : La démarche d'étude

6. Plan d'action du projet

En se basant sur le cahier des charges précité, j'ai élaboré un plan d'action en tenant compte du temps alloué pour ce projet.

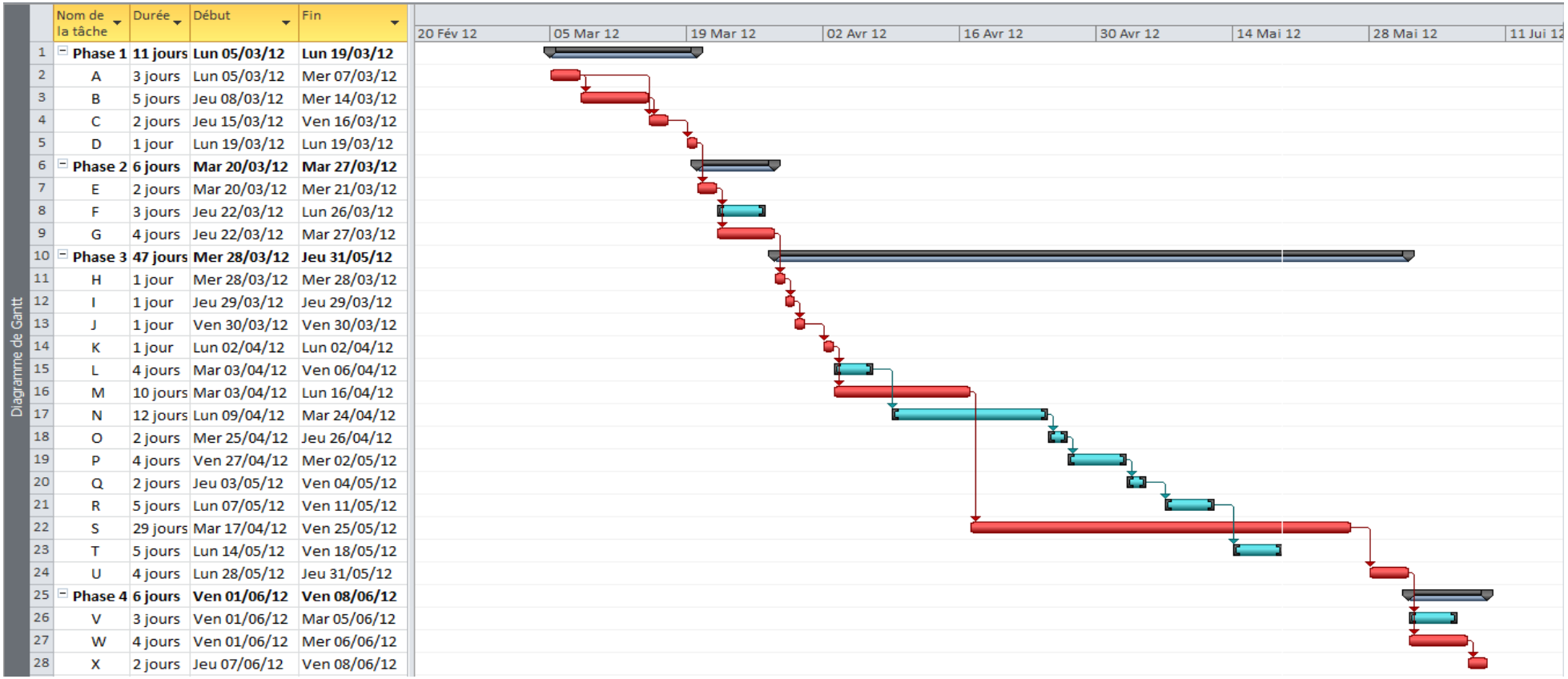
Le tableau ci-dessus présente le planning détaillé du projet :

Tab.2. 2 : Planning du projet

		Tâche	Prédécesseur	Durée (J)	Date début	Date fin
Phase 1	**Phase d'intégration et définition du thème de projet**			**11**	**05/03/2012**	**19/03/2012**
	A	Se familiariser avec le processus de production des faisceaux électriques		3	05/03/2012	07/03/2011
	B	Découvrir les différents services de LEONI BSK	A	5	08/03/2012	14/03/2012
	C	S'approfondir dans la démarche LTPM	A,B	2	15/03/2012	16/03/2012
	D	Définir de près le cahier de charges du projet	C	1	19/03/2012	19/03/2012
Phase 2	**Phase de recueil des informations**			**6**	**20/03/2012**	**27/03/2012**
	E	Comprendre le principe de fonctionnement de la machine PU Isojet	D	2	20/03/2012	21/03/2012
	F	Définir les indicateurs de performance 5S et les évaluer	E	3	22/03/2012	26/03/2012
	G	Mettre en évidence la disponibilité actuelle des machines PU Isojet	E	4	22/03/2012	27/03/2012
Phase 3	**Phase de déploiement de la démarche LTPM**			**47**	**28/03/2012**	**31/05/2012**
	H	Définir l'équipe projet	G	1	28/03/2012	28/03/2012
	I	Choisir la machine pilote	H	1	29/03/2012	29/03/2012
	J	Démarrer le chantier LTPM dans les machines	I	1	30/03/2012	30/03/2012
	K	Agencement des red cards pour la détection des anomalies	J	1	02/04/2012	02/04/2012
	L	Corriger les anomalies à réflexion immédiate	K	4	03/04/2012	06/04/2012

	M	Définir les besoins standard 5S	K	10	03/04/2012	16/04/2012
	N	Recevoir les besoins (appel aux fournisseurs)	L	12	09/04/2012	24/04/2012
	O	Mettre en place le standard 5S	N	2	25/04/2012	26/04/2012
	P	Mettre en place une gamme d'inspection (maintenance autonome)	O	4	27/04/2012	02/05/2012
	Q	Définir et mettre en place le kit de nettoyage (maintenance autonome)	P	2	03/05/2012	04/05/2012
	R	Mettre en place une gamme de nettoyage (maintenance autonome)	Q	5	07/05/2012	11/05/2012
	S	Mettre en place une application pour le verrouillage du nettoyage	M	29	17/04/2012	25/05/2012
	T	Définir et mettre en place les instructions de sécurité	R	5	14/05/2012	18/05/2012
	U	Assurer la formation LTPM	S	4	28/05/2012	31/05/2012
Phase 4	**Phase d'évaluation des gains**			**6**	**01/06/2012**	**08/06/2012**
	V	Evaluation des gains en termes d'indicateurs de performance 5S	V	3	01/06/2012	05/06/2012
	W	Evaluation des gains en termes de disponibilité	V	4	01/06/2012	06/06/2012
	X	Evaluation des gains quantifiables et non quantifiables	X	1	07/06/2012	08/06/2012

La figure suivante représente le diagramme Gant [2] du projet :



	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1	**Phase 1**	**11 jours**	**Lun 05/03/12**	**Lun 19/03/12**
2	A	3 jours	Lun 05/03/12	Mer 07/03/12
3	B	5 jours	Jeu 08/03/12	Mer 14/03/12
4	C	2 jours	Jeu 15/03/12	Ven 16/03/12
5	D	1 jour	Lun 19/03/12	Lun 19/03/12
6	**Phase 2**	**6 jours**	**Mar 20/03/12**	**Mar 27/03/12**
7	E	2 jours	Mar 20/03/12	Mer 21/03/12
8	F	3 jours	Jeu 22/03/12	Lun 26/03/12
9	G	4 jours	Jeu 22/03/12	Mar 27/03/12
10	**Phase 3**	**47 jours**	**Mer 28/03/12**	**Jeu 31/05/12**
11	H	1 jour	Mer 28/03/12	Mer 28/03/12
12	I	1 jour	Jeu 29/03/12	Jeu 29/03/12
13	J	1 jour	Ven 30/03/12	Ven 30/03/12
14	K	1 jour	Lun 02/04/12	Lun 02/04/12
15	L	4 jours	Mar 03/04/12	Ven 06/04/12
16	M	10 jours	Mar 03/04/12	Lun 16/04/12
17	N	12 jours	Lun 09/04/12	Mar 24/04/12
18	O	2 jours	Mer 25/04/12	Jeu 26/04/12
19	P	4 jours	Ven 27/04/12	Mer 02/05/12
20	Q	2 jours	Jeu 03/05/12	Ven 04/05/12
21	R	5 jours	Lun 07/05/12	Ven 11/05/12
22	S	29 jours	Mar 17/04/12	Ven 25/05/12
23	T	5 jours	Lun 14/05/12	Ven 18/05/12
24	U	4 jours	Lun 28/05/12	Jeu 31/05/12
25	**Phase 4**	**6 jours**	**Ven 01/06/12**	**Ven 08/06/12**
26	V	3 jours	Ven 01/06/12	Mar 05/06/12
27	W	4 jours	Ven 01/06/12	Mer 06/06/12
28	X	2 jours	Jeu 07/06/12	Ven 08/06/12

Légende :

: Chemin critique

: Chemin non-critique

: Tâche principale

Fig.2. 2 : Planning du projet

A partir du diagramme Gant, on établit le tableau suivant :

Tab.2. 3 : Informations sur le projet

Date de début	05/03/2012
Date de fin	08/06/2012
Durée globale	70 jours
Chemin critique	A, B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, S, U, W, X

En effet, ce plan d'action découle de la démarche PDCA ou La roue de Deming qui s'appuie sur le principe d'amélioration continue. (Voir Approche méthodologique Annexe 2)

7. Conclusion

La définition du cahier des charges et du plan d'action est un tremplin pour la réussite de n'importe quel projet. En effet, dans ce chapitre j'ai présenté la problématique de mon projet ainsi le cahier de charges et le plan d'action pour pouvoir répondre à cette problématique.

Chapitre 3 :

Démarche TPM, approche LTPM

1. Introduction

Avant de présenter le travail effectué sur terrain, il s'avère nécessaire de mettre le point sur les objectifs de la TMP, et ses principaux piliers, tels sont les objets de ce chapitre.

2. Objectif de la TPM

La TPM est une démarche globale d'amélioration permanente des ressources de production qui vise la performance économique des entreprises.

C'est une démarche globale dans le sens où elle concerne tous les hommes, du directeur à l'opérateur mais aussi toutes les fonctions de l'entreprise.

Cette démarche a pour objectifs : [3]

→ L'amélioration de l'efficience et de l'efficacité dans tous les domaines techniques
→ L'amélioration de la productivité, de la qualité, de la sécurité et de la motivation dans le secteur de la production
→ La prévention des pertes et gaspillages (temps d'arrêt des machines, temps de préparation, rebut…)
→ La réduction des coûts et stocks (p.ex. en ce qui concerne les pièces de rechange et d'usure)
→ La standardisation des processus en rapport avec les installations

3. Les principes de la TPM [4]

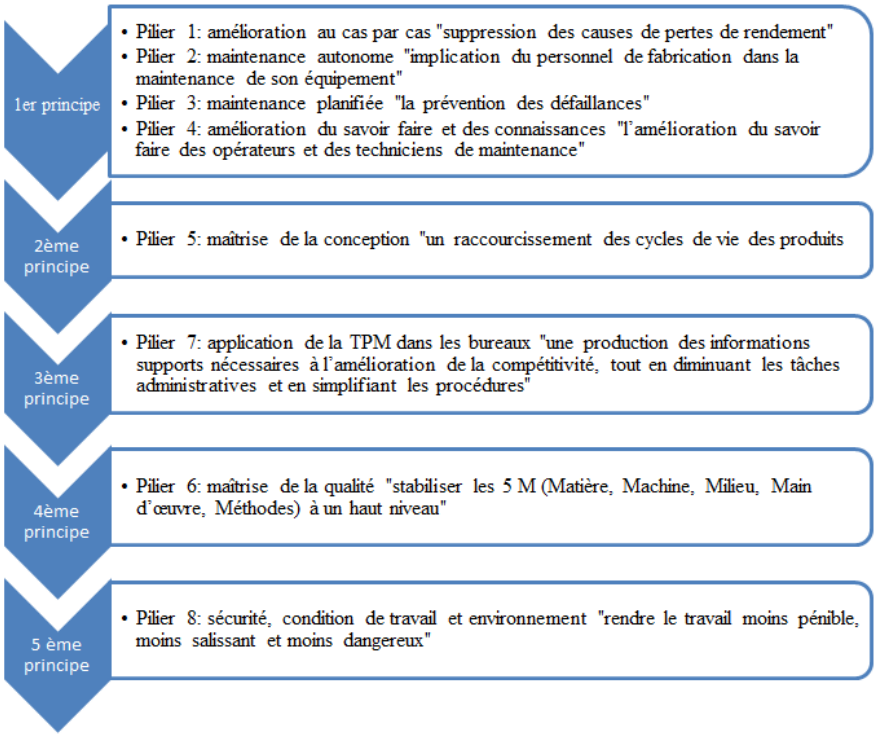


Fig.3.1 : Principes de la TPM

4. Approche LTPM

LEONI Wiring systems prend 4 piliers comme principaux, accompagnés des 5S, et les définit dans sa démarche Leoni Total Productive Management (LTPM), comme illustre la figure suivante : [3]

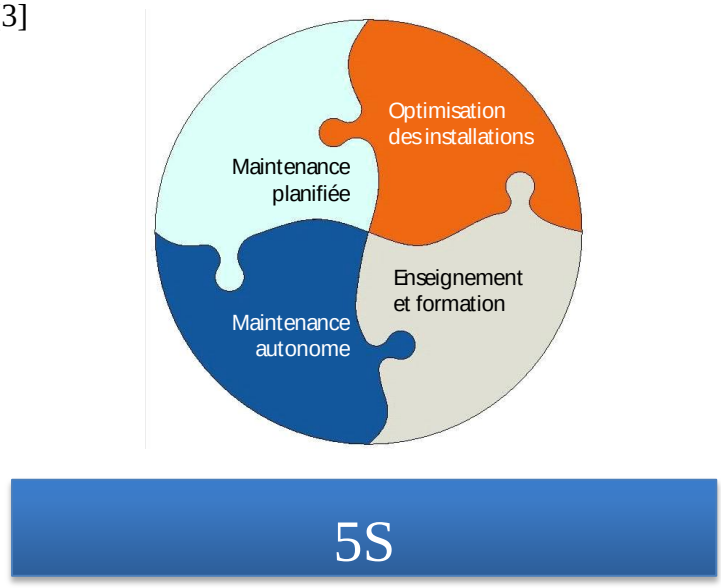


Fig.3.2 : Base LTPM

Avant d'implémenter les 4 piliers présentés sur la figure (Fig.3.2), la démarche LTPM exige une implication et un standard 5S. Cette méthode d'organisation est fondée sur 5 mots japonais dont la première lettre commence par un S. le tableau suivant propose un résumé de la démarche [5]:

Tab.3.1 : La démarche 5S

5S	Signification	Intérêts	Actions
Seiri : débarrasser	C'est faire la différence entre l'indispensable et l'inutile et se débarrasser de tout ce qui encombre le poste de travail.	Y voir plus clair sur son poste de travail et son environnement.	Trier, identifier, repérer, réemployer ou recycler, sinon jeter, prévoir les moyens d'évacuation.
Seiton : Ranger	C'est disposer les objets de façon à pouvoir trouver ce qu'il faut quand il faut.	Améliorer l'efficacité et augmenter la productivité en éliminant le temps perdu.	Stocker de manière fonctionnelle, identifier chaque endroit de rangement, tenir compte de l'ergonomie.
Seiso: Nettoyer	C'est éliminer les déchets, la saleté et pour une propreté irréprochable du poste de travail	Comprendre que nettoyer c'est détecter plus rapidement les dysfonctionnements.	Nettoyer, embellir, repeindre, coordonner le nettoyage, Eliminer les causes de salissure.
Seiketsu: Standardiser	C'est définir des règles communes au secteur 5S, à partir des résultats acquis.	Mettre en place des règles de management pour que les 5S deviennent une habitude.	Créer et faire évoluer des règles communes, Privilégier la visualisation des règles.
Shitshuke: pérenniser et pratiquer	C'est faire participer tout le monde par l'exemplarité.	Changer les comportements de chacun en recherchant l'amélioration permanente	Former le personnel, 5 minutes par jour pour les 5S. Enregistrer les résultats, les afficher, les valoriser.

4.1 1er composant : la maintenance autonome

L'opérateur est rendu capable d'effectuer des travaux mineurs d'inspection et de nettoyage par sa propre initiative.

Le contenu de ces actions est de :

- → Etablir des conditions idéales pour les installations, les postes de travail et l'environnement
- → Apprendre aux employés de prendre soin et d'entretenir leurs installations, jusqu'à effectuer des travaux mineurs de maintenance

4.2 2ème composant : l'enseignement et la formation

L'objectif est d'améliorer la qualification concernant l'utilisation et la maintenance par le moyen de formations appropriées.

Les employés sont informés des outils LTPM ainsi que des capacités et compétences pour identifier et éliminer les gaspillages et les pertes, la réduction du temps de préparation, les activités d'optimisation et les techniques de solution de problèmes.

Le contenu est comme suit :

- → Constituer des équipes transversales pour la solution de problèmes
- → Analyser les types de pertes
- → Appliquer les techniques d'amélioration et les méthodes selon LTPM

4.3 3ème composant : la maintenance planifiée

Sa finalité est de garantir la disponibilité maximale des installations en production, en respectant l'entretien préventif de ces derniers.

4.4 4ème composant : l'optimisation des installations

Ce composant réunit toute autre activité nécessaire pour l'optimisation des installations.

5. Conclusion

Une fois la démarche LTPM définie, il est temps d'analyser les machines qui font l'objet du projet en termes d'indicateurs de performance, avant de déployer la démarche LTPM.

Chapitre 4 :

Diagnostic et analyse de l’existant

1. Introduction

Avoir une image claire et détaillée de l'existant est une étape fondamentale de toute étude d'amélioration. En effet, débuter par un diagnostic permet d'évaluer les écarts entre les objectifs escomptés et la situation actuelle.

Le présent chapitre constitue une présentation abrégée du principe de fonctionnement des machines concernées, une analyse générale du niveau 5S, des causes racines des non conformités 5S sur lesquelles il faut concentrer les efforts et la synergie et d'indicateur de disponibilité avant l'implémentation du projet.

2. Principe de fonctionnement des machines PU Isojet

Deux produits, l'ISO et le Polyol, sont poussés respectivement, de la résine Polyol et de la cuve ISO, vers le pistolet de distribution par l'intermédiaire des 2 pompes de précision à engrenages.

Les produits traversent ensuite un mélangeur statique (32 éléments de mélange : les deux produits sont mélangés 32^2 fois (1024 fois) avant de sortir du mélangeur).

La sortie du mélangeur est raccordée à la cheminée du « grommet » TdT A9 => la pièce se remplit par le principe de la coulée [6].

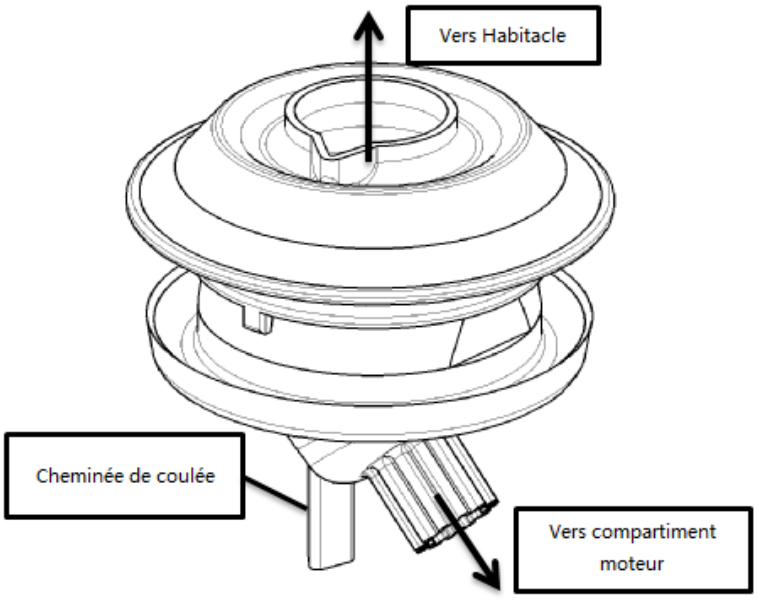


Fig.4.1 : Grommet TdT A9

2.1 Synoptique du processus d'injection [6]

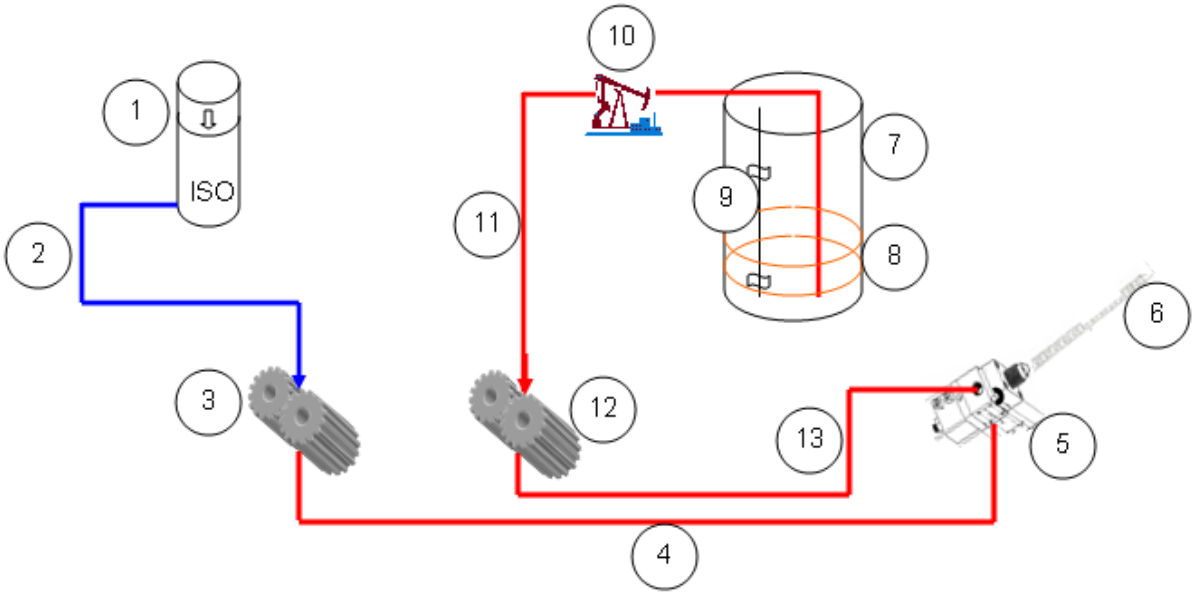


Fig.4.2 : Processus d'injection

1. Cuve Iso : le produit est poussé vers la pompe par pression de 2 bars.
2. Tuyau de liaison de la cuve Iso vers la pompe à engrenages Iso.
3. Pompe à engrenage pour l'isocyanate, un manomètre mesure la pression en sortie.
4. Tuyau de liaison de la pompe à engrenages Iso vers le pistolet de distribution.
5. Pistolet de distribution : c'est un simple distributeur pneumatique qui ouvre et ferme les circuits de polyol et d'isocyanate simultanément à la commande d'injection et à la fin du temps de coulée programmé.
6. Mélangeur statique : voir principe de fonctionnement.
7. Ensemble fût de polyol : cet ensemble est composé d'un fût (220 l) d'un couvercle assisté par vérin pour la montée et la descente.
8. Ceinture chauffante : cette ceinture permet de chauffer le polyol à une T° de 45/50°C
9. Agitateur : le polyol est un produit qui a tendance à se déposer, il faut donc l'agiter, le mélanger constamment
10. Pompe de gavage polyol : cette pompe pneumatique
11. Tuyau chauffant qui relie la pompe de gavage polyol à la pompe à engrenage polyol.
12. Pompe à engrenage pour le polyol, un manomètre mesure la pression en sortie.
13. Tuyau chauffant qui relie la pompe à engrenage de polyol au pistolet de distribution.

2.2 Le poste de mise en œuvre [6]

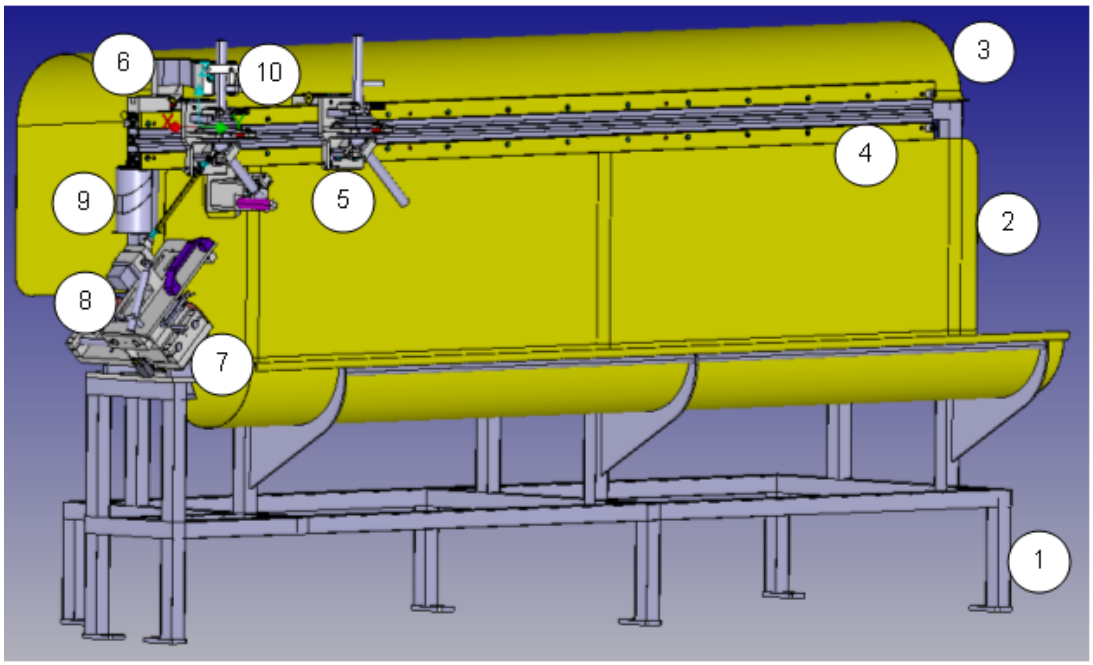


Fig.4.3 : Poste de mise en œuvre

- **Descriptif de chaque élément ci-dessous :**

1. Châssis en tube acier mécano soudé.
2. Tôle Inox de réception et de protection des câblages partie moteur.
3. Tôle Inox de réception et de protection des câblages partie habitacle.
4. Rail de guidage : ce rail porte ce qu'on appelle 'posoir'.
5. Posoir : Elément qui supporte le faisceau lors de l'injection et de la polymérisation.
6. Module coulée : c'est l'ensemble mécanique qui permet de réaliser la coulée ;
   - Maintien du posoir en position.
   - Support capteur coté habitacle, coté moteur.
7. Chariot porte pistolet de distribution : C'est l'ensemble mécanique qui permet de placer le pistolet de distribution :
8. Fixation du pistolet de distribution.
9. Dispositif de fixation du sac de récupération des purges.
10. Support capteurs coté habitacle.
11. Un système de chauffage par émetteurs Infrarouge est installé le long du rail, pour réduire au minimum le temps de polymérisation.

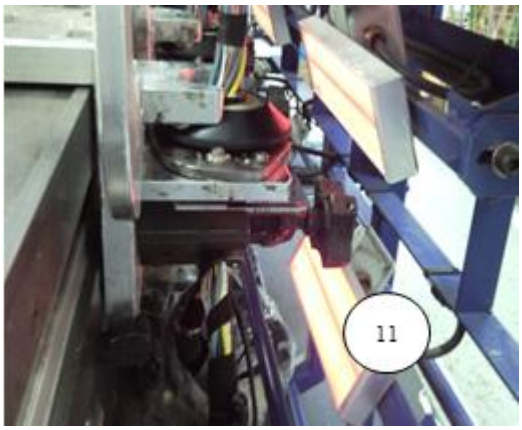


Fig.4.4 : Unités de chauffe

12. Un système de blocage des posoirs 'débrayeur' est mise en place, afin de s'assurer que les câblages seront restés sur le rail de polymérisation pendant le temps suffisant.

Fig.4.5 : Débrayeur de blocage des posoirs

3. Niveau 5S dans les machines PU Isojet

La démarche 5S est un passage incontournable sur le chemin de l'excellence au quotidien. En effet pour savoir le niveau des 5S dans les machines PU Isojet, j'ai procédé par un diagnostic général en se basant sur une grille de cotation qui contient un ensemble des critères sur lesquels il faut attribuer des notes.

Chaque critère est noté de 1 à 4 selon le niveau du respect de ce dernier.

Les points de 1 à 4 correspondent :

- 1 : Mauvais
- 2 : Passable
- 3 : Bien
- 4 : Très bien

Le tableau suivant représente la grille et le résultat de cotation 5S pour les machines PU

Isojet pour le mois de Mars 2012:

Tab.4.1 : Grille de cotation 5S générale

Eléments	Note	Observations
Eliminer		
Absence d'objets inutiles.	**2**	Présence des objets inutiles.
Câbles, tuyaux ordonnés.	**1**	Tuyaux non enroulé et sur le sol.
Documents, dossiers ordonnés.	**1**	Documents sals et collés sur l'armoire électrique.
Lignes de limite des zones bien définies.	**1**	Pas de marquage et d'ilotage.
Sous Total	**5**	
Ranger		
Bonne gestion d'outillage.	**1**	Manque de support d'outillage.
Identification des emplacements et des zones de postes de travail.	**1**	Manque d'identifications des objets.
Casiers (objets personnels).	**1**	Mal organisés et non identifiés.
Stocks bien définis et respectés.	**1**	La limite maximale de stock n'est pas définie.
Bonne gestion des déchets.	**1**	Pas d'évacuation quotidienne des déchets.
Sous total	**5**	
Nettoyer		
Matériel de nettoyage présent.	**1**	Manque de matériel de nettoyage.
Poubelles (emplacement et esthétisme).	**2**	Emplacement poubelle non respecté, absence des affiches d'environnement.
Nettoyage bien exécuté.	**1**	Pas de nettoyage quotidien.
Sous total	**4**	
Standardiser		
Absence Poussières, fuites, état de sol.	**1**	Présence des fuites et sol sale.
Présence et bon état de matériel de sécurité.	**1**	Absence du matériel de sécurité.
Bon état de matériel de signalisation.	**2**	Pas de véritable signalisation.
Présence des règles et des consignes de travail.	**1**	Affiches insuffisantes, sales et déchirées.
Sous Total	**5**	
Pratiquer		
Respect des règles de sécurité.	**1**	Manque de respect des règles de sécurité.
Présence et bon état des EPI.	**1**	Mauvais état des EPI.
Respect des procédures de travail (nettoyage, tri de déchets, emplacement et limite de stock…..).	**1**	Manque de respect des procédures de travail.
Sous Total	**3**	
Total	**22**	

A partir de ce résultat obtenu dans le tableau de cotation, on définit le pourcentage pour chaque pilier des 5S et le pourcentage total.

Le tableau suivant regroupe les résultats obtenus:

Tab.4.2 : Résultat de cotation 5S générale

Elément	Note	Nb de critères	Note Possible	Pourcentage
Eliminer	5	4	16	**31.2%**
Ranger	5	5	20	**25%**
Nettoyer	4	3	12	**33.3%**
Standardiser	5	4	16	**31.2%**
Pratiquer	3	3	12	**25%**
5S	22	19	76	**28.9%**

Pour bien illustrer les résultats obtenus, j'ai tracé une carte radar selon 5 axes qui permet de bien visualiser le niveau des 5S dans les machines PU Isojet:

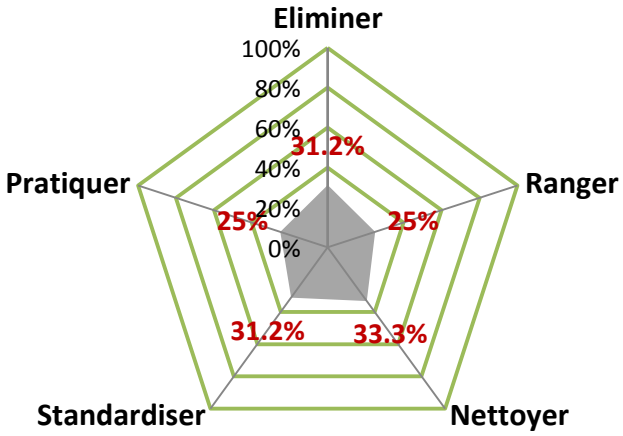


Fig.4.6 : Carte radar des 5S

D'après la carte radar on conclut que le niveau 5S dans les machines PU Isojet, est très faible par rapport aux attentes des responsables.

Pour savoir les causes susceptibles de créer des non-conformités 5S, le paragraphe suivant fera l'objet de la recherche de ces causes.

4. Les causes des non-conformités 5S dans les machines PU Isojet

4.1 Recherches des causes

4.1.1 Le brainstorming

Le brainstorming est une technique de génération des idées qui stimule la réflexion et la créativité lors de la recherche de solutions pour un problème donné, il s'agit de produire le plus idées possible, dans un minimum de temps sur un thème donné et sans critiquer, sans juger [7].

4.1.2 Equipe de Brainstorming

Pour assurer la réussite de ce projet, j'ai défini avec le comité de pilotage, toute une équipe de travail, composée de différentes compétences, de différents services. Cette équipe projet est illustrée sur la figure suivant :

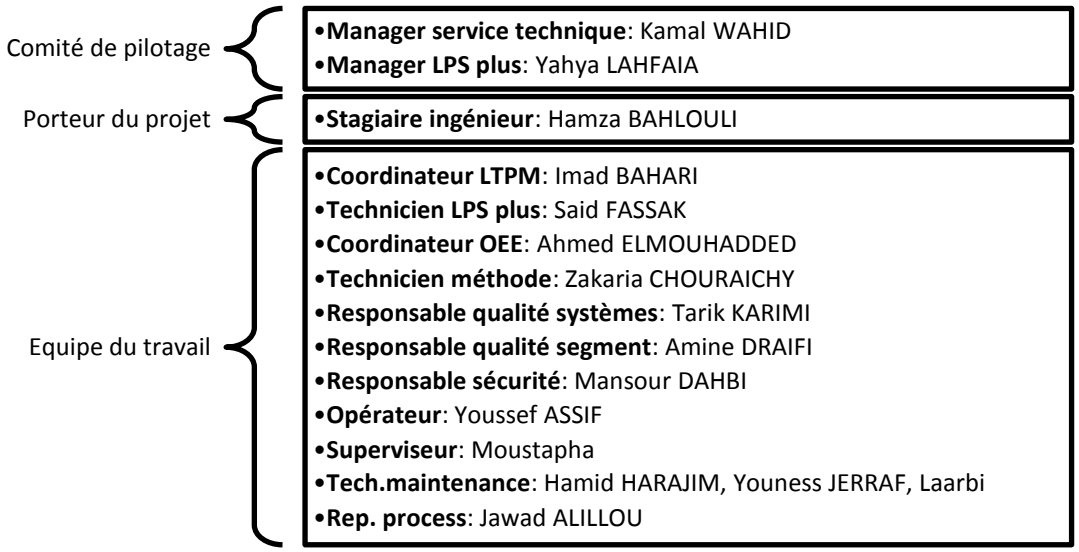


Fig.4.7 : Equipe projet

1.1.1. Les causes des non conformités par le brainstorming

Par le biais du brainstorming nous avons pu recueillir les diverses causes des non-conformités 5S dans les machines PU :

A : Manque de formations 5S ;

B : Non-respect des consignes 5S ;

C : Non-respect des règles de sécurité ;

D : Présence de poussière ;

E : Dépôt de la matière d'injection sur la machine ;

F : Mauvais état des équipements ;

G : Mauvaise gestion des déchets ;

H : Manque d'ergonomie et de rangement des objets ;

I : Manque de suivi 5S ;

J : Manque de standard 5S.

4.2 Visualisation des causes

Afin d'aboutir à une vision commune des causes des non-conformités 5S, l'outil efficace employé pour cela est le diagramme d'ISHIKAWA, communément appelé diagramme Causes-effet [7].

La figure suivante représente le diagramme d'ISHIKAWA des causes des non-conformités 5S obtenues par le bais du Brainstorming :

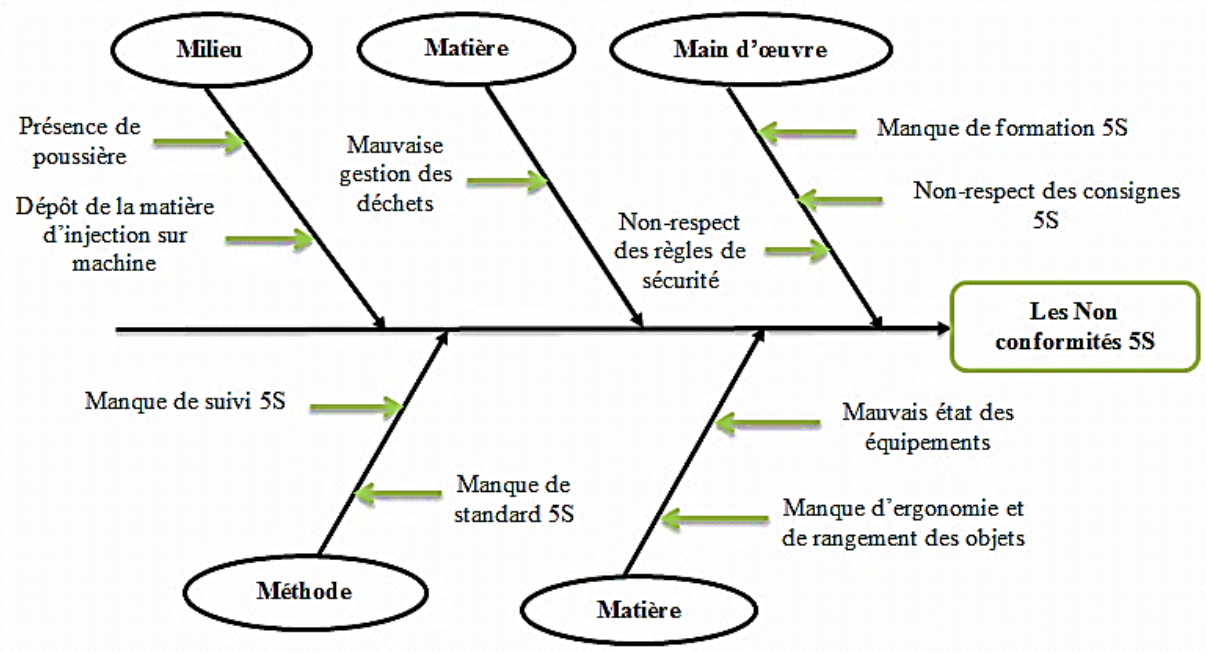


Fig.4.8 : Diagramme Ishikawa des causes de non-conformité 5S

4.3 Hiérarchisation des causes

4.3.1 Méthode de tri croisé

Le tri croisé est un outil couramment utilisé pour la hiérarchisation des idées généralement issues d'un brainstorming. En effet il permet de comparer chaque idée avec les autres en attribuant un coefficient selon une grille de pondération [7].

Dans notre cas la grille de pondération adoptée est la suivante :

- 0 : Causes égales
- 1 : Légèrement plus importante
- 2 : Plus importante
- 3 : Beaucoup plus importante

4.3.2 Résultat du tri croisé

Les résultats du tri croisé pour les causes des non-conformités 5S sont présentés dans le tableau suivant :

Tab.4.3 : Le tri croisé des causes des non-conformités 5S

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total
A		B:1	A:2	A:3	0	A:2	A:3	A:2	A:1	A:2	15
B			B:2	B:3	0	B:3	B:2	B:2	B:2	B:2	17
C				C:2	E:1	C:1	0	H:1	0	J:1	3
D					E:2	F:2	G:1	H:1	I:2	J:1	0
E						E:2	E:2	E:2	E:2	E:2	13
F							F:1	H:1	I:1	J:1	3
G								H:1	I:1	J:1	1
H									I:1	J:1	4
I										J:1	5
J											6

Pour finir l'étude d'hiérarchisation, il faut valider les causes principales en exploitant les résultats du tri croisé et l'outil Pareto [7].

Le tableau suivant regroupe la procédure de calcul pour tracer le diagramme Pareto :

Tab.4.4 : Données du diagramme Pareto

Causes	Poids	Pourcentage %	Pourcentage cumulé %
B	17	25.3	25.3
A	15	22.3	47.6
E	13	19.4	67
J	6	8.9	75.9
I	5	7.4	83.3
H	4	5.9	89.2
F	3	4.4	93.6
C	3	4.4	98
G	1	1.4	99.4
D	0	0	99.4
Total	67	100%	

D'après les données du tableau ci-dessus on trace le diagramme Pareto des causes des non-conformités 5S :

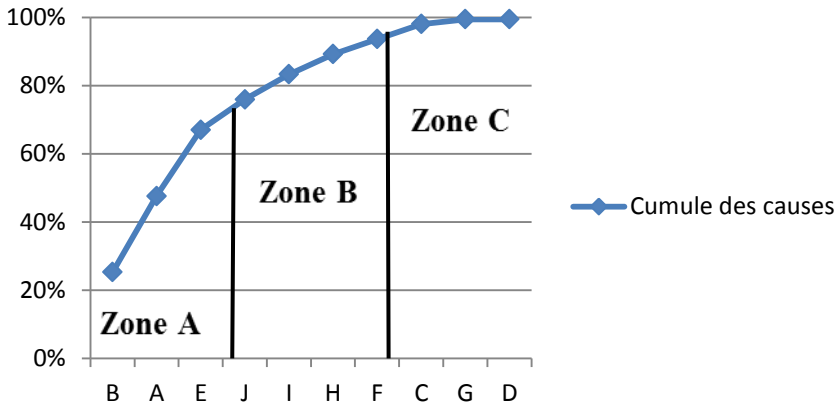


Fig.4.9 : Diagramme Pareto des causes des non-conformités 5S

D'après la représentation des résultats sur diagramme de Pareto, on remarque que 67% des causes des non-conformités 5S sont dues à trois causes principales :

B : Non-respect des consignes 5S ;

A : Manque des formations 5S ;

E : Dépôt de la matière d'injection sur la machine.

Ces causes trouvées principales seront pris en considération dans le déploiement de la démarche 5S dans les machines PU Isojet qui fera partie du chapitre suivant.

5. Définition et évaluation des indicateurs de performance 5S

5.1 Taux de conformité 5S

Pour suivre l'évolution de performance 5S dans les différentes machines, on introduit un indicateur de taux de conformité 5S qui permet d'évaluer le niveau du respect des 5S pour machine. En effet pour calculer ce taux de performance, on cote une grille qui contient un ensemble de critères classés selon les 5S.

Le tableau suivant illustre la grille de cotation remplie pour la machine PU Isojet N°2:

Tab.4.5 : Grille de cotation de taux de conformité 5S

Machine	PU ISOJET N°2	Cotation		
Eléments		Oui	Non	Non concerné
A : Trier				
1	Ce qui est inutile est enlevé.		**X**	
2	Les affiches, consignes sont bien présentées.		**X**	
3	Bonne ergonomie du rangement des objets tuyaux, matériel, outils, pièces.		**X**	
4	Bonne visibilité des étiquettes d'identification des emballages.			**X**
5	Les articles dont l'utilité n'est pas confirmée sont identifiés.		**X**	
Sous Total		**0**	**4**	**1**
B : Ranger				
1	Identification des emplacements des zones et de la machine.		**X**	
2	Marquage des emplacements des objets.		**X**	
3	Les zones de travail sont délimitées.		**X**	
4	Repérage visible de bon fonctionnement des installations.	**X**		
5	Les limites maximales des stocks sont définies et respectées.		**X**	
6	Les choses sont facilement accessibles.		**X**	
Sous Total		**1**	**5**	**0**
C : Nettoyer				
1	Présence et bonne état de matériel de nettoyage.		**X**	
2	Bonne état et propreté de la machine.		**X**	
3	Bonne état et propreté des installations et des affiches.		**X**	
4	Bonne état et propreté des sols (papiers, chiffons, eau, poussières).		**X**	
5	Bonne état propreté et accessibilité du matériel de sécurité.		**X**	
6	Bonne état et propreté du mobilier, des armoires et des casiers personnels.		**X**	
Sous Total		**0**	**6**	**0**
D : Standardiser				
1	Absence de fuites (eau, air, huile…).		**X**	
2	Les règles et les consignes sont affichées.		**X**	
3	Présence d'un état de référence affiché.		**X**	
4	Présence du planning de nettoyage.	**X**		
5	Présence de procédure d'évacuation des déchets.		**X**	
Sous Total		**1**	**4**	**0**
E : Pratiquer				
1	Le planning de nettoyage est respecté.		**X**	
2	Les écarts des derniers audits sont corrigés.		**X**	
3	Absence de situation à risque sécurité.		**X**	
4	Le tri des déchets est respecté.	**X**		
5	Port et propreté des vêtements de protection.		**X**	
Sous Total		**1**	**4**	**0**
Total		**3**	**23**	**1**

Le taux de conformité 5S est calculé par la formule suivante :

$$Taux\ de\ conformité\ 5S = \frac{Nombre\ de\ critères\ avec\ "oui"}{Nombre\ de\ critères\ concernés} * 100 \qquad (4,1)$$

Pour la machine PU Isojet N°2, le taux de conformité 5S est :

$$Taux\ de\ conformité\ 5S = \frac{3}{23} * 100 = 13\% \qquad (4,2)$$

5.2 Evaluation du taux de conformité 5S

A partir de la grille de cotation, on a évalué le taux de conformité 5S pour les machines PU Isojet. Les résultats de cotation sont présentés dans le tableau suivant :

Tab.4.6: Résultat de taux de conformité 5S du mois mars

Machines	Nombre de critères avec ''oui''	Nombre de critères concernés	Taux de conformité 5S
PU Isojet N°2	3	26	11.5%
PU Isojet N°1	6	26	23%
PU Isojet N°3	5	26	19.2%

La représentation graphique de taux de conformité 5S pour les différentes machines PU ISOJET est la suivante :

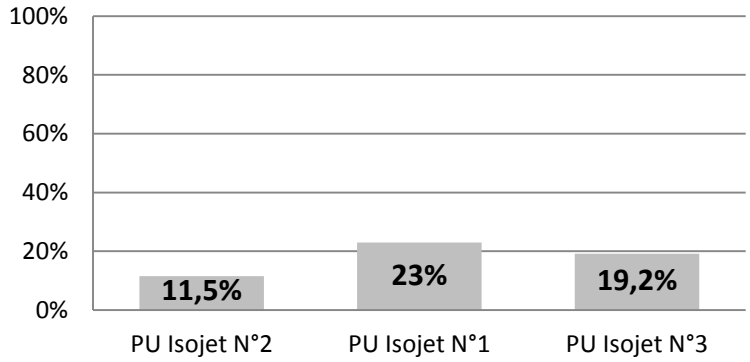


Fig.4.10 : Taux de conformité 5S du mois de mars

D'après la représentation graphique, on remarque que la machine PU Isojet N°2 est la plus critique en terme du taux de conformité 5S.

5.3 Taux d'implication 5S

Les opérateurs sont le facteur le plus déterminant dans le déploiement de la démarche 5S, leur présence dans machines les oblige de respecter les différentes consignes 5S. Afin de bien s'assurer le respect des 5S par les opérateurs, il est indispensable d'instaurer un indicateur reflétant l'implication de l'opérateur, c'est le taux d'implication 5S.

Pour évaluer le taux d'implication 5S on définit un questionnaire qui contient un ensemble de règles et principes liés aux 5S que l'opérateur doit respecter [8]. Pour chaque principe on attribue une note selon la grille suivante :

- 1 : Inacceptable
- 2 : Mauvais
- 3 : Moyen
- 4 : Bien
- 5 : Très bien

Le tableau suivant présente le questionnaire rempli pour l'opérateur, de l'équipe 1, de la machine PU Isojet N°2 :

Tab.4.7 : Questionnaire du taux d'implication 5S

Règles et principes	**Note**
Dans mon espace de travail, je tiens :	
▪ Les outillages, les machines, les équipements propres en bon état ;	1
▪ Le sol propre, libre de déchets, saletés, produits, pièces.	1
J'utilise les poubelles.	2
J'utilise les bacs, conteneurs prévus pour les déchets.	1
J'utilise les zones déterminées pour les pauses et les repos.	4
Je mène à mon initiative des actions pour éviter, diminuer la pollution de la zone :	
▪ Je reprends un poste propre. Si ce n'est pas le cas, je le signale ;	1
▪ Je ramasse et nettoie ce qui tombe à terre ;	1
▪ J'effectue un nettoyage quotidien ;	1
▪ Je repère les sources de salissures et y remédie ou le signale ;	2
▪ Les lieux de stockage que j'utilise sont propres et bien rangés.	1
Je signale à mon responsable :	
▪ Les fuites (huiles, eau, air comprimé, etc.) ;	1
▪ Les outils, machines et installations endommagés ;	2
▪ Les fiches de travail ou instructions non-adaptées ;	1
Je tiens mon espace de travail rangé et je signale à mon responsable les objets qui ne sont pas à leur emplacement réservé :	
▪ Produits, pièces, emballages, conteneurs ;	1
▪ Les outils.	1
Je sais que faire avec les mauvaises pièces et les produits à évacuer.	2
J'utilise les emplacements prévus pour le rangement des affaires personnelles.	2
Je tiens les fiches de travail et d'instructions propres et lisibles.	1
J'effectue avec mon responsable des suggestions sur l'amélioration de la propreté et l'ordre.	1
Je respecte l'environnement le règlement et la législation (fumeurs par exemple).	2
Total	**29**

Le taux d'implication 5S est calculé par la formule suivante :

$$Taux\ d'implication\ 5S = \frac{La\ note\ obtenue}{100} * 100 \qquad (4,3)$$

Pour l'opérateur, de l'équipe1, de la machine PU Isojet 2, le taux d'implication 5S est :

$$Taux\ d'implication\ 5S = \frac{La\ note\ obtenue}{100} * 100 = 29\% \qquad (4,4)$$

5.4 Evaluation du taux d'implication 5S

A partir du questionnaire, on a évalué le taux d'implication 5S pour trois opérateurs de l'équipe 1, des trois machines PU Isojet N°2, N°1et N°3. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tab.4.8 : Résultat de taux d'implication 5S du mois de mars

Opérateurs	Machines	Note	Taux d'implication 5S
Opérateur 1 (Equipe1)	PU Isojet 2	29	29%
Opérateur 2 (Equipe1)	PU Isojet 1	33	33%
Opérateur 3 (Equipe1)	PU Isojet 3	31	31%

La représentation graphique du taux d'implication 5S pour les opérateurs est la suivante:

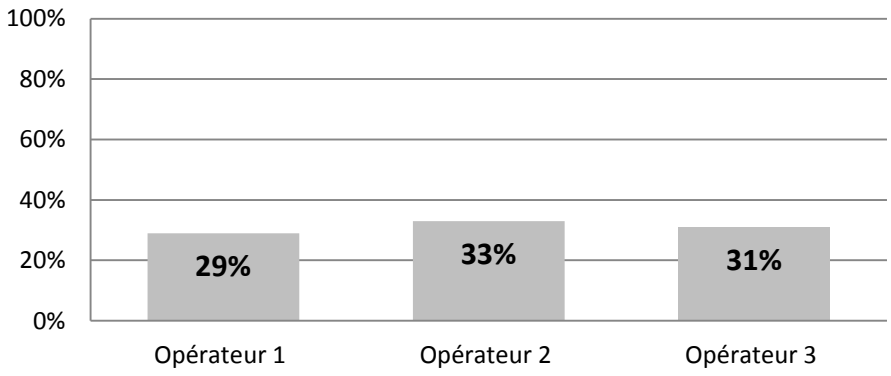


Fig.4.11 : Taux d'implication 5S du mois de mars

La représentation graphique de taux d'implication 5S des opérateurs montre que ce dernier ne dépasse pas 35%, ce qui illustre le niveau faible d'implication des opérateurs pour le respect des consignes 5S dans les machines d'où la nécessité d'un suivi et des formations au niveau des 5S.

6. Taux de disponibilité des machines Isojet PU

Les machines PU Isojet sont très critiques en terme de disponibilité, un arrêt d'une machine implique automatiquement l'arrêt de sa ligne de production, d'où la nécessité de tendre la disponibilité de ces machines vers les 97%, et conserver mes 3% pour la maintenance autonome.

6.1 Calcul de disponibilité pour la machine PU Isojet N°2

La disponibilité est l'aptitude qu'à un instant t et dans des conditions d'utilisation définies le système soit en fonctionnement ou en état de fonctionner de façon satisfaisante.

D= MTBF/(MTBF+MTTR)

Avec :

MTBF = （Temps disponible －Temps total des arrêts）/ Nombres des arrêts

MTTR = Temps total de réparation /Nombres des arrêts

Le tableau suivant présente la disponibilité de la machine PU Isojet 2 en, la dernière semaine de février et le mois de mars.

Tab.4.9 : Disponibilité de la machine PU Isojet 2

	Février		Mars			
	S8	**S9**	**S10**	**S11**	**S12**	**S13**
Temps disponible(h)	135	135	135	135	135	135
Nombres des arrêts	17	23	19	11	26	15
Temps total des arrêts (h)	22.32	24.85	18.33	21.97	25.48	24.66
Temps total de réparation	22.13	24.73	18.11	21.64	25.10	24.58
MTBF(h)	6.62	4.78	6.14	10.27	4.21	7.35
MTTR (h)	1.30	1.07	0.95	1.96	0.96	1.63
Disponibilité (%)	**83.5**	**81.6**	**86.5**	**83.9**	**81.3**	**81.7**

Le tableau mettant en évidence la disponibilité des trois machines PU Isojet est comme suit :

Tab.4.10 : Disponibilité des machines PU Isojet

	Disponibilité (%)					
	Février		Mars			
	S8	S9	S10	S11	S12	S13
PU Isojet N°2	83.5	81.6	86.5	83.9	81.3	81.7
PU Isojet N°1	83.9	84	88.7	86.4	86.6	85.1
PU Isojet N°3	89.1	87.6	83.2	88.4	91.2	87.8

L'illustration de ce tableau est indiquée sur la figure suivante :

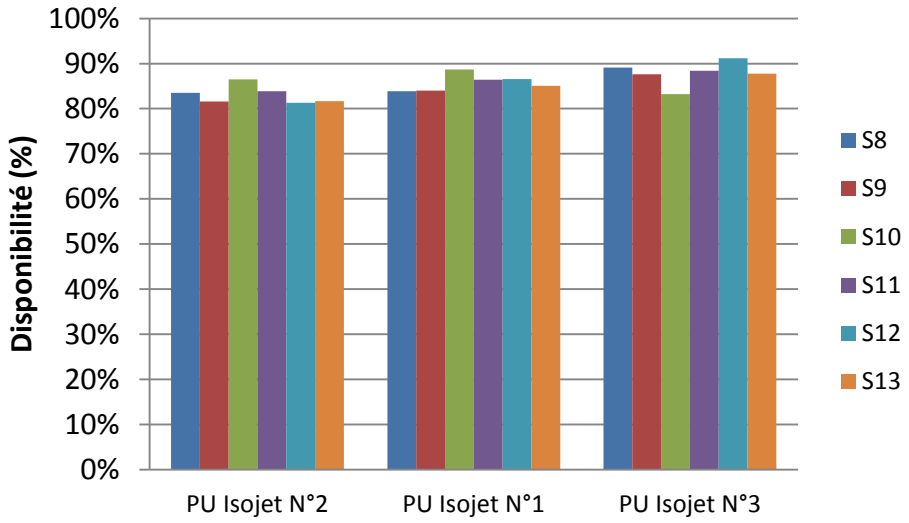


Fig.4.12 : Disponibilité des machines PU Isojet

D'après ce tableau, on remarque que la machine PU Isojet N°2, dispose du taux de disponibilité le plus faible, une raison de plus pour s'y concentrer sur, lors de l'implémentation LTPM.

7. Conclusion

A la lumière de ces diagnostics 5S et disponibilité, on a pu mettre le point sur certaines problématiques au niveau des machines PU Isojet, à savoir le niveau faible de respect des consignes 5S, le taux faible de conformité 5S, le taux faible d'implication 5S des opérateurs et le taux de disponibilité insuffisant.

Le chapitre suivant sera l'objet de déploiement de la démarche LTPM au sein de ces machines pour remédier aux problématiques trouvées.

Chapitre 5 :

Implémentation de la démarche LTPM dans les machines PU Isojet

1. Introduction

Appliquée systématiquement dans les meilleures entreprises mondiales de l'industrie automobile, la démarche LTPM connait un succès grandissant dans les entreprises de toutes les filières et de toutes tailles.

Le diagnostic des machines nous a permis d'évaluer la situation actuelle en termes, des 5S, de disponibilité. Ce chapitre se focalise sur le déploiement de la démarche LTPM dans les machines PU Isojet en commençant par une machine pilote à définir.

2. Choix de la machine pilote

Leoni BSK dispose d'une grille de classification des machines. On cote cette grille pour les trois machines pour en dégager la plus critique, cette dernière est comme suit :

Tab.5.1 : Classification des machines à LEONI

Objet	N°	Rubrique	Evaluation				Critères
Production	1	Charge de la machine		4	2	1	4= 3*8(+we) 2=2*8 1=1*8(ou <)
	2	Possibilité de remplacer la machine avec une autre	10	4	2	1	10= impossible 4=avec externe pour une semaine 2= Possibilité de modifier la machine 1= Par une autre machine
	3	Temps d'arrêt et nécessité d'intervention des spécialistes		4	2	1	4= 4à5 fois par semaine 2= 2à3 par semaine 1=<1 fois par semaine
	4	Temps de réparation		4	2	1	4=>2h par problème 2= entre 1-2h par problème 1=<1h par problème
	5	Conséquence d'arrêt	10	4	2	1	10= Client 4=dans la division 2= dans le segment 1= dans la ligne
Qualité	6	Non-conformités		4	2	1	4=>10 000 ppm 2=entre 4000 et 10000 ppm 1=<4000 ppm
	7	Conséquence de la qualité finale	10	4	2	1	10= au moins 1 incident CLIENT dans les 6 derniers mois 4= au moins 1 incident interne dans les 6 derniers mois 2= défauts détectés au montage 1= défauts détectés sur le poste
Coût maintenance	8	Coût de la maintenance		4	2	1	4=>5 K€/MOIS (MO+PR) 2= entre 2 et 5 K€/MOIS (MO+PR) 1=< 1K€/MOIS (MO+PR)
Environnement sécurité	9	Influence sur l'environnement	5	4	2	1	5=nuisible pour la santé 4= mauvaises conditions de travail 2=quelques désagréments 1=aucune nuisance

Classe			A >ou= 25 points, 15<ou = B <25, C<15	
A	B	C		
NB : une rubrique cotée 10 (ou 5) classe automatiquement la machine en A				
Total point généré	Isojet PU 2 : **27**	Isojet PU 1 : **27**	Isojet PU 3 : **25**	

Indication : Des cellules sont mises en jaune pour démontrer la cotation de la machine Isojet PU N°2, on fait de même pour les autres machines et on obtient le total point généré.

D'après les diagnostics en termes des 5S, disponibilité et d'ordre de criticité des machines ; on remarque que la machine PU Isojet 2 est la plus critique, vue ses indicateurs de performance faibles, d'où, on l'a choisi comme étant la machine pilote.

L'implémentation LTPM aura lieu sur la machine pilote (PU Isojet N°2) en premier temps, jusqu'à aboutir à un standard, puis généraliser sur l'ensemble des machines PU Isojet.

3. Démarrage du chantier et agencement des cartes rouges

Lors du démarrage du chantier LTPM, j'ai préparé des cartes rouges pour les agencer avec l'équipe projet, afin de faciliter la détection et la correction des anomalies présentes sur la machine pilote.

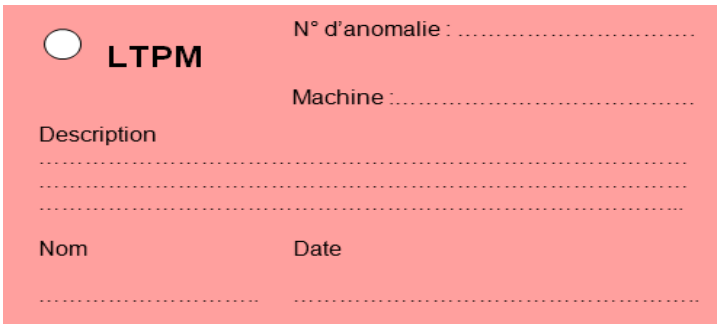


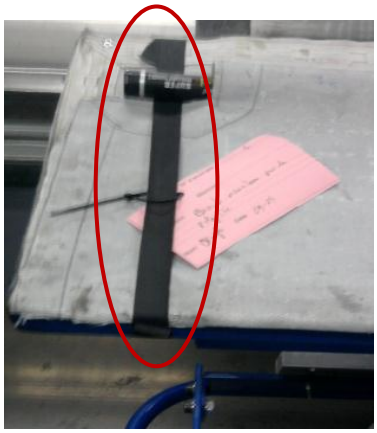
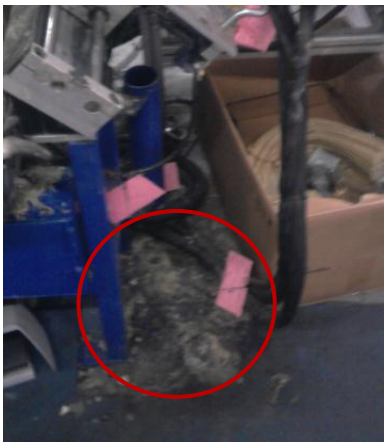
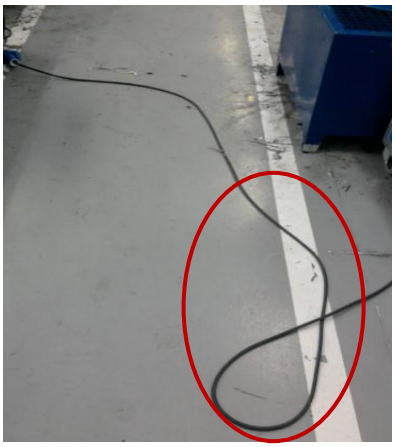
Fig.5.1 : Modèle des cartes rouges agencées

Ces cartes comportant des champs à remplir par la personne qui a détecté l'anomalie :

- Le numéro de l'anomalie
- La machine concernée (PU Isojet N°2 dans notre cas)
- La description de l'anomalie
- Le nom de la personne qui l'a détectée
- La date de détection
- Constat d'anomalies

Les cartes rouges étant agencées, on a collecté un constat d'anomalies, auquel on a établi un PDCA correctif, le constat d'anomalies trouvées sur la machine pilote est comme suit:

Tab.5.2 : Constat d'anomalies

 **Constat d'anomalie :** **1**-Bache de protection contre la chaleur déchirée et retenue par du PVC.	 **Constat d'anomalie :** **2**-Pas d'emplacement pour la pince coupante.	 **Constat d'anomalie :** **3**-Lecteur code à barre sur l'armoire électrique.
 **Constat d'anomalie :** **4**-Sol très sal.	 **Constat d'anomalie :** **5**- Support cuve ISO non adéquat (risque de glissement).	 **Constats d'anomalies :** **6**- Câble par terre.
 Constat d'anomalie : **7**- Châssis machine dévissé.	 **Constat d'anomalie :** **8**- Bac des inserts placé dans poste en aval et prêt du sol.	 **Constat d'anomalie :** **9**-Sachets de protection faisceaux placés dans le poste en amont.

Constat d'anomalie :
10- Dépôt de la matière sur la machine.

Constat d'anomalie :
11- Manomètre non-marqué.

Constat d'anomalie :
12- Objet inutile sur l'armoire électrique.

Constat d'anomalie :
13- Goblet inutile placé sur l'armoire électrique

Constat d'anomalie :
14- Balais encombré avec des fils et placé sur l'armoire électrique.

Constat d'anomalie :
15- Pas de mat pour les câbles d'alimentation pneumatique et électrique.

Constat d'anomalie :
16- Document sale, non-codifié et illisible collé sur l'armoire électrique.

Constat d'anomalie :
17- Joint protection de la tôle en Inox décollé.

Constat d'anomalie :
18- Grand support occupant un grand espace, comportant un mode opératoire non-codifié

Constat d'anomalie : **19**- Document non –validé système collé sur le radiateur sécheur d'air.	**Constat d'anomalie :** **20**- Chaleur dégagée des unités de chauffe gène l'opérateur.	**Constat d'anomalie :** **21**- Pas d'instructions et d'équipements de sécurité sur la machine.

4. Analyse 5 pourquoi

4.1 Présentation de l'outil

'Les cinq pourquoi' est la base d'une méthode de résolution de problèmes dans un grand nombre de systèmes de qualité.

Il s'agit de poser la question pertinente commençant par un pourquoi afin de trouver la source ou la cause principale de la défaillance. Cette méthode de travail est surtout faite pour trouver la cause principale du problème rencontré afin de sortir avec un plan d'actions [7].

4.2 Analyse 5 pourquoi des anomalies 5S

En exploitant les différents constats d'anomalies trouvés précédemment, nous avons effectué une analyse 5 pourquoi pour chaque constat afin de trouver la cause racine de l'anomalie et par la suite apporter les actions correctives à mettre en place.

Le tableau suivant présente l'analyse 5 pourquoi des anomalies 5S ainsi que les actions à mener:

Tab.5.3 : PDCA des anomalies

N°	Constat d'anomalies	5 Pourquoi	Actions correctives	Responsable	Délai
1	Bâche de protection contre la chaleur déchirée et retenue par du PVC	Manque de standard 5S Manque de sensibilisation 5S	Se débarrasser de la bâche déchirée	Laarbi	S15
2	Pas d'emplacement pour la pince coupante	Manque d'organisation Manque de standard 5S	Définir l'emplacement de la pince Définir la forme du support pince Commander le support	Equipe Equipe Bahlouli + Bahari	S15 S15 S16
3	Lecteur code à barre sur l'armoire électrique	Manque de standard 5S	Définir l'emplacement du support lecteur Monter le support lecteur	Equipe Laarbi	S16 S18
4	Sol très sal	Manque de nettoyage Manque de sensibilisation 5S	Nettoyer le sol	Femmes de ménage	S18
5	Support cuve ISO non-adéquat (risque de glissement)	Pas de règles et de conditions de sécurité	Définir la forme du support cuve Commander le support cuve	Equipe Bahlouli	S17 S18
6	Câble par terre	Manque d'organisation d'aménagement Manque de formations 5S	Ranger le câble	Jerraf	S15
7	Châssis machine dévissé	Manque d'entretien machine	Visser le châssis	Laarbi	S15
8	Bac des inserts placé dans le poste en aval et prêt du sol	Manque de standard 5S	Définir l'emplacement du bac des inserts Définir la forme du support bac Commander le support bac	Equipe Equipe Bahlouli	S16 S16 S18
9	Sachets de protection faisceaux placés dans le poste en amont	Manque de standard 5S	Définir l'emplacement du support sachets Définir la forme du support sachets Commander le support sachets	Equipe Equipe Bahlouli + Bahari	S17 S17 S18
10	Dépôt de la matière sur la machine	Manque de nettoyage Manque de sensibilisation et de formations 5S	Nettoyer la matière recalée sur la machine	Jerraf + Laarbi + Assif	S18
11	Manomètre non-marqué	Manque d'inspection et de maintenance 1er niveau	Marquer le manomètre	Bahlouli	S17
12	Objet inutile sur l'armoire électrique	Manque d'organisation Manque de standard et de formations 5S	Se débarrasser de l'objet inutile	Assif	S15

13	Goblet inutile placé sur l'armoire électrique	Manque d'organisation Manque de standard et de formations 5S	Se débarrasser du goblet inutile	Assif	S15
14	Balais encombré avec des fils et placé sur l'armoire électrique	Pas de kit de nettoyage pour la machine Manque de standard 5S	Définir le kit de nettoyage de la machine Mettre en place le kit de nettoyage machine	Equipe Bahlouli + Fassak	S17 S18
15	Pas de mat pour les câbles d'alimentation pneumatique et électrique	Manque de sensibilisation de la sécurité machine et humaine Mauvaise installation de la machine	Définir l'emplacement du mat Commander le mat	Equipe Bahlouli + Bahari	S17 S18
16	Document sale, non-codifié et illisible collé sur l'armoire électrique	Pas de panneau d'affichage	Définir l'emplacement du panneau d'affichage Définir la forme du panneau d'affichage Commander le panneau d'affichage	Equipe Equipe Bahlouli	S16 S17 S18
17	Joint protection de la tôle en Inox décollé	Manque d'entretien machine	Coller le joint de protection	Jerraf	S15
18	Grand support occupant un grand espace, comportant un mode opératoire non-codifié	Mauvaise installation machine Mauvaise optimisation de l'espace	Libérer l'espace du grand support Codifier le mode opératoire	Laarbi + Jerraf Karimi	S18
19	Document non –validé système collé sur le radiateur sécheur d'air	Pas de panneau d'affichage + Pas de codification des documents	Définir l'emplacement du panneau d'affichage Définir la forme du panneau d'affichage Commander le panneau d'affichage	Equipe Equipe Bahlouli	S16 S17 S18
20	Chaleur dégagée des unités de chauffe gène l'opérateur	Manque de motivation pour l'opérateur Mauvaises conditions de travail pour l'opérateur	Définir un isolant contre la chaleur Commander la bakélite	Equipe Bahlouli + Bahari	S18 S19
21	Pas d'instructions et d'équipements de sécurité sur la machine	Pas de documents de sécurité sur la machine	Définir les points de risque sur la machine Mettre en place un document de sécurité	Bahlouli + Dahbi Dahbi	S21 S23

5. Application de la démarche 5S

5.1 3S premiers (Se débarrasser, Ranger, Nettoyer)

Certaines des actions trouvées précédemment dans le PDCA des anomalies, rentrent dans le déploiement de la démarche 5S, précisément suivant l'ordre des 3S premiers :

- Se débarrasser
- Ranger
- Nettoyer

Le tableau ci-dessous met le point sur le classement de ces actions selon les 3S:

Tab.5. 4 : Classement des actions selon 3S

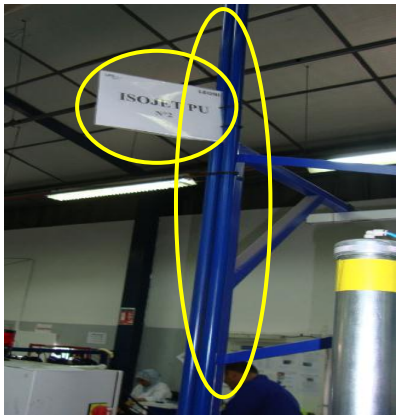
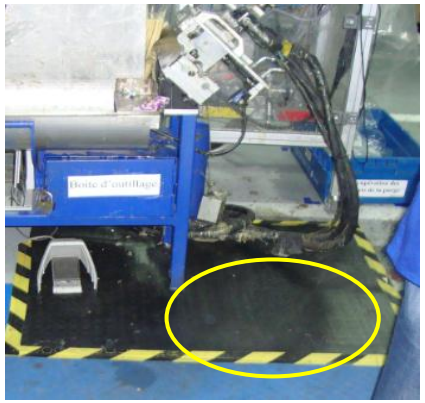
	N° CA	Action corrective
Se débarrasser	**1**	Se débarrasser de la bâche déchirée
	12	Se débarrasser de l'objet inutile sur l'armoire électrique
	13	Se débarrasser du goblet inutile
	18	Libérer l'espace du grand support des sachets
Ranger	**2**	Définir l'emplacement de la pince
	3	Définir l'emplacement du support lecteur code à barre
	5	Définir la forme du support cuve d'ISO
	6	Ranger le câble par terre
	7	Visser le châssis de la machine
	8	Définir l'emplacement du bac des inserts
	9	Définir l'emplacement du support sachets
	11	Marquer le manomètre
	14	Définir le kit de nettoyage de la machine
	15	Définir l'emplacement du mat pour les câbles d'alimentation
	16	Définir l'emplacement du panneau d'affichage
	17	Coller le joint de protection de la tôle en Inox
	19	Définir l'emplacement du panneau d'affichage
	20	Définir un isolant de protection contre la chaleur
Nettoyer	**4**	Nettoyer le sol
	10	Nettoyer la matière recalée sur la machine

5.1.1 Mise en évidence des résultats

Le tableau ci-dessous met le point sur les différents résultats obtenus après la mise en place des actions citées précédemment dans tableau de classement selon les 3S :

Tab.5.5 : Etat avant/après de la machine pilote

Avant	Après	Avant	Après
Définition de l'emplacement du bac des inserts.		Définition de l'emplacement de la pince coupante.	
Définition et mise en place du panneau d'affichage.		Marquage des manomètres.	

<table>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">Définition de l’emplacement du lecteur code à barre.</td><td colspan="2">Mise en place du mat des câbles d’alimentation et identification de la machine.</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">Définition de l’emplacement des sachets de protection des faisceaux.</td><td colspan="2">Nettoyage du sol, mise en place d’un tapis et ilotage de la zone matière comme étant une zone de risque.</td></tr>
</table>

Définition des emplacements et ilotage du sol.		Définition et mise en place d'un kit de nettoyage pour la machine.	
			Commande en cours
Rangement des câbles par terre.		Mise en place du baquélite isolant, contre la chaleur dégagée des unités de chauffe, genant l'opérateur	

5.2 Standardiser

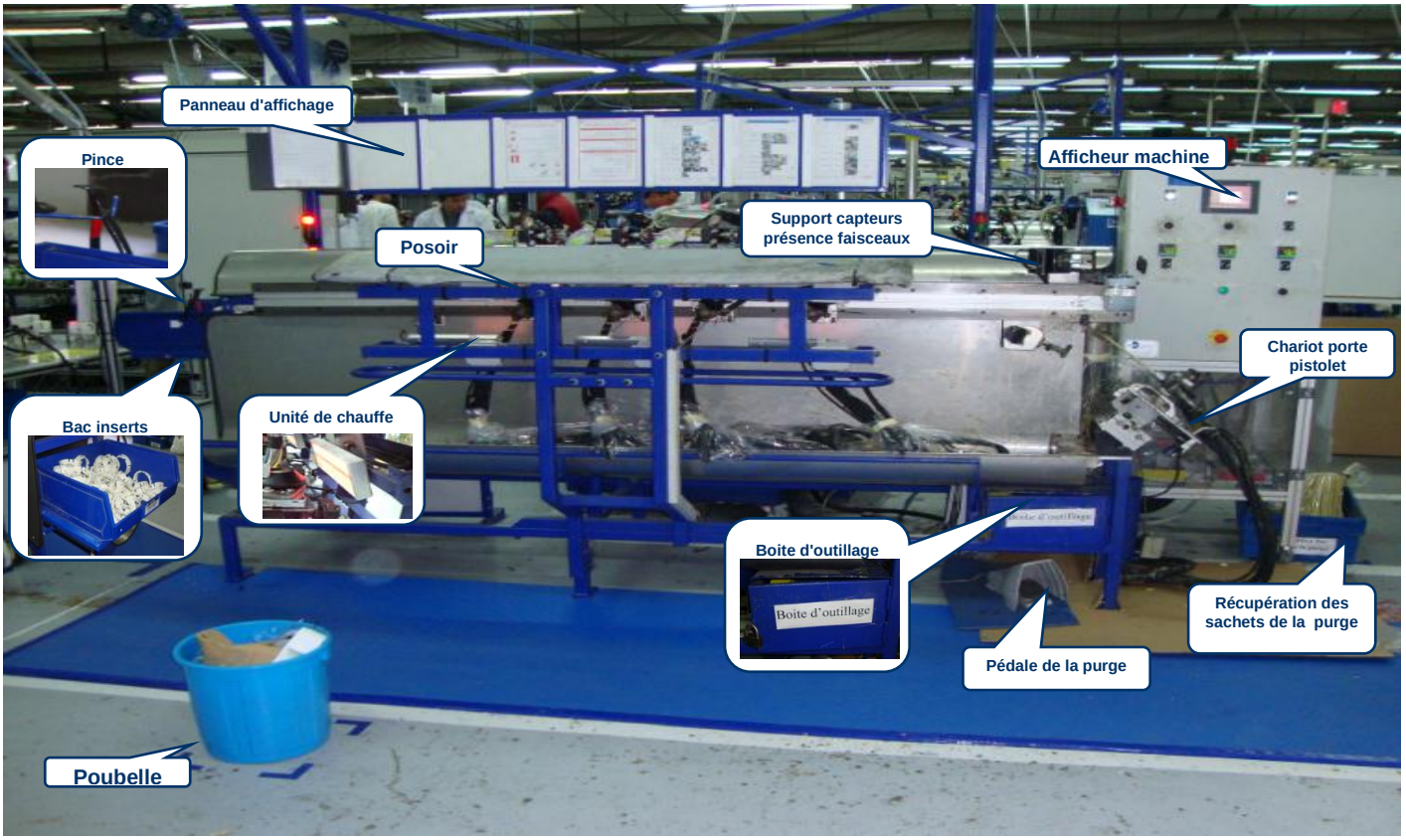
La standardisation est la 4éme S de la démarche 5S, c'est une étape qui permet de formaliser un standard pour éviter le retour aux vieilles habitudes.

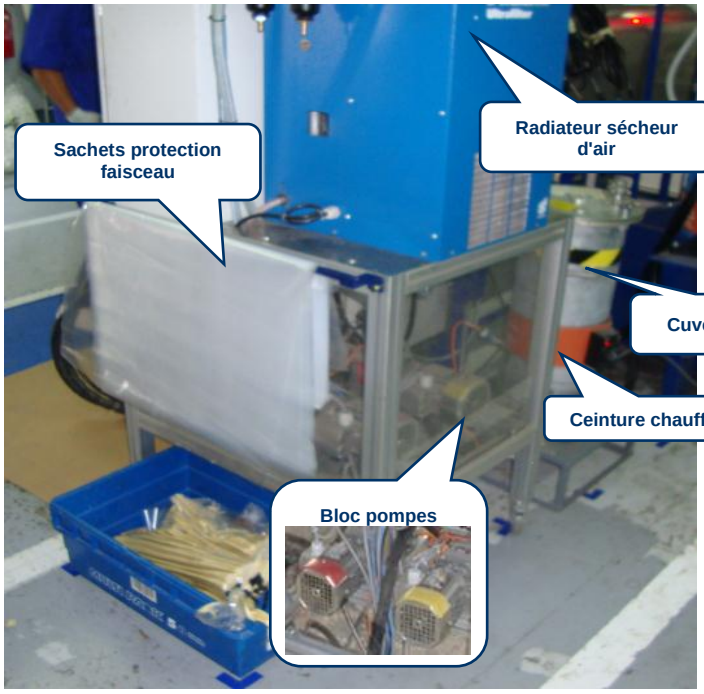
Toutes les instructions concernant les emplacements, les interdictions et les standards d'utilisation doivent être formalisées. En effet pour mettre en place l'étape de standardisation, j'ai élaboré l'état de référence 5S, ou ce qu'on appelle le standard 5S.

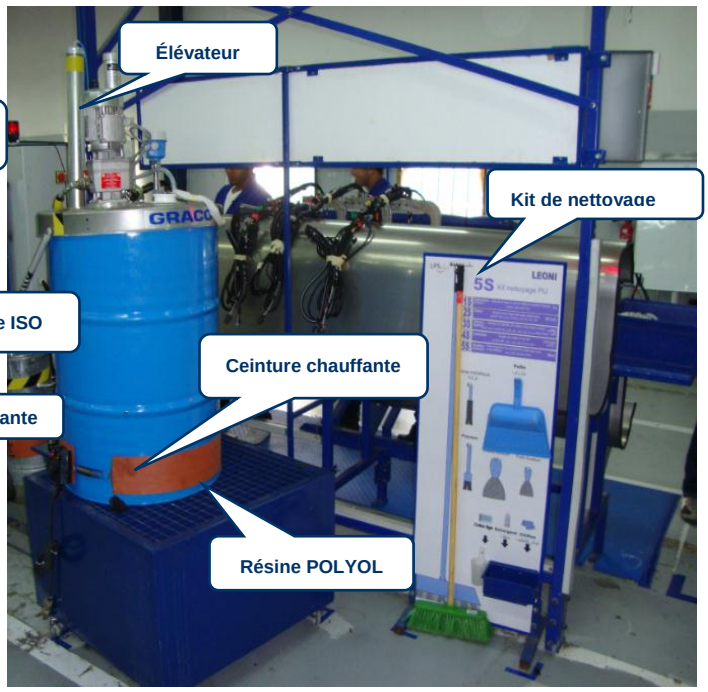
Le standard 5S pour les machines PU Isojet est comme suit :

Tab.5.6 : Standard 5S PU Isojet

LPS plus	Standard 5S 'ISOJET PU'	LEONI
Date de création: 25/04/2012		Date MAJ :







EMETTEUR : DATE. SIGNATURE :	TECHNIQUE : DATE. SIGNATURE :	METHODE : DATE. SIGNATURE :	FORMATION : DATE. SIGNATURE :	PRODUCTION : DATE. SIGNATURE :	QUALITE : DATE. SIGNATURE :	**Codification** BSK-PSA-A9PPL-PU-SRP-001 Ind.A

5.3 Pérenniser et pratiquer

Une des clés du succès durable des 5S est la rigueur et la continuité dans l'application des règles et pratiques.

La pérennisation des 5S est le premier objectif de la *5éme S*, l'amélioration continue en est le second. En effet pour assurer la perpétuité des 5S, une inspection du superviseur doit être mise en œuvre pour respecter les standards mis en place et veiller sur le rangement systématique de la machine.

6. Mise en place de la maintenance autonome

Qui connaît mieux une machine que l'opérateur qui l'utilise tous les jours? Qui est le plus capable de détecter d'un jour à l'autre l'apparition d'un nouveau bruit, d'une vibration?

C'est exactement le même constat que pour un conducteur et sa propre voiture.

La maintenance autonome, comme indiquée dans le chapitre 3, se compose de deux points :

- Inspection
- Nettoyage

6.1 Mise en place de la gamme d'inspection

L'inspection est une suite d'opérations que l'opérateur doit exécuter à chaque début d'équipe (machine travaille 3*8h/jour) avant de commencer son travail, dans un but, de fiabiliser la machine, améliorer la qualité du produit, travailler en sécurité machine et humaine et mieux comprendre le principe de fonctionnement de l'installation.

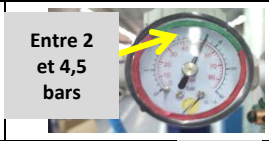
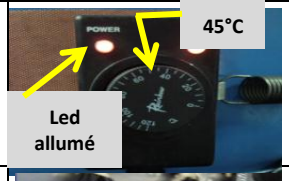
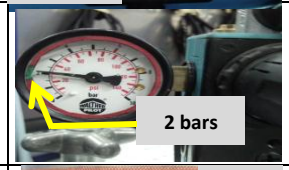
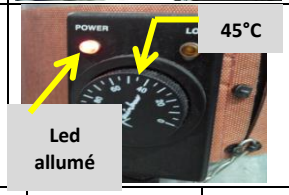
Par le biais du brainstorming avec l'équipe du projet, on a pu mettre l'accent sur les différents points d'inspection, et je les ai établis dans une gamme d'inspection (Tab.5.7), qui sera implémentée sur la machine par la suite :

Tab.5.7 : Gamme d'inspection

LPS plus	Maintenance autonome ISOJET PU (Inspection)	LEONI
Date de création: 11/04/2012		Date MAJ :

Fréquence d'exécution : Chaque démarrage d'équipe

Temps d'exécution : 3 min

Ordre	Activité	Indication	Photo	Moyens	Action si NOK
1	Vérifier le nettoyage de fin d'équipe précédente et le valider	Les points de nettoyage de fin d'équipe		Visuel	Non-valider le nettoyage
2	Vérifier la présence tous les éléments de la machine	Voir le standard 5S sur la machine		Visuel	Alerter le shift leader
3	Vérifier le bon fonctionnement des unités de chauffe	Unités de chauffe en marche		Visuel	Alerter le technicien maintenance
4	Vérifier la position du débrayeur	Position en haut		Visuel	Alerter le technicien maintenance
5	Vérifier la pression de l'air comprimé dans la cuve du polyol	La pression doit être entre 2 et 4,5 bars (zone verte)		Visuel	Alerter le technicien maintenance
6	Vérifier la température de la ceinture chauffante Polyol	Led allumé La température doit être égale à 45°C		Visuel & Manuel	Régler la température en 45°C
7	Vérifier la pression de l'air comprimé dans la cuve d'Iso	La pression doit être à 2 bars (zone verte)		Visuel	Alerter le technicien maintenance
8	Vérifier la température de la ceinture chauffante Iso	Led allumé La température doit être égale à 45°C		Visuel & Manuel	Régler la température en 45°C

EMETTEUR : DATE. SIGNATURE :	TECHNIQUE : DATE. SIGNATURE :	METHODE : DATE. SIGNATURE :	FORMATION : DATE. SIGNATURE :	PRODUCTION : DATE. SIGNATURE :	QUALITE : DATE. SIGNATURE :	**Codification**
						BSK/PSA/ALL/PU/MNT/002
						Ind.A

N'étant pas défini au hasard, l'ordre des activités est choisi avec soin, afin d'éviter les aller-retour et les déplacements en spaghettis de l'opérateur. Le temps réservé à l'inspection est chronométré de 3 minutes.

L'ordre des activités d'inspection est illustré sur la figure suivante :

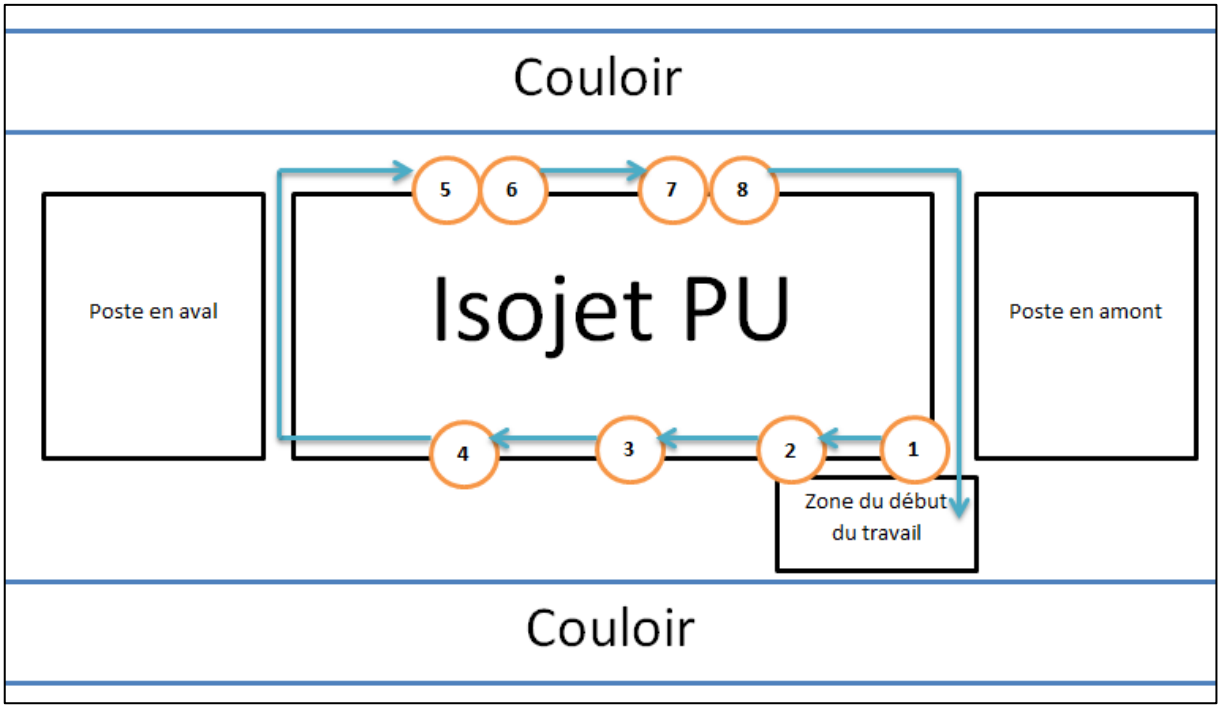


Fig.5.2 : Flux des opérations d'inspection

6.2 Mise en place de la gamme du nettoyage

Dans les machines Pu isojet, le nettoyage est le point le plus critique et crucial, le dépôt de la matière sur la machine influence catégoriquement la disponibilité, le niveau 5S, la fiabilité, la consommation des pièces de rechange et la durée de vie de la machine.

Par le biais du brainstorming avec l'équipe projet, on a dégagé les points nécessitant un nettoyage et les outils de nettoyage utiles, en définissant un kit de nettoyage propre à la machine PU Isojet**.**

Le temps consacré aux opérations nettoyage est chronométré de 15 minutes, partagé entre les 2 opérateurs qui travaillent sur la machine, comme indiqué sur la gamme de nettoyage sur le tableau suivant :

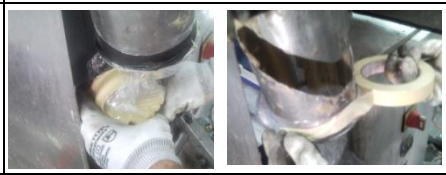
Tab.5.8 : Gamme de nettoyage (page 1/2)

LPS plus	Maintenance autonome ISOJET PU (Nettoyage)	LEONI
Date de création: 16/04/2012		Date MAJ :

Les moyens de nettoyage :

Balai **Coton-tige** **Déchirable** **Pistolet graisseur**
Pelle **Pince** **Grand grattoir** **Petit grattoir**
Détergent **Pinceau** **Chiffon** **Clés males** **Brosse métallique**

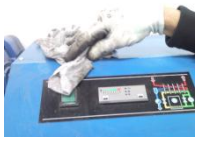
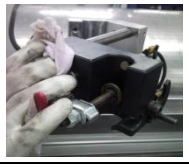
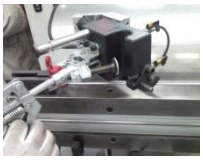
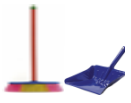
Fréquence d'exécution : Chaque fin d'équipe
Temps d'exécution : 15 min
Page ½

Nr	Activité	Méthode	Photos	Moyens
1 (op1)	Nettoyer le chariot porte pistolet	1.1. Nettoyer le chariot avec le chiffon et le grattoir 1.2. Graisser le chariot avec le pistolet graisseur 1.3 Faire passer le pinceau sur le chariot		
2 (op1)	Nettoyer la tête de mélange	2.1. Démonter l'écrou avec la pince 2.2. Nettoyer la tête avec le chiffon 2.3 Graisser la tête avec le pistolet graisseur		
3 (op1)	Nettoyer les filets de la tête	3. Nettoyer les filets avec la brosse métallique		
4 (op1)	Déboucher les 2 trous d'injection	4. Déboucher les trous avec un coton-tige		
5 (op1)	Nettoyer l'écrou et le monter à sa place	5.1. Nettoyer l'écrou avec un coton-tige 5.2. Graisser le diamètre intérieur de l'écrou avec le pistolet graisseur 5.3.Monter l'écrou avec la pince		
6 (op1)	Nettoyer sous la tête de mélange	6.1. Démonter le porte-tête de mélange avec la clé male 6.2 Nettoyer avec le grattoir 6.3 Monter le porte-tete de mélange		
7 (op1)	Changer le sachet de la purge	7.1 Démonter l'ancien sachet 7.2 Monter le nouveau sachet avec le déchirable		
8 (op1)	Nettoyer le porte sachet de la purge	8. Nettoyer la matière recalée sur le porte sachet avec le grattoir		

EMETTEUR : DATE. SIGNATURE :	TECHNIQUE : DATE. SIGNATURE :	METHODE : DATE. SIGNATURE :	FORMATION : DATE. SIGNATURE :	PRODUCTION : DATE. SIGNATURE :	QUALITE : DATE. SIGNATURE :	**Codification**
						BSK/PSA/ALL/PU/MNT/001
						Ind.A

Tab.5.9 : Gamme de nettoyage (page 2/2)

LPS plus	Maintenance autonome ISOJET PU (Nettoyage)	LEONI
Date de création: 16/04/2012		Date MAJ :

Nr	Activité	Méthode	Photos	Moyens
9 (op2)	Nettoyer le couvercle résine ISO	9.1. Prendre un chiffon mouillé avec le détergent. 9.2. Nettoyer le couvercle		
10 (op2)	Nettoyer le couvercle résine Polyol	10. Nettoyer le couvercle avec le chiffon.		
11 (op2)	Nettoyer le radiateur sécheur d'air	11. Nettoyer le radiateur avec le chiffon.		
12 (op2)	Nettoyer les armoires électriques	12. Nettoyer l'armoire électrique avec le chiffon et le grattoir		
13 (op2)	Nettoyer le support capteurs	13.1. Nettoyer le support capteurs avec le chiffon 13.2. Nettoyer la vis avec le grattoir 13.3.Graisser la vis et faire passer le pinceau	 	
14 (op2)	Nettoyer le châssis et la tôle en inox	14.1. Nettoyer le châssis avec le chiffon 14.2.Nettoyer la tôle en inox avec le grattoir		
15 (op2)	Nettoyer le rail de guidage	15.1 Nettoyer le rail de guidage avec le chiffon 15.2 Graisser le rail avec le pistolet graisseur et le pinceau		
16 (op2)	Nettoyer les posoirs	16. Nettoyer les posoirs avec le chiffon		
17 (op2)	Enlever toute matière recalée sur la machine	17. Enlever la matière recalée avec le grattoir		
18 (op2)	Balayer le total du poste de travail	18. Prendre le balai et la pelle, et balayer totalement le poste.		

EMETTEUR : DATE. SIGNATURE :	TECHNIQUE : DATE. SIGNATURE :	METHODE : DATE. SIGNATURE :	FORMATION : DATE. SIGNATURE :	PRODUCTION : DATE. SIGNATURE :	QUALITE : DATE. SIGNATURE :	Codification
						BSK/PSA/ALL/PU/MNT/001
						Ind.A

Les opérations du nettoyage sont à leurs tours définies dans l'ordre, pour éviter toute perte de déplacement, d'où de temps. La figure suivante présente le flux de la suite des opérations du nettoyage de la machine :

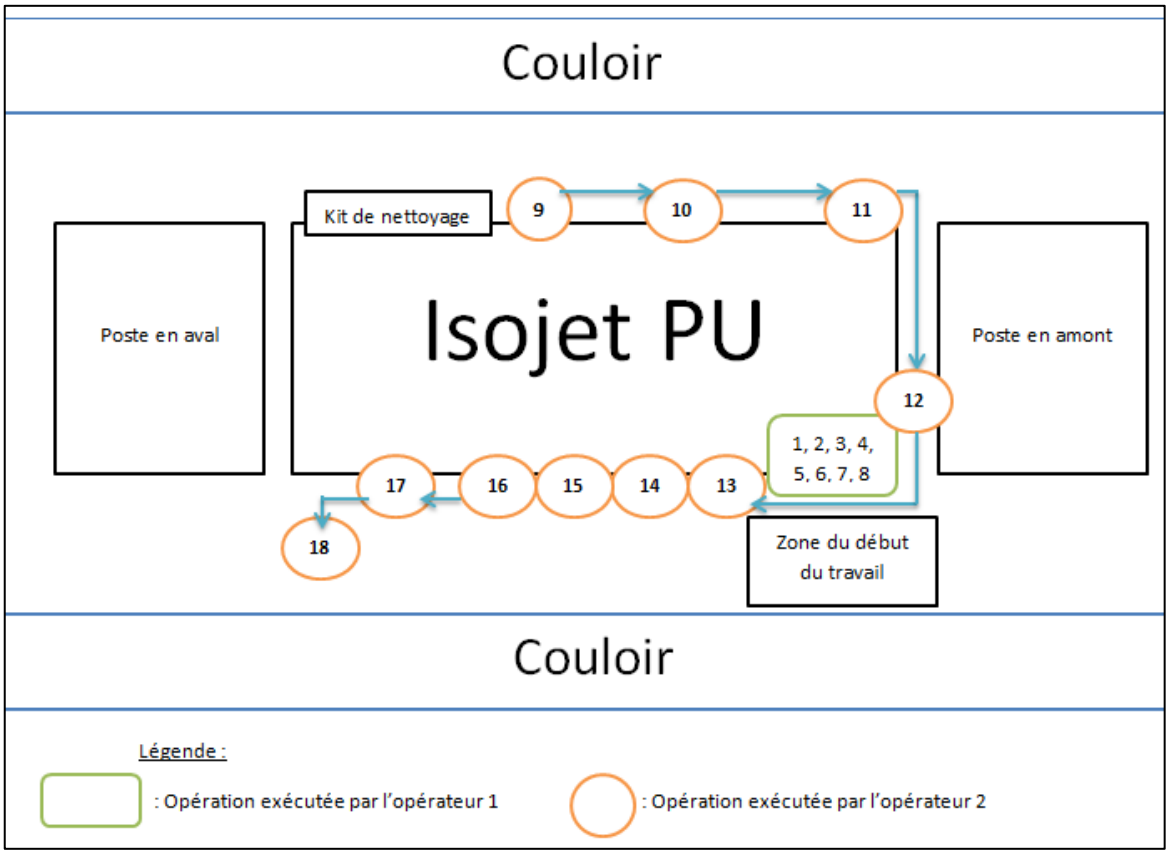


Fig.5.3 : Flux des opérations du nettoyage

6.2.1 Verrouillage du nettoyage

6.2.1.1 Mise au point de la problématique

Etant mise en place, la gamme de nettoyage n'est pas respectée par les opérateurs en général. Les opérateurs ne sont pas rigoureux, d'où, il fallait prévoir une solution pour verrouiller ce point.

6.2.1.2 Solution initiale

En une première approche, lors de l'implémentation LTPM dans les machines de coupe, on a mis en place une roue à six-volets pour le verrouillage du nettoyage de fin d'équipe ; chaque opérateur valide ou non-valide le nettoyage de l'équipe précédente, lors de son inspection en début d'équipe.

La roue de la validation du nettoyage est illustrée sur la figure suivante :

Fig.5.4 : Roue de la validation du nettoyage

Inconvénients :

- La roue peut se déchirer, tourner à vide et donner la fausse indication.
- Pas de suivi d'exécution du nettoyage.

6.2.1.3 Solution proposée et réalisée

La solution que j'ai mise en place, est une application faite sous Matlab, dont le but principal était de valider ou non-valider le nettoyage de chaque fin d'équipe.

J'ai valorisé l'application d'avantage, en y associant l'indication marche/ arrêt machine, le calcul d'indicateur de disponibilité et un historique d'enregistrement.

- **Présentation de l'application**

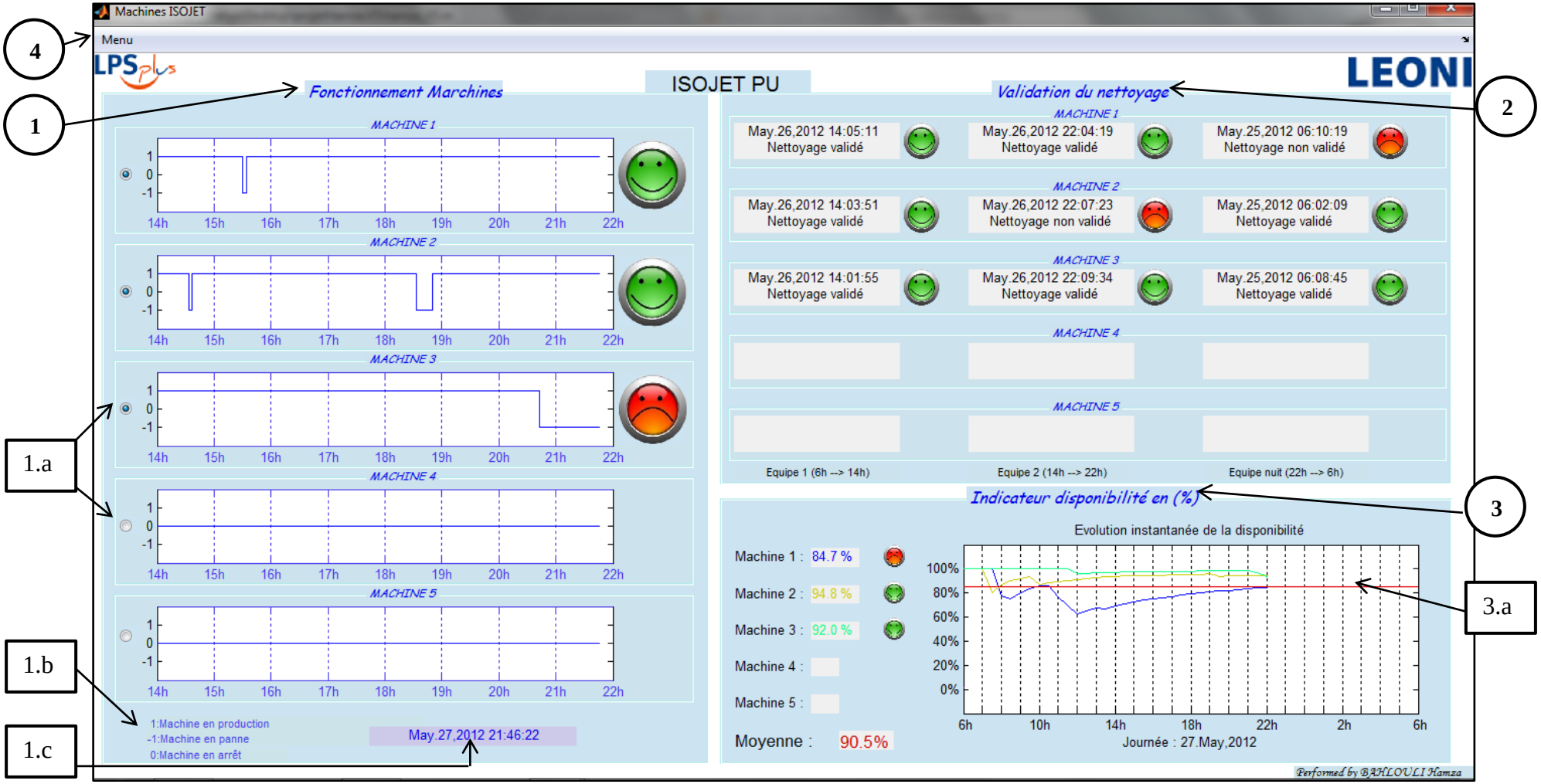


Fig.5.5 : Fenêtre permanente de l'application

Cette application est dédiée à 5 machines PU Isojet pour 5 lignes de production du projet A9, dont 3 fonctionnent déjà, une 4ème prévue de démarrer la première semaine de Juin, et une 5ème ligne prévue d'être implantée par la suite.

La fenêtre permanente de l'application est composée de trois parties majeures :

1. Fonctionnement machines

La première étape à faire lors de la mise en place de l'application est de sélectionner parmi les 5 machines, celles dont les lignes sont en production. Pour ce faire, il suffit de cliquer sur le champ (1.a).

La machine étant sélectionnée, la courbe passe de 0 à 1 (Smiley vert satisfait) ou à -1 (smiley rouge triste), tout dépendant de la position d'un interrupteur à deux positions placé sur chaque machine. L'opérateur est censé mettre l'interrupteur en position marche lorsque la machine est en marche, et mettre l'interrupteur en position d'arrêt lorsque la machine est en panne. (Voir la légende champ 1.b de la figure ci-dessus).

L'axe de temps varie trois fois par jour, de façon à chaque fois que quelqu'un arrive sur terrain, peut visualiser le comportement de chaque machine pendant la période du travail de l'équipe sur place.

Le champ 1.c indique la date et l'heure.

2. Validation du nettoyage

Cette partie est la plus utile, vue l'importance du nettoyage dans les machines PU Isojet.

En début d'équipe, l'opérateur doit valider ou non-valider le nettoyage de l'équipe précédente à l'aide d'un interrupteur trois positions que j'ai mis sur la machine :

Si l'opérateur met l'interrupteur en position 'nettoyage validé' ; l'heure, la date et nettoyage validé avec un smiley vert satisfait, s'affichent dans le champ de la machine et de l'équipe concernées.

Si l'opérateur met l'interrupteur en position 'nettoyage non- validé' ; l'heure, la date et nettoyage non validé avec un smiley rouge triste, s'affichent dans le champ de la machine et de l'équipe concernées.

N.B. : Si l'interrupteur est en position du nettoyage validé ou non-validé, et que l'opérateur veut revalider ou renon-valider le nettoyage, il doit faire passer l'interrupteur par son point mort au milieu.

3. Indicateur disponibilité

Suite aux enregistrements marche/arrêt des machines, la troisième partie de l'application affiche l'évolution instantanée de la disponibilité de chaque machine avec des courbes de différentes couleurs, et la valeur numérique actuelle, avec un smiley vert si la courbe est en dessus de la ligne d'objectif 3.a, qui est à définir dans la barre Menu, ou un simley rouge sinon.

En plus de la fenêtre permanente détaillée précédemment, j'ai associé à l'application une barre Menu (4), comportant 3 autres fenêtres (Fig.5.6) et (Fig.5.7) :

La première est appropriée à la configuration de l'application :

- Le choix du port de connexion avec la carte électronique.
- L'objectif étant variable, c'est au superviseur de définir l'objectif de la disponibilité.
- La possibilité de supprimer l'historique (avec la saisie d'un mot de passe)

La deuxième fenêtre concerne l'historique d'enregistrement :

- Ayant la possibilité de trier par machine, par mois et visualiser l'historique du nettoyage de la machine.
- Ayant la possibilité de définir le choix d'affichage d'indicateur disponibilité, soit par jour, soit par mois.

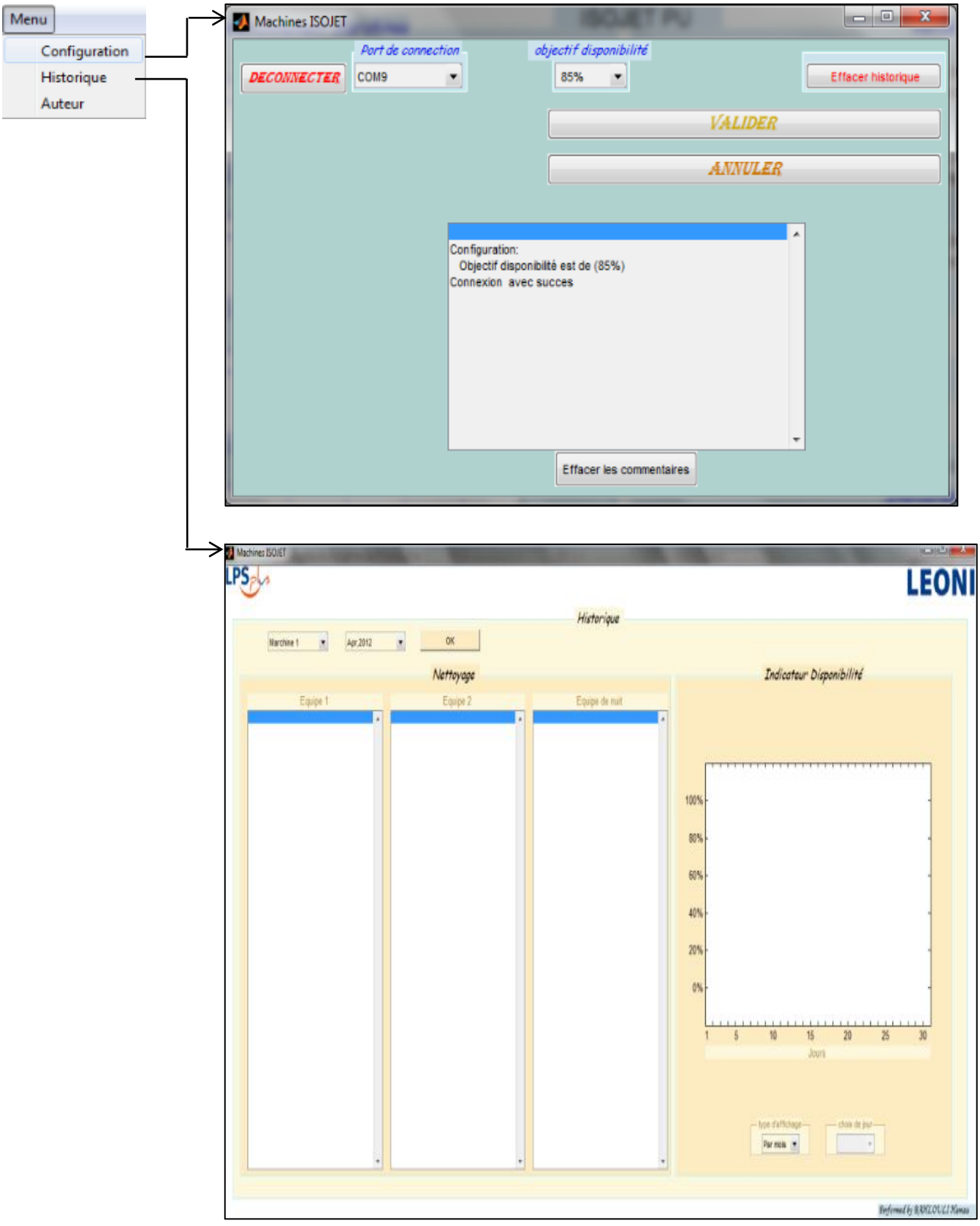


Fig.5.6 : Configuration et historique de l'application

La troisième fenêtre de la barre Menu comporte mes coordonnées, étant l'auteur de l'application :

Fig.5.7 : Coordonnées d'auteur

- **Le schéma de montage**

La mise en place de l'application nécessite, 5 interrupteurs à 2 positions, 5 interrupteurs à 3 positions, 10 résistances de 1 KΩ et une carte électronique Arduino Uno Rev 3 (Voir annexe 3).

Le schéma de montage réalisé sur le logiciel Proteus est illustré sur la figure ci-dessous :

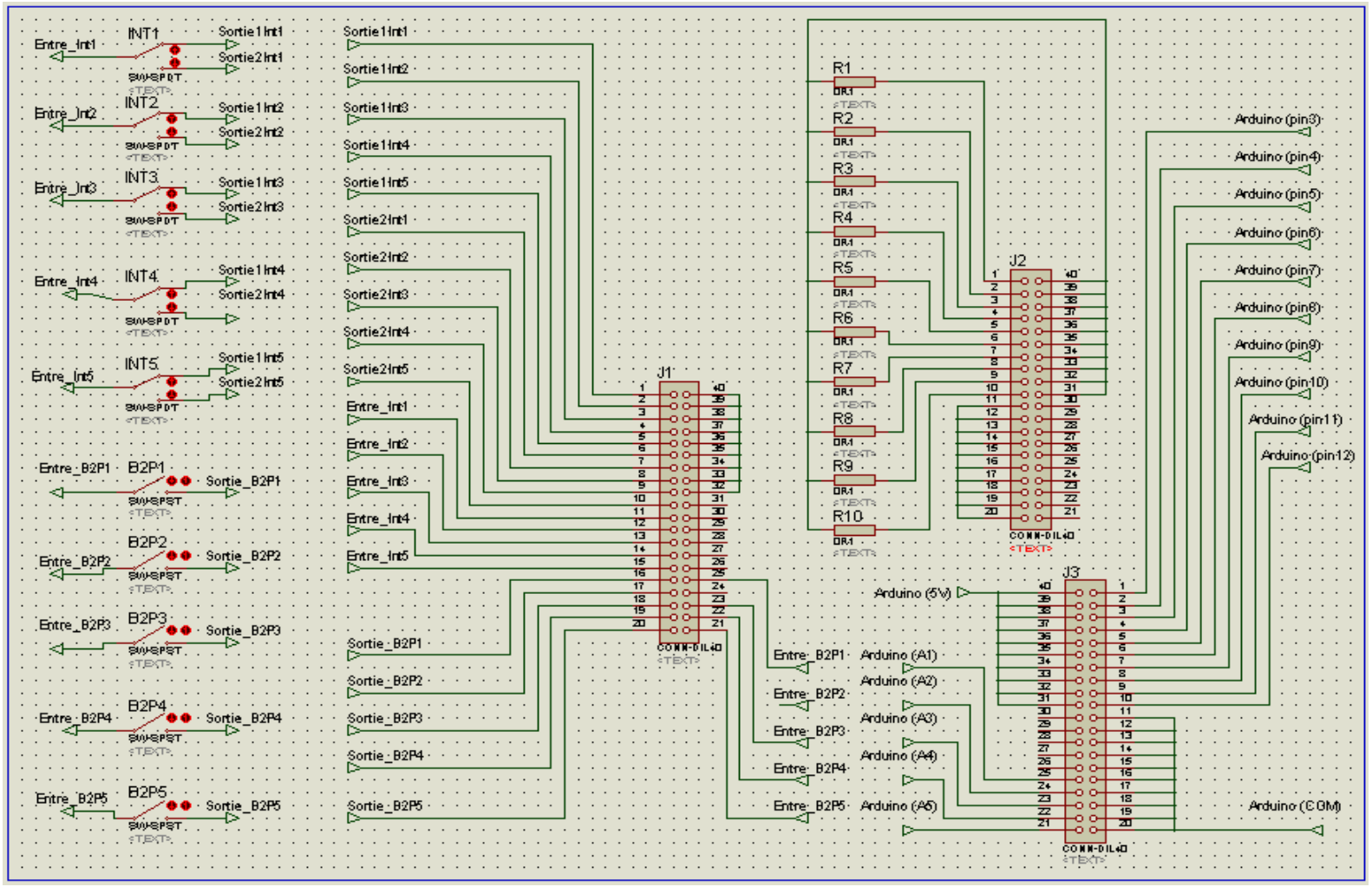


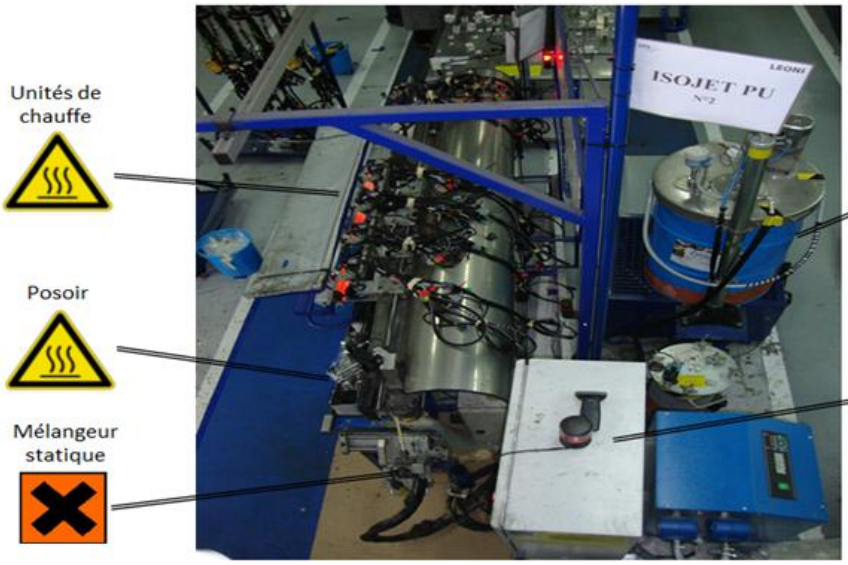
Fig.5.8 : Schéma de montage de l'application

7. Sécurité

Dans un but, d'éviter les dégâts humains et matériels, d'améliorer les conditions de travail et sentir l'opérateur sécurisé, j'ai défini avec le responsable sécurité à Leoni ; les différents points et genres de risque sur la machine PU Isojet, et on a établi et mis en place le document de sécurité suivant :

Tab.5.10 : *Consignes de sécurité PU Isojet*

LPS plus	Consignes de sécurité 'ISOJET PU'	LEONI
Date de création: 25/05/2012		Date MAJ :



DANGER	PREVENTION الوقاية
Danger du au courant électrique. خطر التيار الكهربائي	Il est interdit de toucher aux installations électriques. ممنوع لمس المعدات الكهربائية
Risque de brûlures خطر الإحتراق	Utiliser des moyens de protection adéquats : gants anti-chaleur VIGILANCE يجب إستعمال معدات الحماية الشخصية : القفازات المقاومة للحرارة. الحذر.
Risque chimique : Nocif par inhalation Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la خطر كيميائي : ضار عن طريق الاستنشاق مهيج للعينين ،الجهاز التنفسي والجلد	Utiliser des moyens de protection adéquats : Lunettes de protection. Gants de protection en néoprène. Chaussures de sécurité. يجب إستعمال معدات الحماية الشخصية : النظارات الواقية القفازات الواقية المصنوعة من النيوبرين أحذية السلامة
	Se laver les mains avant les pauses et en fin de travail. Eviter tout contact avec les yeux et avec la peau. غسل اليدين قبل فترة إستراحة و بعد العمل تجنب ملامسة العينين والجلد
	Vérifier la pression du mélangeur statique يجب فحص ضغط الخلاط الثابت

EMETTEUR : DATE. SIGNATURE :	TECHNIQUE : DATE. SIGNATURE :	METHODE : DATE. SIGNATURE :	FORMATION : DATE. SIGNATURE :	PRODUCTION : DATE. SIGNATURE :	QUALITE : DATE. SIGNATURE :	Codification
						BSK-ALL-PU-CS-001
						Ind.A

8. Education et formation

Afin de s'assurer de la continuité de l'application de la démarche LTPM au sein des machines, j'ai adapté une formation pour les opérateurs afin de renforcer l'implication de ces derniers dans la démarche d'amélioration continue des machines par le respect des différentes consignes 5S, le maintien de la propreté, l'élimination des causes de désordre, l'exécution des gammes de la maintenance autonome.

La formation s'est basée sur les 6 aspects suivants :

Former les opérateurs sur les piliers de la LTPM ;

1. Leur expliciter la démarche 5S ;
2. Les sensibiliser des différentes consignes 5S ;
3. Les former sur le standard 5S établi ;
4. Les former sur la gamme d'inspection, et leur éclaircir son utilité ;
5. Les former sur la gamme du nettoyage, sur l'application du verrouillage du nettoyage ;
6. Les former sur les consignes de sécurité et les sensibiliser de l'importance du port des équipements de sécurité.

9. Cout d'investissement global du projet

L'implémentation LTPM sur la machine pilote a nécessité un investissement, dont le coût global est déchiffré dans le tableau ci-dessous :

Tab.5.11 : Coût d'investissement global

Article	Cout en (€)
Panneau d'affichage	103.526
Support bac des inserts	23,529
Mat des câbles d'alimentation	47,057
Support cuve d'Iso	37,646
Support sachet	11,294
Bakélite	66.16
Kit de nettoyage	36,198
Carte électronique Arduino / 5	6.8
Câbles et interrupteurs / 5	45.31
PC / 5	72.8
Coût global	**450.32**

N.B. : Carte électronique / 5 : une carte électronique utilisée dans les 5 machines

10. Conclusion

Dans ce chapitre j'ai appliqué les piliers de la LTPM qui m'ont été confiés, sur la machine pilote Isojet PU 2, ce qui m'a permis d'enregistrer des résultats et des gains quantifiables et non quantifiables qui seront l'objet du chapitre suivant.

Chapitre 6 :

Evaluation des gains

1. Introduction

Le présent chapitre a pour objectif la quantification des gains apportés par le bais des différents actions réalisées au sein de la machine PU Isojet N°2.

Les gains ont apparu en termes des indicateurs de performance 5S, de temps gagné, de la surface libérée et du management visuel. Et également des gains non quantifiables.

2. Evaluation des gains

2.1 Niveau 5S dans la machine PU Isojet N°2

Après la mise en application de la démarche 5S, j'ai utilisé la grille de cotation 5S général présenté dans le tableau (Tab.4.1) pour évaluer le niveau 5S. (Voir la grille de cotation d'après l'implémentation LTPM en annexe 4.1)

La figure suivante représente le niveau 5S avant/après :

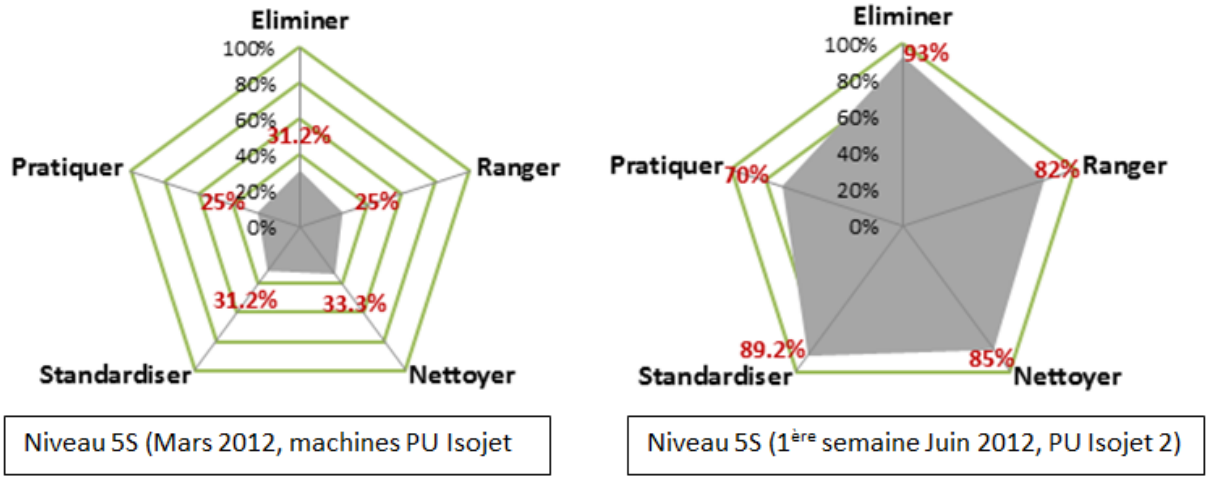


Fig.6.1 : Cartes radar du niveau 5S avant/après

D'après la carte radar 5S on conclut que le niveau des 5S dans la machines Pu Isojet 2, devient très satisfaisant par rapport le niveau du mois de mars à travers le déploiement de la démarche 5S. Cette amélioration constitue un tremplin afin d'atteindre un niveau 5S excellent.

2.2 Gains au niveau des indicateurs de performance 5S

2.2.1 Taux de conformités 5S

La figure suivante présente l'impact de déploiement de la démarche 5S dans la machine pilote Pu Isojet 2, par le calcul des taux de conformité 5S en utilisant la grille de cotation présentée dans le tableau (Tab.4.5).

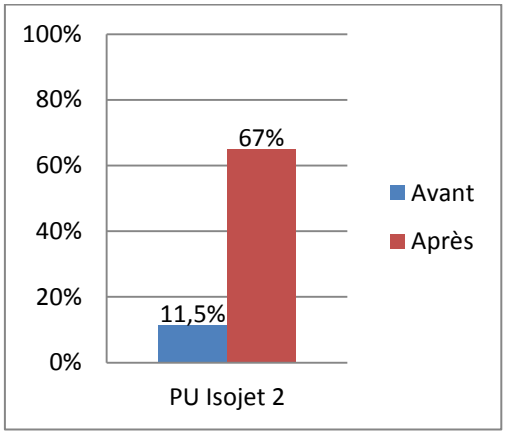


Fig.6.2 : Taux de conformité 5S avant/après de la machine PU Isojet 2

D'après la représentation graphique du taux de conformité 5S dans la machine PU Isojet 2, on remarque que ce dernier a augmenté considérablement à l'aide des différentes actions d'amélioration mises en place.

2.2.2 Taux d'implication 5S

Après la formation des opérateurs sur la démarche 5S, nous avons recalculé le taux d'implication 5S à travers le questionnaire présenté dans le tableau (Tab.4.7).

La figure suivante illustre le nouveau taux d'implication 5S, de l'opérateur 1 (Equipe 1, Isojet PU 2) comparé avec l'ancienne valeur :

Fig.6.3 : Taux d'implication avant et après la formation 5S

La formation 5S des opérateurs m'a permis de stimuler la participation des opérateurs dans la démarche d'amélioration continue des machines à travers les 5S, ce qui a engendré un accroissement de taux d'implications 5S. Cependant, le nouveau taux d'implication 5S ne traduit pas l'objectif désiré d'impliquer les opérateurs à 100%, mais par le bais des formations 5S continues et les motivations, l'objectif sera facilement atteint.

2.3 Gains au niveau du taux de la disponibilité de la machine PU Isojet 2

Après avoir implémenté les 5S, la maintenance autonome et formé les opérateurs, le taux de disponibilité a accru à 95%, c'est un accroissement considérable, mais à améliorer, vue la criticité de la machine dans le processus de production. (Voir le calcul du taux de disponibilité après implémentation LTPM en annexe 4.2)

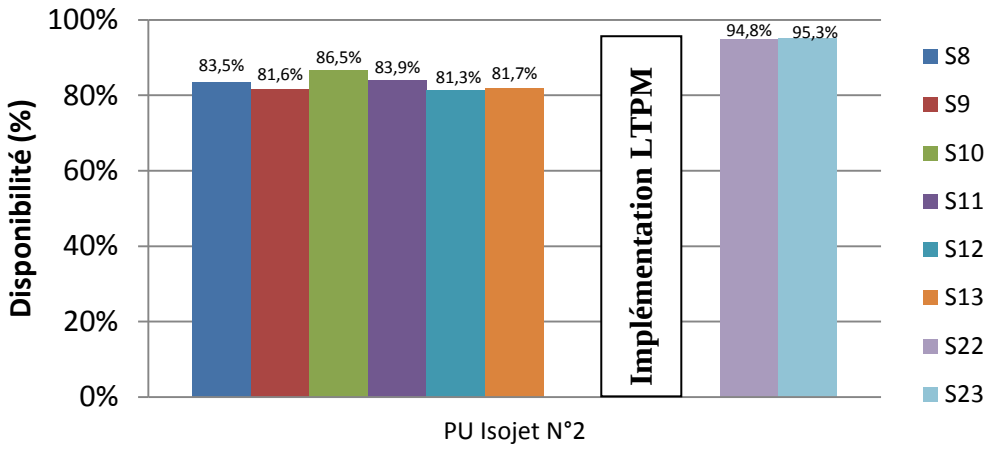


Fig.6.4 : Taux de disponibilité avant/après

2.4 Gains au niveau de surface, de déplacement et de consommation PDR

Le tableau ci-dessous présente les gains en termes de surface libérée et temps gagné obtenus en mettant en place la démarche LTPM sur la machine PU Isojet 2:

Tab.6.1 : Gains au niveau de déplacement et surface

Elément	Gain	N° Action (Tab.5.2)
Réduction des déplacements	1pas = 1 cmin/cycle	2
Réduction des déplacements	1accroupissement + 1pas = 3 cmin/cycle	8
Réduction des déplacements	1 pas = 1 cmin/cycle	9
Libération d'une surface	$1m^2$	18
Total	**Surface : $1m^2$**	**Déplacement : 5 cmin/cycle**

Remarque :

- 1 Pas= 1 cmin.
- 1 Accroupissement= 2 cmin.

La consommation des PDR a systématiquement diminué sur la machine PU Isojet 2, après la mise en place de la démarche, le tableau ci-dessous illustre les gains en consommation des PDR :

Tab.6.2 : Gains au niveau de la consommation des PDR

PDR	Prix unitaire en (€)	Consommation						Gains approximatif par mois en (€)
		Mars			Implémentation LTPM	Mai-Juin		
		S11	S12	S13		S22	S23	
Ecrou de mélangeur	14.5	5	5	6		1	0	280.33
Nez de mélange	204	1	0	1		0	0	544
Joint torique	1.88	4	2	4		1	0	5.32
Vis épaule	21.74	2	1	1		0	0	28.98
Pointeau	8.01	0	2	1		0	1	4
Gain approximatif total par mois en (€)								**862.63**

Sachant que l'économie d'un mètre carré coûte 5.79 €/Jour et la valeur de transformation (VT) d'un faisceau 0.53€, on établit le tableau du gain potentiel suivant :

Tab.6.3 : Gain potentiel estimé

Gain		Gain estimé par an
Surface	1 m²	1*5.79*300 = 1737 €
Déplacement	5 cmin/cycle = 3.85 faisceaux/jour	3.85*0.53*300 = 612.15 €
Consommation PDR	862.63 € /mois	10351.56 €
Total		**12.7 K€/an**

Remarque :

- Le temps de cycle d'un faisceau est 389 cmin, pour une cadence de 300 faisceaux/jour ;
- Nombre de jours d'ouverture par année est : 300 jours.

A l'issue de l'application de la démarche LTPM, on a pu gagner environ 12.7 K€/an.

2.5 Gains non quantifiables

La mise en place de la démarche LTPM permet d'enregistrer également des gains non quantifiables qui ne sont pas moins considérables que les autres gains :

- Un cadre de travail paisible et agréable pour les opérateurs ;
- Amélioration de l'ambiance et de la motivation du personnel;
- Développement et renforcement de l'esprit de groupe;
- Amélioration de l'organisation et du respect des règles;
- Responsabilisation de chacun dans son périmètre d'action;
- Amélioration de l'implication des opérateurs dans la démarche d'amélioration continue des machines ;
- Augmentation de la motivation des opérateurs à travers la réalisation des propositions d'amélioration ;
- Amélioration de la sécurité et de l'ergonomie.
- Amélioration du management visuel Leoni.

3. Conclusion

Dans ce chapitre, j'ai résumé le travail effectué en chiffrant les gains apportés à machine PU isojet 2.

A partir de déploiement de la démarche LTPM, on a pu accroitre le taux de conformité 5S, le taux d'implication 5S des opérateurs et le taux de disponibilité de la machine.

Les différentes actions d'amélioration ont permis de générer un gain potentiel de 12.7 K€, et également des gains non chiffrables.

Conclusion et perspectives

Le travail présenté dans ce rapport a pour mission, l'optimisation des performances des machines de surmoulage PU Isojet, il rassemble deux volets indispensables à la déclinaison et l'aboutissement de la mission qui m'a été confiée.

Le premier volet de ce projet portait preuve sur l'analyse et le diagnostic de l'existant en termes des 5S, pour pouvoir évaluer la situation actuelle et déceler les irrégularités 5S, et de calculer la disponibilité des machines.

La deuxième partie a été consacrée au déploiement de la démarche LTPM au sein des machines d'étude, là où avec l'équipe projet, nous avons entamé une série d'actions d'amélioration touchant la standardisation des machines, la main d'œuvre et les moyens , tout en partant toujours du principe de la réduction des gaspillages et l'amélioration des performances.

Par le biais de ce déploiement de la démarche LTPM, nous avons amélioré le taux de conformité 5S des machines, le taux d'implication 5S des opérateurs ce qui a engendré une amélioration de niveau 5S dans les machines, nous avons accru également le taux de disponibilité de la machine, libéré des espaces, et éliminé des déplacements inutiles, ainsi nous avons enregistré un gain potentiel annuel d'environ 12.7 K€.

En perspectives, ayant appliqué la démarche 5S, la maintenance autonome et formé les opérateurs, il serait judicieux de mener une étude AMDEC détaillée de la machine et en déduire une gamme de maintenance préventive, afin de compléter l'implémentation LTPM.

Références

[1] Sylvie MAYEUR, Guide Opérationnel de la Qualité, **Faut-il tuer la Qualité Totale ?**, édition MAXIMA, 2004.

[2] COURTOIS ALLAIN, PILLET M. « **Gestion de production** », Editions DUNOD, 2004.

[3] Support LTPM (LPS plus) LEONI.

[4] Support-cours de **la gestion de la maintenance industrielle**, Pr. Ramadany.

[5] CHRISTIAN HOHMANN, « Guide pratique des 5S pour les managers et les encadrent » Editions EYROLLES, 2006.

[6] Revue technique pour la TdT A9.

[7] Institut atlantique d'aménagement des territoires**, Guide méthodique de travail en commun,** Avril 2005.

[8] YVON MOUGIN, **Les outils d'optimisation de la performance**, Edition d'organisation, 2004, Page 167.

[9] Support LPS plus LEONI.

Annexes

Annexe 1

Les éléments de Leoni Product Systems plus (LPS plus)

Fig.A.1.1 : Les éléments du LPS plus

Leoni Product Systems s'articule sur les 9 éléments suivant [9] :

Elément E1: Collaboration et Leadership

Objectif :

- Organiser les équipes en fonction des tâches, des missions.
- Développer la collaboration par le management au service de la performance et de l'amélioration continue.

Elément E2: Continuous Improvement Process (CIP)

Objectif :

- Développer une culture robuste d'amélioration continue.
- Réduire les gaspillages.
- Augmenter la valeur ajoutée.

Elément E3: Visualisation

Objectif :

- Permettre à l'organisation de visualiser les objectifs business, de performance et de nos activités.
- Maintenir l'image du Groupe.
- Améliorer la communication.

Elément E4: Process Excellence

Objectif :

- Faciliter l'apprentissage des meilleures pratiques (processus « best in class »).
- Minimiser les gaspillages.
- Développer une culture de l'amélioration continue.

Elément E5: Target agreement (Convention d'Objectifs)

Objectif :

- Permettre à l'organisation d'atteindre ses objectifs business

Elément E6: Rémunération

Objectif :

- Proposer le mécanisme permettant aux collaborateurs de bénéficier d'une forte performance business.
- Maximiser la motivation et l'implication.

Elément E7: Gestion de la Connaissance

Objectif :

- Développer une forte culture de Gestion de la Connaissance

Elément E8: LEONI Total Productive Management

Objectif :

- Optimiser la disponibilité / capacité systèmes et équipements.
- S'assurer que l'équipement est fonctionnel et son efficience maintenue
- Minimiser « downtime » de l'équipement clé

Elément E9: Supply Chain Management (Management du processus logistique)

Objectif :

- Optimiser le processus de gestion de la matière.
- Développer et mettre en œuvre une chaîne logistique optimisée

Annexe 2

Le cycle PDCA

Définition du cycle PDCA

Deming a présenté ce modèle d'amélioration continue en juillet 1950 au comité directeur du Keidanren, c'est pourquoi il est connu dans l'industrie japonaise comme le Cycle de Deming, bien que ce soit une création de Shewhart. C'est une méthode pour aider à apprendre, ainsi que pour conduire l'amélioration d'un produit ou d'un processus. Le cycle comporte quatre étapes dont les noms : Plan, Do, Check, Act, sont traduits par : Préparer, Développer, Comprendre, Agir. [2]

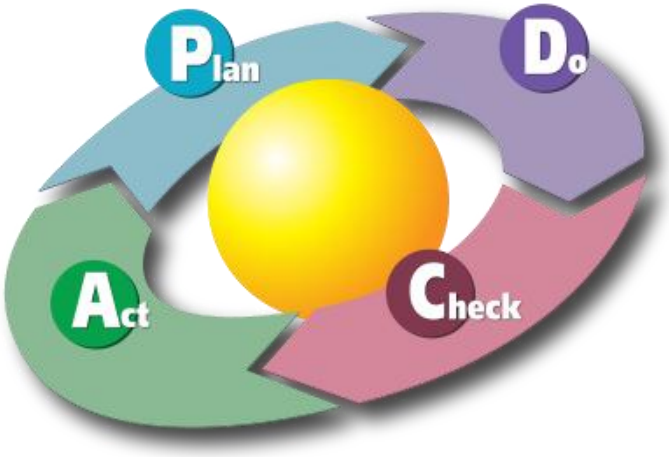


Fig.A.2.1 : La boucle PDCA

Préparer : Cette étape, la plus importante, consiste à préparer un changement ou une amélioration. Quelqu'un a une idée pour améliorer un produit ou un processus, il faut donc préparer un essai comparatif ou une expérience. Le cycle complet repose sur cette première étape. Nous verrons qu'elle est souvent abrégée parce que l'on est pressé de passer à l'action, peut-être pour ne pas paraître inactif.

Développer : Cette étape consiste à réaliser l'essai comparatif ou l'expérience, de préférence à petite échelle, en respectant bien les dispositions définies à la première étape.

Comprendre : Il s'agit d'étudier les résultats. Qu'avons-nous appris ? Les résultats répondent-ils à nos attentes ? Dans le cas contraire, pourquoi ?

Agir : Trois cas peuvent se présenter. Soit on décide d'adopter le changement, ou de généraliser l'expérience. Soit on décide d'abandonner l'étude, donc de continuer à travailler dans les mêmes conditions. Soit on décide de recommencer le cycle en changeant certaines conditions initiales.

Annexe 3

Arduino Uno Rev 3

Fig.A.3.1 : Arduino Uno Rev 3

L'arduino Uno Rev3 est une interface entrée /sortie open source, basée sur un microcontrôleur Atmega, connectée à un ordinateur via port USB pour piloter et commander des entrées.

L'interface de programmation de la carte Arduino est téléchargeable sur le site officiel : http://arduino.cc

L'Arduino n'a pas de fournisseurs au Maroc, il était nécessaire alors de le commander depuis l'étranger, depuis la France.

Annexe 4

Annexe 4.1 : Résultat de la cotation générale 5S de la PU Isojet 2 après le déploiement LTPM.

Annexe 4.2 : Calcul de la disponibilité de la PU Isojet 2 après implémentation LTPM

Annexe 4.1 :

Tab.A.4.1.1 : Résultat de cotation 5S générale du mois de mai

Eléments	Note	Observations	
Eliminer			
Absence d'objets inutiles.	4		
Câbles, tuyaux ordonnés.	3	Présence Tuyaux non ordonnés	
Documents, dossiers ordonnés.	4		
Lignes de limite des zones bien définies.	4		
Sous Total	**15**	**Pourcentage**	93%
Ranger			
Bonne gestion d'outillage.	2	En cours de réalisation	
Identification des emplacements et des zones de postes de travail.	4		
Casiers (objets personnels).	4		
Stocks bien définis et respectés.	2	Les stocks ne sont pas bien définis	
Bonne gestion des déchets.	4		
Sous total	**16**	**Pourcentage**	82%
Nettoyer			
Matériel de nettoyage présent.	3	Matériel de nettoyage non suffisant	
Poubelles (emplacement et esthétisme).	4		
Nettoyage bien exécuté.	3		
Sous total	**10**	**Pourcentage**	85%
Standardiser			
Absence Poussières, fuites, état de sol.	3	Présence des fuites	
Présence et bon état de matériel de sécurité.	4		
Bon état de matériel de signalisation.	3	Etat du matériel de signalisation acceptable.	
Présence des règles et des consignes de travail.	4		
Sous Total	**16**	**Pourcentage**	89.2%
Pratiquer			
Respect des règles de sécurité.	2		
Présence et bon état des EPI.	2		
Respect des procédures de travail (nettoyage, tri de déchets, emplacement et limite de stock…..).	2	Implication des opérateurs encore à améliorer.	
Sous Total	**6**	**Pourcentage**	70%
Total	**63**	**Pourcentage**	82 .2%

Annexe 4.2 :

Tab.A.4.2.1 : Disponibilité de la machine PU Isojet 2 après implémentation LTPM

	Mai	**Juin**
	S22	**S23**
Temps disponible(h)	135	135
Nombres des arrêts	7	8
Temps total des arrêts (h)	7.02	6.34
Temps total de réparation	6.89	6.27
MTBF(h)	18.28	16.08
MTTR (h)	0.98	0.78
Disponibilité (%)	**94.8**	**95.3**