



## PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

**Diplôme d'Ingénieur d'Etat**

Spécialité : **Conception Mécanique et Innovation**

# AMÉLIORATION DE LA PRODUCTIVITÉ DE LA LIGNE D'ASSEMBLAGE DES PANNEAUX DE PORTES

Partenaire:



Soutenu le 18 Décembre 2012

Par :

**M. Tariq MOUSSAMIH**

**Jury :**

- M. A. EL BARKANY (FSTF)
- M. J. ABOUCHITA (FSTF)
- M. M. EL MAJDOUBI (FSTF)
- M. A. ICHIR (VISTEON)

**Encadré par :**

- M. A. EL BARKANY (FSTF)
- M. A. ICHIR (VISTEON)

**Année Universitaire : 2012-2013**

# Remerciements

Ce projet de fin d'études n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et le soutien précieux de bon nombre de personnes que je dois remercier dans ces quelques lignes.

Il me faut tout d'abord remercier vivement **M. ICHIR Azzeddine** mon parrain industriel de stage, pour m'avoir accueilli dans son équipe, 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.

Je tiens également à remercier **M. ELBARKANY Abdellah** qui, en tant qu'encadrant pédagogique au sein de la FST de Fès, m'a aidé à recadrer mes idées et qui a su me guider dans mon projet de fin d'études.

Puis je voudrais remercier chaleureusement **M. MASMOUDI Zouhir**, ingénieur méthode. Il a accepté de me guider, m'a accordé sa confiance et a fourni un support important pour lequel je lui suis particulièrement reconnaissant.

Mes remerciements vont également à tout le personnel de VISTEON Tétouan pour leur accueil et leur collaboration.

Il me faut également remercier tous les membres du jury, pour l'honneur qu'ils m'ont fait, en acceptant d'évaluer mon travail.

Je destine toute marque de reconnaissance et de gratitude à la direction et au corps professoral de la FSTF.

Je ne voudrais pas passer sous silence tous les membres de ma famille qui m'ont soutenu et m'ont accordé leur confiance en ma réussite de ce projet, ce qui m'a permis d'aller toujours de l'avant.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

## Dédicace

A mes chers grands-parents pour leurs amour et soutien moral et inconditionnel qu'ils m'ont apporté durant toute ma vie, à vous ma profonde gratitude, que DIEU vous garde et vous procure une longue vie avec une bonne santé.

A mes très chers parents Pour toutes les peines endurées, toutes les privations et sacrifices consentis, pour faire de nous un homme modèle, à vous ma vive gratitude et ma profonde affection.

A ma petite sœur pour une fraternité indéfectible.

A tous mes très chers amis, pour les moments que nous avons passé ensemble veuillez trouver ici l'expression de ma gratitude.

Aux membres de ma famille et à tous mes professeurs.

Aussi à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Je dédie ce travail.

***MOUSSAMIH Tariq***

# Table des matières

<b>Remerciements</b>	<b>1</b>
<b>Dédicaces</b>	<b>2</b>
<b>Table des matières</b>	<b>3</b>
<b>Résumé</b>	<b>7</b>
<b>Abstract</b>	<b>8</b>
<b>ملخص</b>	<b>9</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>10</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>12</b>
<b>Glossaire</b>	<b>14</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>15</b>
<b>Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil</b>	<b>16</b>
1. Introduction	17
2. Présentation de VISTEON	17
2.1 Le groupe VISTEON	17
2.1.1 Historique	17
2.1.2 Chiffres clés	17
2.1.3 Les produits fabriqués	18
2.2 Présentation de VISTEON Maroc	18
2.2.1 Fournisseurs et clients de VISTEON Maroc	20
2.2.2 Fiche signalétique	20
2.2.3 Organigramme	20
2.2.4 Mission des différents services	22
3. Description du processus de fabrication	23
3.1 Produits fabriqués à VISTEON Maroc	23
3.2 Description du processus de Fabrication des postes d'injections	24
3.3 Description des postes d'assemblages	26
3.3.1 Soudure plastique	26
3.3.2 Perçage-Poinçonnage	26
4. Conclusion	27

<b>Chapitre 2 : Présentation du sujet</b>	<b>28</b>
1. Introduction	29
2. Présentation du projet	29
2.1 Contexte pédagogique	29
2.2 Acteurs du projet	29
2.3 Mise au point de la problématique	29
2.4 Définition de projet	30
3. Définition du cahier des charges	31
4. La démarche d'étude du projet	31
5. Plan d'action du projet	31
6. Conclusion	34
<b>Chapitre 3 : Présentation des outils de travail</b>	<b>35</b>
1. Introduction	36
2. Présentation de la VSM	36
2.1 Définition de la méthode VSM	36
2.2 Réalisation VSM	36
3. Présentation de la méthode 5S	38
3.1 Définition de la méthode 5S	38
3.2 Objectifs de la méthode 5S	38
3.3 Déroulement de la méthode 5S	39
4. Présentation du système KANBAN	39
4.1 Définition de la méthode KANBAN	39
4.2 Objectifs de la méthode KANBAN	40
4.3 Fonctionnement d'une boucle KANBAN	40
5. Conclusion	41
<b>Chapitre 4 : Diagnostic et analyse de l'existant</b>	<b>42</b>
1. Introduction	43
2. Principe de fonctionnement des machines de la ligne des PNO	43
2.1 Machine de poinçonnage	43
2.2 Machine de soudage	44

2.3	Machine de vissage -----	45
3.	Réalisation VSM dans la ligne d'assemblage des PNO -----	46
3.1	Famille de produits-----	46
3.2	Chronométrage -----	47
3.3	VSM de l'état initial de la ligne d'assemblage des panneaux de portes (à l'aide de Microsoft Visio professionnelle 2010)-----	48
4.	Analyse VSM en termes des 5S -----	48
4.1	Niveau 5S dans la ligne d'assemblage des PNO-----	48
4.2	Les causes des non-conformités 5S dans la ligne d'assemblage des PNO -----	51
4.2.1	Recherches des causes par le Brainstorming -----	51
4.2.2	Visualisation des causes-----	52
4.2.3	Classification des causes -----	53
4.3	Taux de conformité 5S des postes de travail -----	54
4.4	Taux d'implication 5S-----	57
5.	Conclusion -----	58
<b>Chapitre 5 : Mise en place des outils d'amélioration -----</b>		<b>59</b>
1.	Introduction -----	60
2.	Déploiement de la démarche 5S dans la ligne des PNO -----	60
2.1	Formation de l'équipe de travail-----	60
2.2	Formalisation des objectifs -----	60
2.3	Description de la ligne d'assemblage des panneaux de portes -----	61
2.4	Etat des lieux de la ligne -----	61
2.5	Application de la démarche 5S-----	65
2.5.1	3S premiers (Se débarrasser, Ranger, Nettoyer) -----	65
2.5.2	Standardiser -----	71
2.5.3	Pérenniser et pratiquer-----	76
2.5.4	Formation-----	78
2.6	Synthèse de la ligne d'assemblage des panneaux de portes-----	79
3.	Implémentation du système KANBAN -----	80
3.1	Problématique-----	80
3.2	Collecte des données relatives au flux à organiser -----	80
3.2.1	Caractéristiques du poste amont -----	80
3.2.2	Caractéristiques du poste aval-----	81

3.3	Etude de la mise en place d'un système KANBAN -----	81
3.3.1	Quantité de pièces par conteneur -----	81
3.3.2	Nombre minimum de KANBANS -----	82
3.3.3	Taille du lot mini de fabrication -----	83
3.3.4	Taille du tampon de régulation -----	83
3.3.5	Constitution des étiquettes KANBAN -----	84
3.3.6	Planning KANBAN -----	85
3.4	Formation et sensibilisation des opérateurs -----	86
4.	Mise en place d'une application de suivi du stock -----	86
4.1	Mise au point de la problématique -----	86
4.2	Présentation de l'application -----	87
5.	VSM actuel de la ligne -----	90
6.	Conclusion -----	90
<b>Chapitre 6 : Evaluation des gains -----</b>		<b>91</b>
1.	Introduction -----	92
2.	Evaluation des gains -----	92
2.1	Niveau des 5S dans la ligne d'assemblage des panneaux -----	92
2.2	Gains au niveau des indicateurs de performance 5S -----	92
2.2.1	Taux de conformités 5S -----	92
2.2.2	Taux d'implication 5S -----	93
2.3	Gains au niveau de surface -----	94
2.4	Gains au niveau de déplacement -----	94
2.5	Gains au niveau de l'implémentation du système KANBAN -----	95
2.6	Résumé des résultats -----	95
2.7	Gains non quantifiables -----	96
3.	Conclusion -----	96
<b>Conclusion générale et perspectives -----</b>		<b>97</b>
<b>Références -----</b>		<b>98</b>
<b>Annexe 1 -----</b>		<b>100</b>
<b>Annexe 2 -----</b>		<b>102</b>
<b>Annexe 3 -----</b>		<b>106</b>
<b>Annexe 4 -----</b>		<b>108</b>

## Résumé

Mon stage de fin d'études, qui s'est déroulé entre Septembre et Décembre 2012 au sein de la société VISTEON Tétouan, avait pour objectif d'améliorer la productivité d'une ligne d'assemblage des panneaux de portes, pour répondre aux besoins des clients de plus en plus exigeants, et réussir le triangle dilemme coût-qualité-délai.

Etant l'objet de mon projet, la ligne de production s'articule sur des opérations automatiques et manuelles engendrant des pertes de temps et de qualité.

Pour accomplir mon travail au sein de la société, j'étais amené à comprendre de près cette ligne d'assemblage, la diagnostiquer en termes des 5S, chercher les causes racines de toute non-conformité, et puis apporter des solutions optimales pour y remédier.

En adoptant la démarche 5S, en implémentant le système KANBAN, et en mettant en place une application de suivi de stock, j'ai pu récupérer des gains chiffrables en termes des indicateurs 5S, de temps, et de surface libérée, et des gains non-chiffrables.



# Abstract

My project trainee, which has taken place between September and December 2012 at the company VISTEON in Tetouan, aimed to improve the production line in order to meet the needs of increasingly demanding customers with better time-cost-quality dilemma triangle.

Being the purpose of my project. the production line is based on automatic and manual operations causing loss of time and quality.

To accomplish my job within the company, I was led to understand that almost assembly line, diagnose it in terms of the 5S, find the root causes of nonconformities, and then provide optimal solutions to remedy.

By adopting the approach 5S, implementing KANBAN system, and putting in place a stock tracking application, I was able to recover quantifiable gains in terms of indicators 5S, time, surface liberated and unquantifiable gains.

## ملخص

هدفت الدراسة التي قمت بها في إطار التدريب الذي أجرته في الفترة الممتدة بين شتنبر و دجنبر 2012 في شركة " فيستيون" تطوان . إلى تطوير الإنتاجية في خط تجميع لوحات الأبواب، لكي نستجيب لمتطلبات الشركاء والزبناء ،وكذلك العمل على نجاح الثلاثية المهمة في الصناعة الثمن\*الجودة\*المدة.

العمل في هذا الخط يرتكز أساسا على عمليات يدوية وأخرى تلقائية بواسطة بعض الآلات. تولد ضياعا في الوقت ورداءة في الجودة.

ولكي أنجز مهمتي ضمن الشركة، فهمت عن قرب جميع جزئيات الخط من جهة، ومن جهة أخرى التشخيص الفعلي للحالة الراهنة التي يوجد عليها حيث ارتكزت على طريقة "5 س" ، والبحث عن الأسباب الرئيسية لعدم المطابقة للمنتج المرغوب تصنيعه، وكذلك اقتراح الحلول الناجعة للمشاكل.

باعتمادنا طريقة "5 س" وبتوظيفنا لنظام "الكان بان"، ووضعنا حيز التنفيذ برنامجا لمتابعة مخزون البضائع ، تمكنا من توفير أرباح ملموسة بحساب مؤشرات أداء "5 س" والوقت المستغل والمساحات المحررة وأرباح أخرى لا تقل شأننا نظيراتها السالفة.

# Liste des figures

<b>Fig.1.1</b> : Situation géographique de VISTEON	19
<b>Fig.1.2</b> : Organigramme VISTEON Maroc	21
<b>Fig.1.3</b> : Panneau arrière J92 (éclaté)	23
<b>Fig.1.4</b> : Panneau avant J92	23
<b>Fig.1.5</b> : Panneau X67	24
<b>Fig.1.6</b> : Planche de bord	24
<b>Fig.1.7</b> : Colorants (noir/gris)	24
<b>Fig.1.8</b> : Grains de Polypropylène (noir/blanc)	25
<b>Fig.1.9</b> : Procédé d'injection thermoplastique	25
<b>Fig.1.10</b> : Exemple d'une machine d'injection	25
<b>Fig.1.11</b> : Exemple d'une machine de soudure plastique	26
<b>Fig.1.12</b> : Exemple de deux machines de poinçonnage et de perçage	27
<b>Fig.1.13</b> : Processus de fabrication au niveau de VISTEON Maroc	27
<b>Fig.2.1</b> : Planning du projet	33
<b>Fig.3.1</b> : Démarche VSM	37
<b>Fig.3.2</b> : Circulation des étiquettes KANBAN	41
<b>Fig.4.1</b> : Machine de poinçonnage	43
<b>Fig.4.2</b> : Machine de soudage	44
<b>Fig.4.3</b> : Machine de vissage	45
<b>Fig.4.4</b> : VSM de l'état initial de la ligne d'assemblage des PNO	48
<b>Fig.4.5</b> : Carte radar des 5S	50
<b>Fig.4.6</b> : Diagramme Ishikawa des causes de non-conformité 5S	52
<b>Fig.4.7</b> : Diagramme Pareto des causes des non-conformités 5S	54
<b>Fig.4.8</b> : Taux de conformité 5S du mois de Septembre	56

<b>Fig.4.9 :</b> Taux d'implication 5S du mois de Septembre -----	58
<b>Fig.5.1 :</b> Cartographie de la ligne d'assemblage des PNO -----	61
<b>Fig.5.2 :</b> Zone de communication de la ligne d'assemblage des PNO -----	78
<b>Fig.5.3 :</b> Carte layout de la ligne d'assemblage des PNO avant l'amélioration -----	79
<b>Fig.5.4 :</b> Carte layout de la ligne d'assemblage des PNO après l'amélioration -----	80
<b>Fig.5.5 :</b> Etiquette KANBAN pour les panneaux AV D-----	84
<b>Fig.5.6 :</b> Etat avant/après l'implémentation du système KANBAN -----	85
<b>Fig.5.7 :</b> TOP à mettre en place au poste amont -----	85
<b>Fig.5.8 :</b> Stock des articles utiles à la production -----	87
<b>Fig.5.9 :</b> Fenêtre de l'application -----	88
<b>Fig.5.10 :</b> Etat avant/après du stock des articles utiles à la production -----	89
<b>Fig.5.11 :</b> VSM de l'état initial de la ligne d'assemblage des PNO -----	90
<b>Fig.6.1 :</b> Taux de conformité 5S avant et après l'amélioration -----	93
<b>Fig.6.2 :</b> Taux d'implication avant et après la formation 5S -----	93
<b>Fig.A.2.1.1 :</b> Etiquettes KANBAN-----	103
<b>Fig.A.2.2.1 :</b> TOP à mettre en place au poste amant -----	104
<b>Fig.A.2.3.1 :</b> Standard de fonctionnement du système KANBAN-----	105

# Liste des tableaux

<b>Tab.1.1</b> : Fiche signalétique VISTEON Maroc-----	20
<b>Tab.2.1</b> : Définition du projet-----	30
<b>Tab.2.2</b> : Démarche d'étude -----	31
<b>Tab.2.3</b> : Planning du projet -----	32
<b>Tab.4.1</b> : Types de produits assemblés de la ligne d'assemblages des PNO-----	47
<b>Tab.4.2</b> : Chronométrage du produit 1 -----	47
<b>Tab.4.3</b> : Chronométrage du produit 2 -----	47
<b>Tab.4.4</b> : Grille de cotation 5S générale -----	49
<b>Tab.4.5</b> : Résultat de cotation 5S générale -----	50
<b>Tab.4.6</b> : Grille utilisée pour le vote pondéré-----	53
<b>Tab.4.7</b> : Tableau Pareto des causes-----	53
<b>Tab.4.8</b> : Fiche suivi des 5S-----	55
<b>Tab.4.9</b> : Résultat de taux de conformité 5S du mois de Septembre -----	56
<b>Tab.4.10</b> : Questionnaire de taux d'implication 5S-----	57
<b>Tab.4.11</b> : Résultat de taux d'implication 5S du mois de Septembre -----	58
<b>Tab.5.1</b> : Equipe de travail -----	60
<b>Tab.5.2</b> : Etat des lieux de la ligne gauche -----	62
<b>Tab.5.3</b> : Classement des actions selon 3S -----	65
<b>Tab.5.4</b> : Etat après de la ligne gauche-----	67
<b>Tab.5.5</b> : Gamme opératoire de la machine de vissage avant gauche-----	73
<b>Tab.5.6</b> : Gamme de nettoyage de la machine de vissage -----	74
<b>Tab.5.7</b> : Etat de référence de la machine de vissage-----	75
<b>Tab.5.8</b> : Gamme d'inspection de la machine de vissage-----	76
<b>Tab.5.9</b> : Planning d'audit 5S -----	77

<b>Tab.5.10</b> : Plan d'action 5S-----	77
<b>Tab.5.11</b> : Les gains de la ligne d'assemblage des PNO-----	79
<b>Tab.5.12</b> : Caractéristiques du poste amont-----	81
<b>Tab.5.13</b> : Caractéristiques du poste aval-----	81
<b>Tab.5.14</b> : Quantité de pièces par conteneur-----	82
<b>Tab.5.15</b> : Caractéristiques du nombre minimum de KANBAN-----	83
<b>Tab.5.16</b> : Taille du lot mini de fabrication-----	83
<b>Tab.5.17</b> : Taille du tampon de régulation-----	84
<b>Tab.6.1</b> : Niveau des 5S avant et après l'amélioration-----	92
<b>Tab.6.2</b> : Gains au niveau de surface-----	94
<b>Tab.6.3</b> : Gains au niveau de déplacement-----	94
<b>Tab.6.4</b> : Etat des coûts de production-----	95
<b>Tab.6.5</b> : Résumé des résultats-----	95
<b>Tab.A.1.1</b> : Références PNO-----	101
<b>Tab.A.3.1</b> : Résultat de cotation 5S générale du mois de Décembre-----	107

# Glossaire

	<u><b>A</b></u>
<b>AV</b>	Avant
<b>AR</b>	Arrière
	<u><b>C</b></u>
<b>Cmin</b>	Centième de minute
	<u><b>D</b></u>
<b>D</b>	Droite
	<u><b>G</b></u>
<b>G</b>	Gauche
	<u><b>K</b></u>
<b>K</b>	kilo DH
<b>KM</b>	Krauss mafei
	<u><b>L</b></u>
<b>LEI</b>	Lean Enterprise Institute
	<u><b>N</b></u>
<b>NOK</b>	Non OK
	<u><b>O</b></u>
<b>OPS</b>	Observation par poste
	<u><b>P</b></u>
<b>PDB</b>	Planche de bord
<b>PNO</b>	Panneaux de portes
	<u><b>Q</b></u>
<b>QPS</b>	Qualité, production, Sécurité
<b>QQOQCP</b>	Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?
	<u><b>S</b></u>
<b>San</b>	Sandreto
<b>SA</b>	Société anonyme
	<u><b>T</b></u>
<b>TOP</b>	Tableau d'organisation de production
<b>TPM</b>	Total Productive Maintenance
	<u><b>V</b></u>
<b>VSM</b>	Value stream mapping
<b>VP</b>	Vide de poche

# Introduction générale

Dans un contexte économique de plus en plus difficile, les clients exigent des réductions de prix et la concurrence imposant une compétition accrue, l'entreprise essaie de maintenir ses marges. L'amélioration de la production est de plus en plus nécessaire pour maintenir sa compétitivité.

La démarche pour améliorer la production est basée sur la méthode, l'affectation de ressources et le management de ces ressources. Elle permet d'optimiser le pilotage des processus majeurs, de réduire notablement les dysfonctionnements internes, de diminuer les gaspillages et d'améliorer la production globale de l'entreprise. Elle contribue à améliorer la qualité du produit/service livré, à accroître la valeur perçue par le client et sa satisfaction, et ainsi, à mieux le fidéliser.

C'est dans cette perspective qu'entrent en jeu les méthodes du lean-management, en particulier, la démarche 5S et la méthode Kanban, qui feront l'objet de mon projet, de mon rapport.

Le présent rapport s'articule autour de six chapitres, dont le premier est consacré à la présentation du lieu de travail : Groupe VISTEON, VISTEON Tétouan, et le processus de fabrication au niveau de cette entreprise, le deuxième 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, le troisième chapitre présente brièvement les outils de travail à savoir ; la méthode VSM (Value Mapping Stream), la démarche 5S, et le système KANBAN. Le quatrième s'agit d'un chapitre important dans l'étude, il permet un diagnostic d'état initial de la ligne, en termes des 5S, le cinquième chapitre est réservé à la mise en place des outils d'amélioration, afin de surmonter la problématique du projet. Dans un dernier chapitre, je mets le point sur les gains récupérés grâce à la mise en place de ces outils.

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



# **Chapitre 1**

## **Présentation de l'organisme d'accueil**

## **1. Introduction**

Le groupe VISTEON compte plus de 170 implantations à travers le monde répartis dans 26 pays, et plus de 27 000 collaborateurs. Sa compétitivité internationale repose désormais sur trois points : la qualité, les coûts et les délais qui constituent le fil directeur des méthodes de travail dans tous les services et activités de l'entreprise.

Le présent chapitre constitue une présentation abrégée du groupe VISTEON et un aperçu général sur VISTEON Maroc, filiale du groupe et organisme d'accueil, ainsi une explication détaillée du processus de production, afin de mieux développer le sujet et la problématique traités lors de ce travail.

## **2. Présentation de VISTEON**

### **2.1 Le groupe VISTEON**

VISTEON est une entreprise américaine, équipementier international de l'industrie automobile né de la scission en tant qu'entité de Ford produisant des composants et des systèmes pour automobile.

VISTEON est issu de la scission en 1999 du groupe Ford. Il fournit les principaux constructeurs mondiaux en équipements spécifiques dédiés à l'automobile. Son chiffre d'affaires a été en 2010 d'environ 8 milliards de dollars, (soit 60 milliards de DH). Elle dispose d'un important carnet avec plus de 2.200 brevets et emploie plus de 27.000 personnes par le monde.

#### **2.1.1 Historique**

Avant sa naissance en septembre 1997, VISTEON Corporation était une filiale dépendante de Ford Motor Company.

Le 13 avril 2000, Ford a annoncé sa décision de se séparer de VISTEON Corporation. Cette séparation va permettre à l'entreprise VISTEON d'acquérir de nouveaux marchés auprès d'autres grandes marques de fabricants d'automobiles.

#### **2.1.2 Chiffres clés**

- ✓ Plus de 170 implantations à travers le monde dans 6 continents et 26 pays.
- ✓ 121 usines de fabrication.

- ✓ 53 centre techniques et bureaux.
- ✓ 2ème équipementier d'automobile mondial.
- ✓ Elle emploie environ 90 000 personnes.
- ✓ Chiffre d'affaire de plus de 16 milliards de dollars.

### 2.1.3 Les produits fabriqués

VISTEON corporation possède 4 divisions de production différentes, celles-ci fabriquent les produits distincts :

- **La climatisation** : VISTEON est un leader mondial dans la conception et la fabrication de composants, des modules et des systèmes qui aident à maintenir la température du véhicule ainsi que les moteurs et le niveau de confort désiré (Système de climatisation, Système de refroidissement, Système d'admission moteur).
- **Intérieurs** : VISTEON est un important concepteur et fabricant des systèmes intérieurs de véhicules, intégré aux plus hauts niveaux de l'artisanat et de la fonctionnalité et il met l'accent sur l'amélioration de l'expérience de conduite (Modules Cockpit, Panneau de porte, Planche de bord, Console centrale).
- **Electronique** : VISTEON est un leader mondial d'une gamme complète de produits électroniques qui contrôlent les systèmes critiques du véhicule et connecte les gens et le monde autour d'eux (Audio, Ecran d'information, Aide à la conduite, Optique extérieur).
- **Eclairage** : VISTEON adopte un système d'éclairage extérieur très efficace qui comprend des lampes incandescences, des systèmes avancés pour les modèles de luxes et des « smart system » qui regroupent l'éclairage prédictive et éliminer les éblouissements.

## 2.2 Présentation de VISTEON Maroc

L'équipementier américain VISTEON vient d'opter pour la ville de Tétouan. Dans la commune rurale de Siddina que l'opérateur a choisi d'installer son usine. L'investissement total est de 170 millions de DH pour une superficie de 12.000 m<sup>2</sup>, selon le Centre régional d'investissement (CRI) de Tanger-Tétouan. L'unité fabrique des éléments de garniture intérieure pour son principal client Renault à Melloussa.

L'équipementier américain a démarré la production et la livraison des intérieurs de voitures pour Renault au mois de janvier 2012.



**Fig.1.1** : Situation géographique de VISTEON

Pour l'équipementier, le choix n'est guère fortuit et correspond à un souci de proximité de son client Renault à moins d'une heure de route. L'accessibilité que représente la proximité du complexe portuaire Tanger Med et aussi la disponibilité d'un important bassin d'emploi dans la zone de Tétouan ont donc été déterminants dans la sélection du site qui était concurrencé par plusieurs autres options dont certaines internationales.

Le nombre d'emplois à créer devrait dépasser les 500 avec, à la clé, l'arrivée de plusieurs équipementiers et de sous-équipementiers. Cette implantation arrive à point nommé pour une zone fortement touchée par le chômage comme l'est la région de Tétouan. Cette dernière commence dès à présent à entrer dans le radar et devenir visible pour les investisseurs potentiels.

C'est d'ailleurs la raison qui a motivé les pouvoirs publics à mettre en place une nouvelle zone industrielle à Tétouan. Sur plus de 150 hectares, elle devra offrir aux opérateurs intéressés une base foncière solide pour entamer leurs activités. D'autant plus que Tétouan reste une alternative intéressante face à d'autres régions, comme Tanger, qui souffrent de Leur succès relatif avec une rareté du foncier et une saturation des principales plateformes d'accueil.

### 2.2.1 Fournisseurs et clients de VISTEON Maroc

La politique de partenariat avec les fournisseurs est essentielle pour VISTEON Maroc. Les principaux sont : **Fluidconcept, Polydesign, Sabic, Unifaiz** (Matière première).

Le principal client de VISTEON Maroc reste tout de même le groupe RENAULT Maroc.

### 2.2.2 Fiche signalétique

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

**Tab.1.1** : Fiche signalétique VISTEON Maroc

Raison sociale	VISTEON Maroc S.A.
Répartition	100% RENAULT
Superficie	5000 m <sup>2</sup> (en extension)
Effectif	Plus que 120 personnes
Démarrage de Production	Janvier 2012
Durée	J92 : 8ans X67 : 10 ans
Objet social	Fabrication des éléments de garnitures intérieures pour l'usine de Renault à Melloussa

### 2.2.3 Organigramme

VISTEON Maroc s'organise sous huit directions pôles. Cette architecture organisationnelle se présente dans la figure suivante :

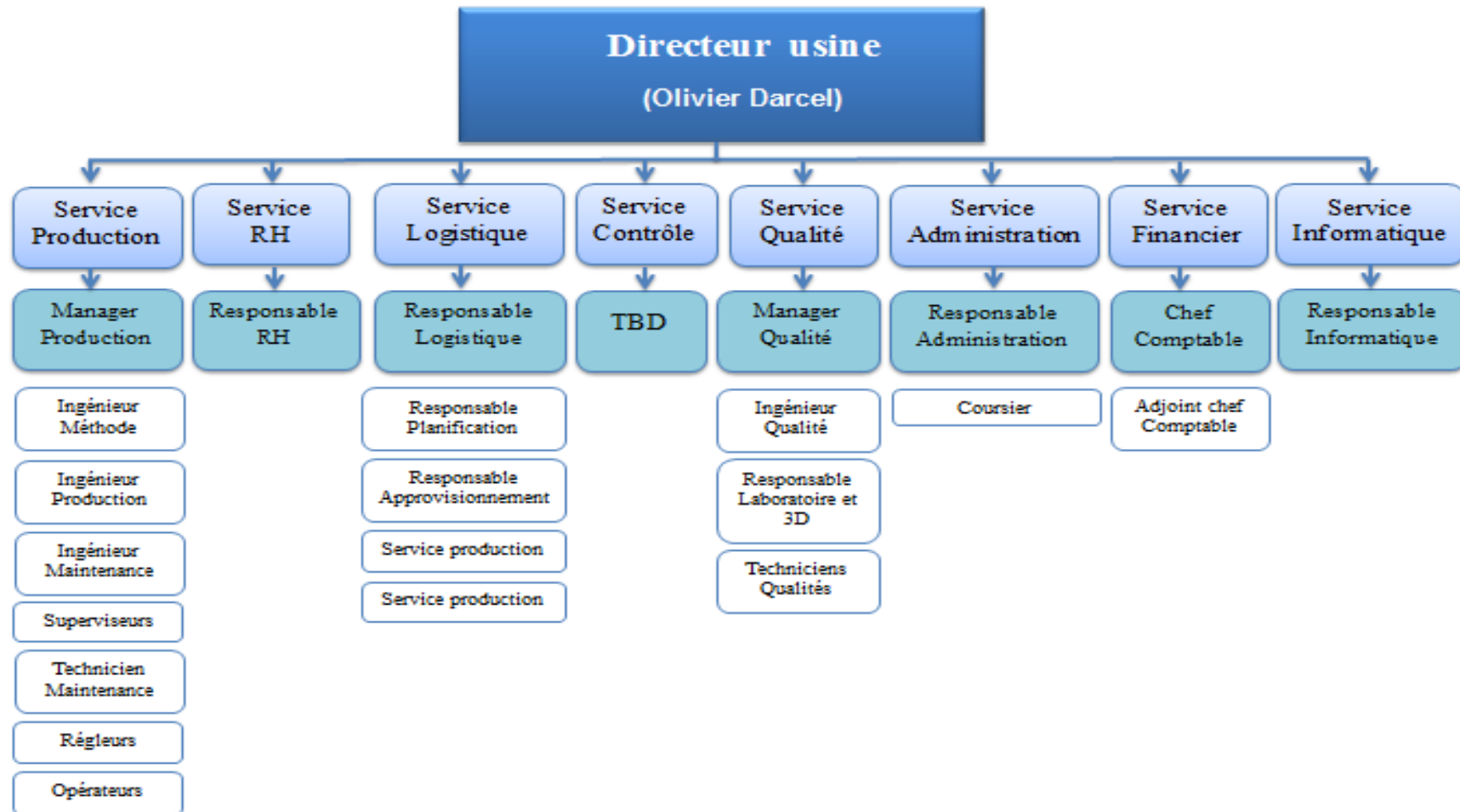


Fig.1.2 : Organigramme VISTEON Maroc

## 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 financier**

Assurer les fonctions financières et comptables de l'entreprise, développer et implanter 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 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 ingénierie**

Qui a pour mission d'adapter les procédés des fabrications conformément aux règles définies par les Directions Engineering et qualité du groupe.

- **Le service production**

Qui a pour principale mission la réalisation des programmes de production tout en assurant une bonne qualité du produit en respectant les détails fixés au préalable et en optimisant les performances.

- **Le service informatique**

C'est de s'occuper de tout ce qui concerne l'informatique, d'essayer de trouver des solutions informatiques pour faciliter ou aider les acteurs de l'organisation ou de l'entreprise dans leur tâches (développer des applications qui permettrait d'accélérer le travail du contrôleur ou du comptable par exemple), il peut aussi se charger de la formation des autres travailleurs dans l'utilisation des outils informatiques, utiles pour l'organisation...

### **3. Description du processus de fabrication**

#### **3.1 Produits fabriqués à VISTEON Maroc**

Les différents produits fabriqués par VISTEON Maroc sont :

- **Les panneaux J92**

- ✓ panneau arrière J92 (éclaté)



**Fig.1.3** : Panneau arrière J92 (éclaté)

- ✓ Les panneaux avant J92



**Fig.1.4** : Panneau avant J92



- **Les panneaux X67**



**Fig.1.5** : Panneau X67

- **Les Planches de bord**



**Fig.1.6** : Planche de bord

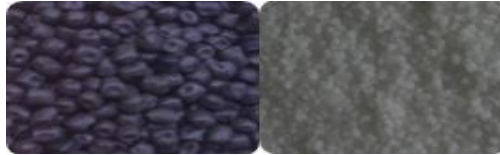
### **3.2 Description du processus de Fabrication des postes d'injections**

Les matières premières utilisées sont :

- ✓ Polypropylène importé d'Europe (granulés).
- ✓ Colorants.

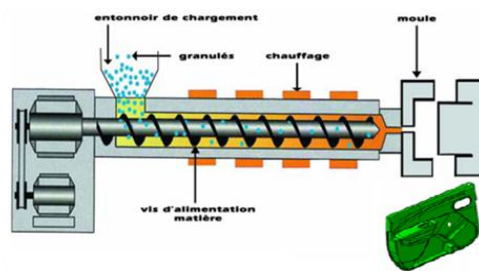


**Fig1.7** : Colorants (noir/gris)



**Fig.1.8** : Grains de Polypropylène (noir/blanc)

La matière plastique sous forme de granulés, est versée dans une trémie pour alimenter une vis sans fin logée dans un tube chauffé. Elle y est comprimée, malaxée et chauffée. Ce traitement mécanique et thermique fournit une pâte fondante et homogène sans bulle qui est poussée par la vis en rotation vers un orifice. La matière expulsée sous pression par la vis d'injection à travers ce trou vient remplir un moule fermé et refroidi. Au contact des parois froides, elle prend la forme du moule et se solidifie. Le moule s'ouvre ensuite pour faire sortir la pièce. Pour changer la forme de la pièce, il suffit de changer de moule.



**Fig.1.9** : Procédé d'injection thermoplastique

Ce procédé permet une transformation en discontinu des thermoplastiques. On obtient après démoulage des produits finis ou semi-finis de formes complexes en une seule opération. C'est une méthode de production très rapide pour produire des objets en très grande quantité. A l'usine il s'agit de dix presses d'injection de 275T à 2500T.



**Fig.1.10** : Exemple d'une machine d'injection

### 3.3 Description des postes d'assemblages

#### 3.3.1 Soudure plastique

L'usine possède deux machines de soudure plastique : La soudure plastique est un ensemble de techniques utilisées pour souder deux pièces en matière plastique. Le choix d'une technique particulière est lié au type de plastique utilisé, la géométrie des pièces à assembler, le temps de cycle de soudure requis ainsi que le coût des moyens à mettre en œuvre. Ces techniques de soudure sont basées sur un échauffement local des matériaux à souder. L'échauffement des matériaux se fait, selon la technique utilisée, soit par un apport extérieur de chaleur soit par création de chaleur provoquée par le processus lui-même. Seuls les thermoplastiques sont de ce fait soudables par ces techniques.



Fig.1.11 : Exemple d'une machine de soudure plastique

#### 3.3.2 Perçage-Poinçonnage

Le perçage et le poinçonnage se font manuellement ou bien automatiquement : ils sont utilisés pour réaliser des trous et découper des flans de formes complexes parfois non rectangulaires, donc difficiles ou impossibles à réaliser par cisailage. Utilisé aussi en construction métallique pour "percer" les profilés.

Il existe trois modes possibles de poinçonnage :

- ✓ Le poinçonnage classique : enlèvement de matière par simple réalisation de trous.
- ✓ Le grignotage, qui consiste à découper un pourtour intérieur ou extérieur par de multiples coups de poinçon.
- ✓ Le découpage à la presse : découpe de flans à l'aide d'un outillage spécifique.



Fig.1.12 : Exemple de deux machines de poinçonnage et de perçage

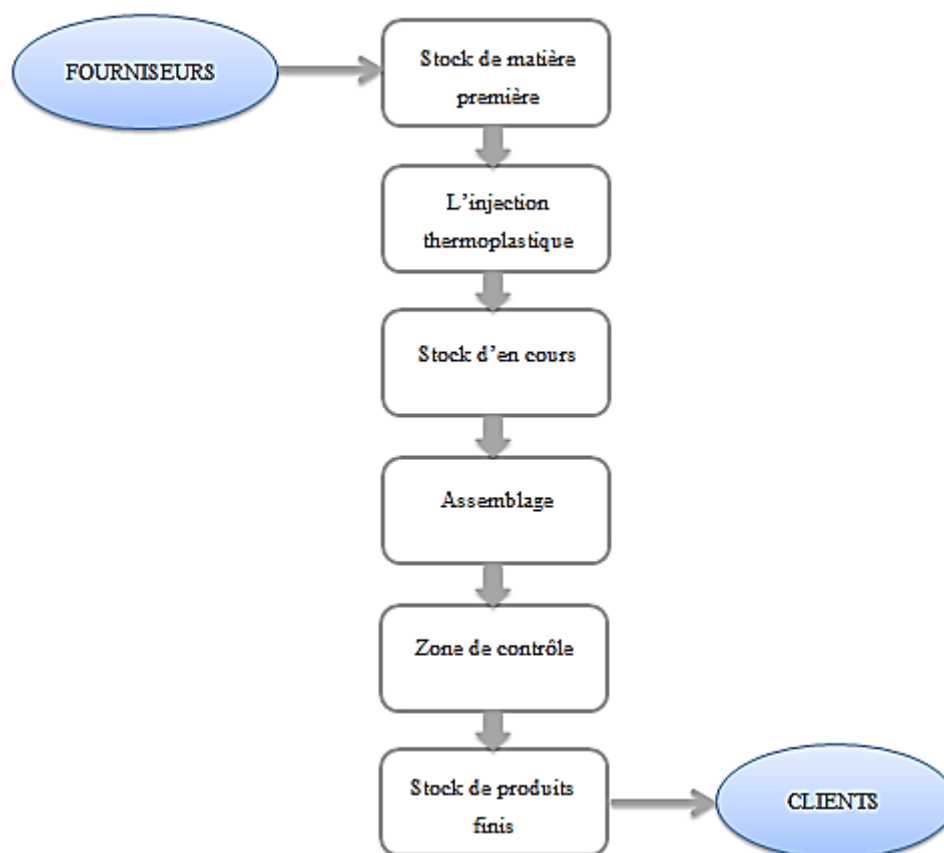


Fig.1.13 : Processus de fabrication au niveau de VISTEON Maroc

## 4. Conclusion

Après avoir présenté l'organisme d'accueil de VISTEON. Le prochain chapitre sera consacré à la définition détaillée du cahier de charges et du plan d'action du projet sur Gant.

## **Chapitre 2**

### **Présentation du sujet**

## 1. Introduction

Dans ce chapitre, j'ai explicité de près la problématique et détaillé le cahier des charges, ensuite, j'ai établi mon plan d'action sur Gant pour en dégager le chemin critique.

## 2. Présentation du projet

### 2.1 Contexte pédagogique

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'un projet de fin d'études qui permet de compléter et de mettre en œuvre le savoir acquis pendant la formation de l'ingénieur d'état de l'FST de Fès.

### 2.2 Acteurs du projet

Les acteurs intervenant dans ce projet sont :

- **Le maître d'ouvrage** : Le maître d'ouvrage c'est la société VISTEON Maroc qui est une unité appartenant au groupe VISTEON installée à la zone industriel Sadena à Tétouan.
- **Maître d'œuvre** : La Faculté des Sciences et Techniques de Fès, filière Ingénieur d'Etat en Conception mécanique & innovation, présenté par : **Mr. Abdellah ELBARKANY**.
- **Acteurs relais** : Le projet a été réalisé sous le suivi et l'encadrement de :
  - ✓ **Mr. ELBARKANY Abdellah** encadrant pédagogique.
  - ✓ **Mr. ICHIR AZZEDDINE** parrain du stage.

### 2.3 Mise au point de la problématique

La définition de la problématique est l'approche ou la perspective théorique qu'on décide d'adopter pour traiter le problème posé par la question de départ. Elle est une manière d'interroger les phénomènes étudiés. Elle constitue une étape charnière de la recherche, entre la rupture et la construction.

Pour mon projet de fin d'études la problématique peut être résumée dans les aspects suivants :

- ✓ Postes de travail désordonnés, encombrés et sales ;
- ✓ Mauvaise implantation des zones de stockage ;
- ✓ Stock des articles utiles a de la production désordonné ;
- ✓ Difficulté de savoir la quantité stockée des articles utiles à la production ;
- ✓ Mauvaises habitudes de travail ;
- ✓ Qualité faible ;
- ✓ Gaspillages.

## 2.4 Définition de projet

Pour appréhender le projet dans son contexte, la méthode QQQQCP permet d'avoir sur toutes les causes du problème, des informations suffisantes pour déterminer avec exactitude quelle est la cause principale. Ces informations sont souvent basées sur des observations, des faits que l'on consigne au cours d'enquêtes. Cela permet d'identifier les aspects essentiels du problème.

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

**Tab.2.1** : Définition du projet

<b>QQQQCP</b>	
<b>Quoi</b>	<p><b>Activité</b> : Amélioration de la productivité d'une ligne d'assemblage</p> <p><b>Produit</b> : Panneaux de portes J92 et X67</p> <p><b>Service</b> : Production</p>
<b>Qui</b>	<b>Les clients</b> : VISTEON Maroc
<b>Où</b>	VISTEON Maroc, ligne d'assemblage, Panneaux de portes
<b>Quand</b>	Du 20/09/2012 au 20/12/2012
<b>Comment</b>	<p>Mettre en place un standard 5S</p> <p>Mettre en place un système KANBAN</p> <p>Assurer la formation des opérateurs</p>
<b>Pourquoi</b>	<p>Standardisation des postes de travail</p> <p>Optimisation de la performance de la ligne d'assemblage des PNO</p> <p>Améliorer la productivité de la ligne d'assemblage des PNO, afin d'atteindre l'objectif de l'entreprise</p>

### 3. Définition du cahier des charges

Le présent projet d' « amélioration de la productivité de la ligne d'assemblage des panneaux de portes » est venu pour répondre à un besoin de correction de la mauvaise situation organisationnelle, et l'optimisation des performances des postes de travail.

C'est dans ce contexte d'amélioration continu que ce travail a été réalisé. En effet pour réussir et perdurer le projet je suis amené à :

- ✓ Réaliser et analyser VSM de l'état initial en termes des 5S;
- ✓ Mettre en place un standard 5S;
- ✓ Réaliser l'implémentation du système KANBAN;
- ✓ Assurer la formation des opérateurs ;
- ✓ Mise en place d'une application de suivi du stock.

### 4. La démarche d'étude du projet

Pour répondre aux objectifs fixés, j'ai adopté une démarche d'étude basée sur un ensemble des outils présentés dans le tableau suivant :

Tab.2.2 : Démarche d'étude

Etape	Problème	tache	outil
Comprendre les problèmes	Définir	Collecter les données afin de comprendre l'existant	OPT
		Identifier le problème	QQQOCP
		Constituer un groupe de travail	
Connaitre les causes	Identifier	Rechercher toutes les causes possibles	Brainstorming 5S
		Visualiser et structurer les causes	Diagramme d'Ishikawa
		Classifier les causes	Diagramme de Pareto
Trouver les solutions	Choisir	Rechercher des solutions	Démarche 5S Système KANBAN Application informatique

### 5. Plan d'action du projet

Avant de se pencher sur l'étude détaillée du sujet d'amélioration, une phase de planification est primordiale afin d'assurer la bonne conduite du projet puisqu'elle participe d'emblée au succès de la démarche.

Pour cette effet, j'ai penché dès le début de mon stage d'élaborer un planning de tâches pour la réalisation du projet. Ce planning s'étale sur différentes phases nécessaires pour le bon déroulement du projet.

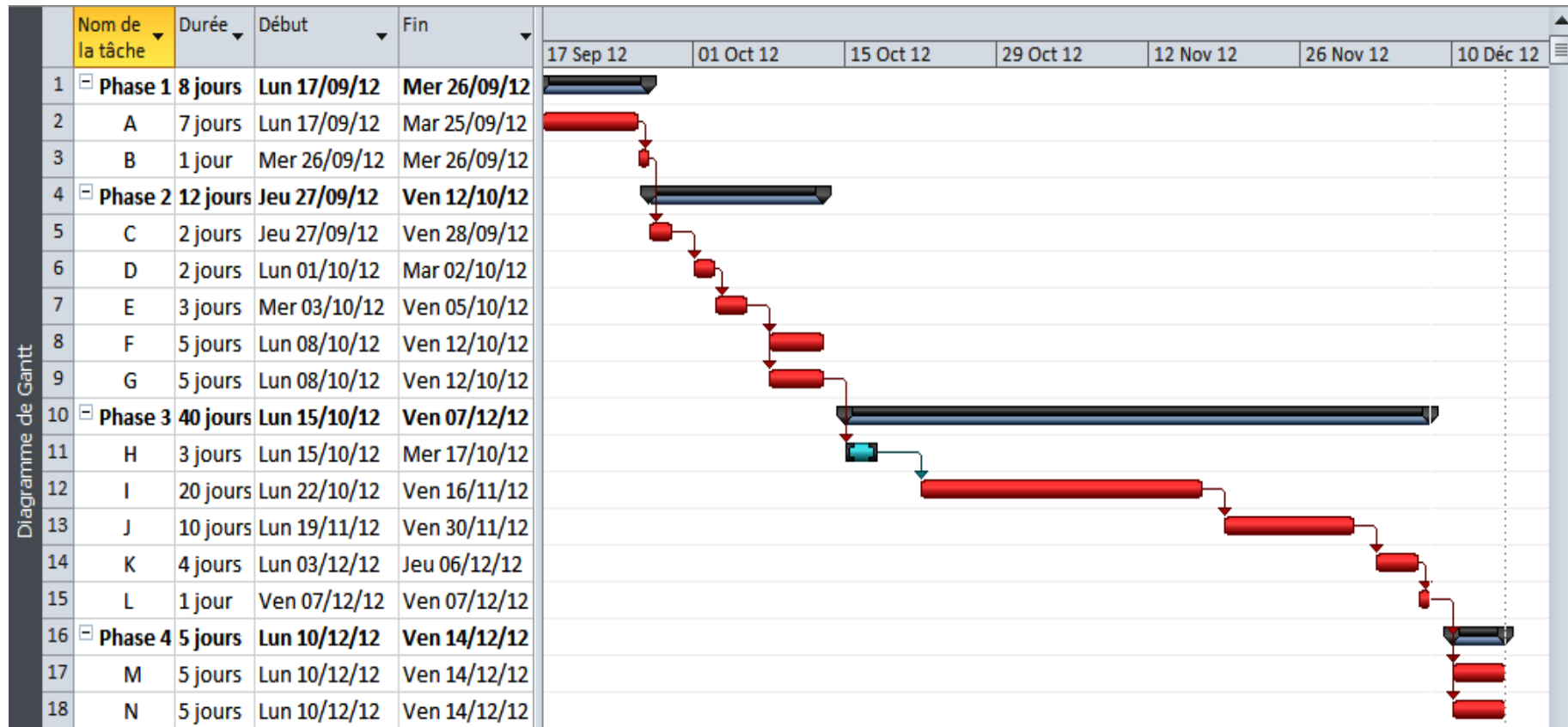


Le tableau ci-dessus présente le planning détaillé du projet :

Tab.2.3 : Planning du projet

	Tâche		Prédécesseur	Durée (J)	Date début	Date fin
Phase 1	<b>Phase d'intégration et définition du thème de projet</b>			<b>8</b>	<b>17/09/2012</b>	<b>26/09/2012</b>
	<b>A</b>	Visiter les zones de société et se familiariser avec le processus de production		7	17/09/2012	25/09/2012
	<b>B</b>	Définir de près le cahier de charges du projet	A	1	26/09/2012	26/09/2012
Phase 2	<b>Phase de recueil des informations</b>			<b>12</b>	<b>27/09/2012</b>	<b>12/10/2012</b>
	<b>C</b>	Comprendre le principe de fonctionnement des machines de la ligne d'assemblage des panneaux de portes	B	2	27/09/2012	28/09/2012
	<b>D</b>	Réaliser VSM de l'état initial	C	2	01/10/2012	02/10/2012
	<b>E</b>	Analyser VSM en termes des 5S	D	3	03/10/2012	05/10/2012
	<b>F</b>	Mettre en évidence le niveau réel des 5S	E	5	08/10/2012	12/10/2012
	<b>G</b>	Définir les indicateurs de performance 5S et les évaluer	E	5	08/10/2012	12/10/2012
Phase 3	<b>Phase de mise en place des outils d'amélioration de la productivité de la ligne d'assemblage des PNO</b>			<b>38</b>	<b>15/10/2012</b>	<b>07/12/2012</b>
	<b>H</b>	Définir l'état des lieux pour les postes de travail (prise des photos)	G	3	15/10/2012	17/10/2012
	<b>I</b>	Mise en place de la démarche 5S (Travaux 5S) dans la ligne d'assemblage des PNO	H	20	22/10/2012	16/11/2012
	<b>J</b>	Réaliser l'implémentation du système KANBAN	I	10	19/11/2012	30/11/2012
	<b>K</b>	Mise en place d'une application de suivi du stock des articles utile à la production	J	4	03/12/2012	06/12/2012
	<b>L</b>	Réaliser VSM de l'état après l'amélioration	K	1	07/12/2012	07/12/2012
Phase 4	<b>Phase d'évaluation des gains</b>			<b>5</b>	<b>10/12/2012</b>	<b>14/12/2012</b>
	<b>M</b>	Evaluation des gains en termes d'indicateurs de performance 5S	L	5	10/12/2012	14/12/2012
	<b>N</b>	Evaluation des gains quantifiables et non quantifiables	L	5	10/12/2012	14/12/2012

La figure suivante représente le digramme Gant [1] du projet :



Légende :



: Chemin critique



: Chemin non-critique



: Tâche principale

Fig. 2.1 : Planning du projet

A partir du diagramme Gant, on obtient les informations suivantes :

- ✓ Date de début : 17 Septembre 2012
- ✓ Date de fin : 14 Décembre 2012
- ✓ Duré globale : 63 jours
- ✓ Chemin critique : B, F, G, K, L, M

## **6. Conclusion**

Dans ce chapitre j'ai rédigé un cahier des charges pour répondre à mes besoins. J'ai aussi mis l'accent sur la démarche à suivre et le plan d'action pour réaliser les objectifs fixés.

Le chapitre suivant portera preuve sur les outils d'amélioration que je vais adopter par la suite.

## **Chapitre 3**

# **Présentation des outils de travail**

## 1. Introduction

Pour pouvoir mener à bien un projet, il est nécessaire de sélectionner un panel d'outils ou méthodes permettant de simplifier le travail.

Le but de ce chapitre est de présenter les principaux outils de travail qu'on va adapter à mon projet, afin de répondre au besoin de l'ensemble ses parties prenantes.

## 2. Présentation de la VSM

### 2.1 Définition de la méthode VSM

VSM est l'abréviation de Value Stream Mapping, traduit "Chaine de la Valeur" en français. Il s'agit d'un outil permettant de cartographier les processus d'une activité et d'identifier la valeur ajoutée et non ajoutée tout au long du flux [2].

L'idée de base du VSM est de faire la cartographie du processus, puis d'y ajouter le flux d'informations qui permet à ce processus de fonctionner. Autrement dit, il s'agit de suivre un produit ou une prestation tout au long du processus et de le documenter, en récupérant des informations **fiables**, telles que :

- ✓ Quelles sont les tâches exécutées,
- ✓ La nature et les quantités d'informations échangées,
- ✓ Quels sont les temps de cycles, les durées de changement de série, les lead times, les temps d'attentes,
- ✓ Les tailles de lot, les stocks et en-cours,
- ✓ La performance vs sous-performance des processus,
- ✓ Taux de qualité vs non-qualité
- ✓ La ressource humaine affectée, sa productivité, l'absentéisme

### 2.2 Réalisation VSM

- **Famille de produits** : Une famille de produit est un regroupement de produits dont le processus de fabrication et les équipements utilisés sont similaires. Afin d'identifier les familles de produits.
- **Cartographie de l'état actuel** : Pour réaliser la Cartographie de l'Existant il est nécessaire de :

- ✓ Choisir un flux de valeur.
  - ✓ Constituer une équipe multidisciplinaire.
  - ✓ Former l'équipe aux principes de base du Lean et à la réalisation de la Cartographie.
  - ✓ Aller tous ensemble sur le terrain faire l'analyse du flux de valeur en partant de la fin du processus et en remontant le flux de valeur.
  - ✓ Collecter à chaque étape un certain nombre d'informations (ex : Stocks, nombre d'opérateurs, temps travaillé, etc...).
  - ✓ Utiliser les icônes standards du LEI (Lean Enterprise Institute) pour tracer la cartographie du flux de valeur.
- **Analyse du VSM :** Une fois la cartographie de l'Existant réalisée, l'équipe va l'analyser chaque étape du processus par l'utilisation des outils d'analyse comme la méthode des '5S', les outils de kaizen (diagramme d'Ichikawa, Pareto...) etc.
  - **Création de la Cartographie du Futur :** L'Equipe qui a réalisé la cartographie de l'existant est la plus apte pour créer la Cartographie du Futur dont l'objectif sera de créer un flux de valeur Lean, supprimant la majorité des gaspillages constatés.

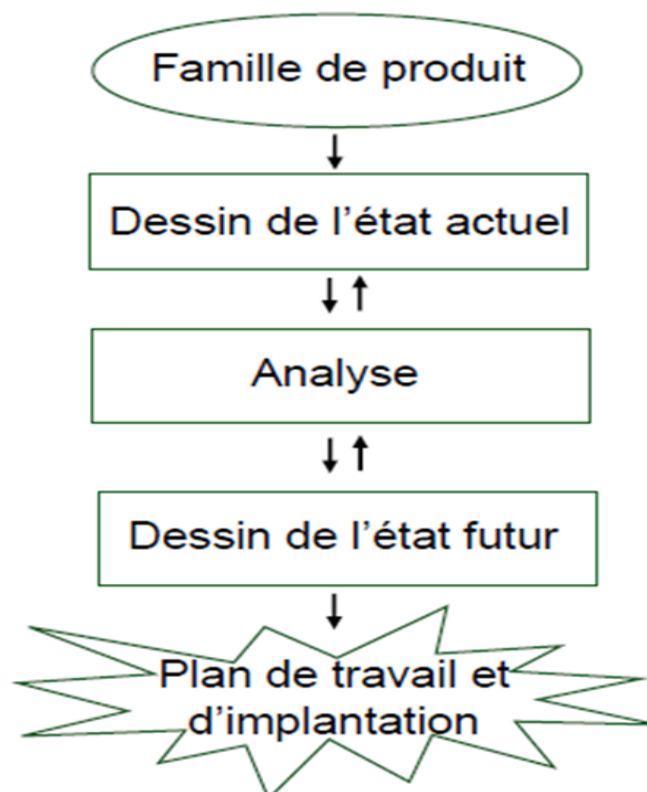


Fig.3.1 : Démarche VSM

## 3. Présentation de la méthode 5S

### 3.1 Définition de la méthode 5S

La méthode des 5 « S » (en anglais the 5 S's) est une technique de management japonaise visant à l'amélioration continue des tâches effectuées dans les entreprises. Élaborée dans le cadre du système de production de Toyota (en anglais Toyota Production System ou TPS), elle tire son appellation de la première lettre de chacune de cinq opérations constituant autant de mots d'ordre ou principes simples :

- ✓ Seiri : Débarrasser.
- ✓ Seiton : Ranger.
- ✓ Seiso : Nettoyer.
- ✓ Seiketsu : Ordonner.
- ✓ Shitsuke : être Rigoureux.

### 3.2 Objectifs de la méthode 5S

L'application des 5S sert plusieurs buts. Chaque S a un objectif propre :

- ✓ Alléger l'espace de travail de ce qui y est inutile ;
- ✓ Organiser l'espace de travail de façon efficace ;
- ✓ Améliorer l'état de propreté des lieux ;
- ✓ Prévenir l'apparition de la saleté et du désordre ;
- ✓ Encourager les efforts allant dans ce sens : autodiscipline.

L'ensemble du système permet par ailleurs :

- ✓ D'améliorer les conditions de travail et le moral du personnel (il est plus agréable de travailler dans un lieu propre et bien rangé) ;
- ✓ De réduire les dépenses en temps et en énergie ;
- ✓ De réduire les risques d'accidents et/ou sanitaires ;
- ✓ D'améliorer la qualité de la production.

### 3.3 Déroulement de la méthode 5S

- **Deiri (Débarrasser) :** Lors de cette étape, il faut distinguer ce qui est utile et ce qui ne l'est pas en triant et en éliminant. Ainsi, on ne gardera que le strict nécessaire sur le poste de travail et dans son environnement [3].
- **Seiton (Mettre en ordre) :** Il s'illustre par cette célèbre maxime "Une place pour chaque chose et chaque chose à sa place», il faut donc disposer les objets de façon à trouver ce qu'il faut quand il faut.
- **Seiso (Nettoyer) :** Une fois l'espace de travail dégagé (Seiri) et ordonné (Seiton), il faut donc éliminer les déchets, les saletés et les objets inutiles pour une propreté irréprochable du poste de travail et son environnement, le rendant ainsi plus agréable pour travailler.
- **Seiketsu (Rendre évident, Maintenir la propreté) :** Une fois les trois étapes précédentes accomplies, il faut combattre la tendance naturelle au laisser-aller et le retour aux anciennes habitudes en mettant au point des méthodes permettant de maintenir cet état et d'éviter les déviations.
- **Shitsuke (Suivre et faire évoluer) :** Pour faire vivre les 4 premiers S et repousser leurs limites initiales, dans une démarche d'amélioration continue, il faut surveiller régulièrement l'application des règles, les remettre en mémoire, en corriger les dérives.

## 4. Présentation du système KANBAN

### 4.1 Définition de la méthode KANBAN

KANBAN est un mot japonais du vocabulaire courant qui signifie étiquette. La méthode KANBAN a fondé tout son fonctionnement sur la circulation des étiquettes. Elle s'est développée au Japon après la seconde guerre mondiale. Elle a été élaborée par M. Ohno dans l'entreprise Toyota Motor Company et, dès 1958, certaines lignes de production de Toyota MC ont parfaitement bien fonctionné en KANBAN.

La méthode KANBAN considère que "Fabriquer prématurément est aussi mauvais que fabriquer en retard. Tous les stocks sont des ennemis pour des raisons financières et d'adaptation à la demande". Dans un atelier de production, cela se traduit par le fait qu'un



poste amont ne doit produire que ce qui lui est demandé par son poste aval qui ne doit lui-même produire que ce qui lui est demandé par son propre poste aval et ainsi de suite...

Un Kanban contient les informations suivantes :

- ✓ Le nom et le numéro de la pièce;
- ✓ La quantité prise égale à la capacité du conteneur;
- ✓ L'adresse ou les références du poste amont;
- ✓ L'adresse ou les références du poste aval.

On distingue deux types de Kanban :

- ✓ Le Kanban de production : Kanban de LANCEMENT.
- ✓ Le Kanban de transfert : Kanban de transit.

## 4.2 Objectifs de la méthode KANBAN

Les objectifs de la méthode KANBAN sont comme suit :

- ✓ Réglementer internement les fluctuations de la demande et le volume de production dans chaque section, de façon à éviter la transmission et l'augmentation de ces fluctuations ;
- ✓ Minimiser les fluctuations du stock de produit fini, ayant pour objectif la réduction des coûts de stockage ;
- ✓ Décentraliser la gestion de l'usine, créant des conditions pour que les cadres supérieurs directs puissent jouer un rôle de gestion effective de la production et des stocks ;
- ✓ Produire les quantités demandées au moment de sa sollicitation.

## 4.3 Fonctionnement d'une boucle KANBAN

Supposons un atelier de production où les postes de travail sont positionnés les uns à la suite des autres, et où le flux de production circule de gauche à droite en passant sur un poste puis l'autre...Le flux physique représente le déplacement des pièces. La méthode KANBAN superpose au flux physique un flux d'informations [4].

Pour expliquer le principe du KANBAN, nous allons partir du cas très simple d'un poste1 (fournisseur) qui fabrique, à la demande, des pièces pour un poste2 (le client). Les

pièces circulent dans des containers banalisés et sur chaque container plein est apposée une étiquette (un KANBAN).

- **Poste 2 :** Devant le poste 2, il existe une aire de stockage. Supposons initialement qu'il y ait au moins un container plein dans cette aire. Le poste 2 a besoin de pièces. L'opérateur prend un container et retire le KANBAN .Ce KANBAN est rapporté devant le poste 1 et accroché sur un tableau mural dit tableau KANBAN.
- **Poste 1 :** Il existe un KANBAN sur le tableau du poste 1. L'opérateur lance la fabrication de pièces pour remplir un container. Lorsque le container est plein, il arrête la fabrication, retire le KANBAN du tableau et l'accroche au container. Le container est remplacé en zone de stockage devant le poste 2. Les KANBANS sont donc :
  - ✓ Soit attachés à des containers en attente d'utilisation devant le poste n°2 ;
  - ✓ Soit sur un planning à KANBAN au poste n°1 en attente d'usinage de pièce.

Donc, on peut dire qu'un système KANBAN permet de transmettre les ordres de fabrication d'un poste amont à un poste aval.

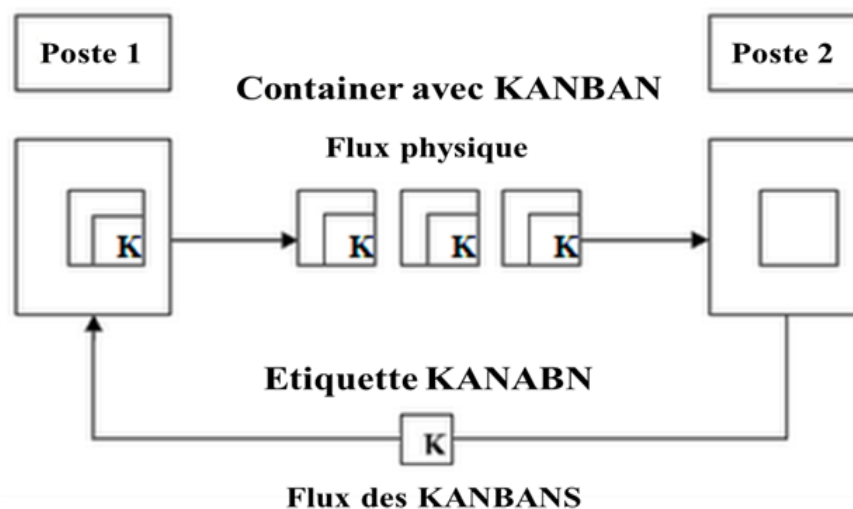


Fig. 3.2 : Circulation des étiquettes KANBAN

## 5. Conclusion

Dans ce chapitre, les principales méthodes utilisées dans ce projet ont été explicitées. Le chapitre suivant s'articulera sur un diagnostic de l'existant en termes des 5S.

# **Chapitre 4**

## **Diagnostic et analyse de l'existant**

## 1. Introduction

La démarche projet émerge d'un diagnostic et analyse de l'état actuel qui permet de poser un cadre pour envisager des moyens permettant de résoudre les problèmes relevés.

J'ai commencé ce chapitre par une présentation générale du principe de fonctionnement des machines de la ligne d'assemblage des panneaux de portes, ensuite, j'ai chronométré chaque opération d'assemblage, afin de réaliser la VSM de l'état initial, puis je l'ai diagnostiqué en termes des 5S pour évaluer les indicateurs 5S, trouver les causes racines des non conformités 5S sur lesquelles il faut se focaliser, pour atteindre mes objectifs.

## 2. Principe de fonctionnement des machines da la ligne des PNO

La zone d'assemblage des panneaux de portes se compose sur deux lignes, une ligne droite pour les panneaux de portes droite, et une ligne gauche pour les panneaux de portes gauche, et chaque ligne fait l'assemblage de deux types de panneaux, les avants et les arrières.

Chaque ligne se constitue de trois types de machines : les machines de poinçonnages, les machines de soudage, et les machines de vissages.

### 2.1 Machine de poinçonnage

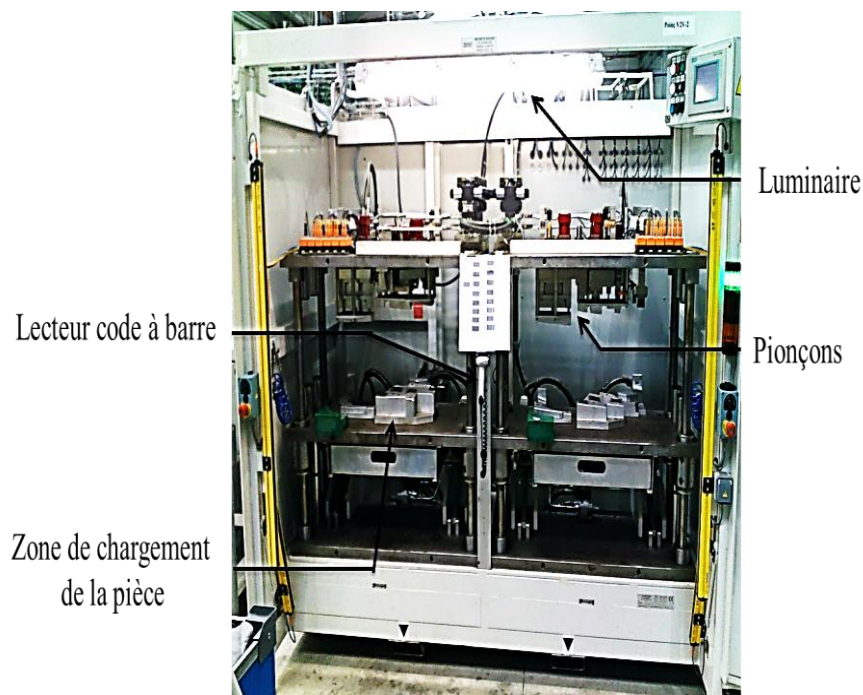


Fig. 4.1 : Machine de poinçonnage

- **Modes de marche**

Une fois mis en service et paramétré, l'équipement fonctionne selon un seul mode de marche, manuel, suivant le cycle ci-dessous [5]:

- ✓ Mise en place manuellement du panneau à poinçonner sur le posage de travail.
- ✓ Commande de descente de la tête de poinçonnage par appui sur le bouton poussoir de la commande manuelle.
- ✓ En fin de descente, un appui sur le bouton poussoir provoquant la remontée automatique de la tête de poinçonnage.
- ✓ Déchargement manuel de la pièce poinçonnée.

- **Modes d'arrêt**

L'équipement peut s'arrêter par :

- ✓ Appui sur le bouton poussoir de la commande manuelle pendant la descente : remonté immédiate de la tête de poinçonnage.
- ✓ Un défaut d'alimentation en énergie.

## 2.2 Machine de soudage

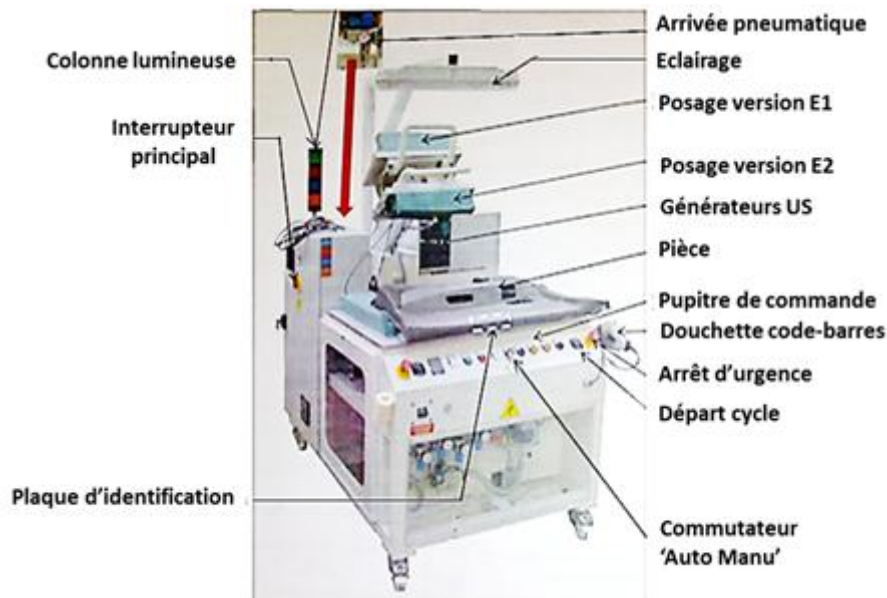


Fig.4.2 : Machine de soudage

La machine peut être utilisée avec ou sans code barre :

- **Utilisation sans code barre**

L'équipement fonctionne suivant le cycle ci-dessous :

- ✓ En mode Manu, sélectionner le numéro de mouvement correspondant au mode sans code barre : Appuis prolongé sur le BP de départ cycle. Le voyant s'allume.
- ✓ Sélectionner le numéro de mouvement correspondant à la version à produire : Appuis prolongé sur le BP de départ cycle. Le voyant s'allume.
- ✓ Positionner l'abattant dans la bonne position si le voyant orange de la colonne lumineuse clignote.
- ✓ Passer la machine en mode auto : la machine est prête à être utiliser dans la version sélectionnée.
- ✓ Pour changer la version, revenir en manu et refaire les étapes précédentes.

- **Utilisation avec code barre**

- ✓ En mode Manu, sélectionner le numéro de mouvement correspondant au mode avec code barre : Appuis prolongé sur le BP de départ cycle. Le voyant s'allume.
- ✓ Passe la machine en mode Auto : La machine est prête à être utilisé.
- ✓ Lire l'étiquette du panneau puis celle de l'accoudoir à l'aide de la douchette code-barres : l'afficheur indique l'étiquette attendue.

## 2.3 Machine de vissage

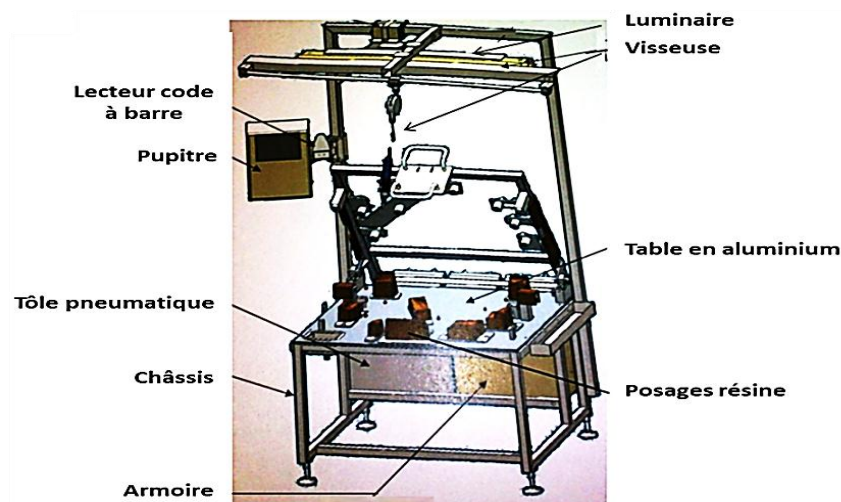


Fig.4.3 : Machine de vissage

Une fois mis en service et paramétré, l'équipement fonctionne selon 2 modes de marche, automatique et manuelle, accessibles directement par le terminal de commande. Sous les 2 modes de marche, le niveau de sécurité de l'équipement est conservé.

- **Mode automatique**

Sous ce mode de marche, le cycle de travail est le suivant :

- ✓ Lecture du code barre de la pièce, sélectionnant le programme de travail correspondant.
- ✓ Mise en place manuelle des pièces à assembler sur les posages du poste de travail, commandant le verrouillage par les doigts pneumatiques latéraux.
- ✓ Fermeture de l'abattant de contrôle.
- ✓ Exécution des vissages suivant le programme de travail correspondant au produit à assembler.
- ✓ Appui manuel sur le cadre de contrôle de façon à détecter les agrafes présentes sur la pièce.
- ✓ En fin de contrôle, relèvement du cadre de contrôle.
- ✓ Validation du cycle par impulsion sur le coup de poing de validation sur le coffret de commande, provoquant le déverrouillage de la pièce.
- ✓ Retrait manuel de la pièce termine par l'opérateur.

- **Mode manuel**

Sous ce mode de marche, l'opérateur peut commander le mouvement des indexeurs pneumatique par impulsion sur la touche définie du terminal de commande.

### **3. Réalisation VSM dans la ligne d'assemblage des PNO**

#### **3.1 Famille de produits**

La ligne d'assemblage des PNO fait l'assemble de plusieurs types des panneaux, le tableau 4.1 représente les différents types assemblés :

Tab.4.1 : Types de produits assemblés de la ligne d'assemblages des PNO

Lignes	Type des panneaux	Pièces assemblées
Droite	PNO AV D	Panneau + Vide poche + Accoudoir + Padding
	PNO AR D	Panneau + Vide poche + Accoudoir
	Garniture PLC	Panneau + Vide poche
Gauche	PNO AV G	Panneau + Vide poche + Accoudoir + Padding
	PNO AR G	Panneau + Vide poche + Accoudoir

### 3.2 Chronométrage

Afin de déterminer le temps que prend l'assemblage d'un panneau de portes. Et pour que la mesure soit plus représentative, j'ai choisi deux types similaires (de même type et de lignes différentes), et j'ai pris les temps de l'exécution des différentes tâches de chaque opérations pour dix panneaux de porte, j'ai obtenu comme résultat en seconde les deux tableaux suivants (Tableau 4.2 et Tableau 4.3) :

Tab.4.2 : Chronométrage du produit 1

Opérations	Temps d'exécution en seconde										Moyenne
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Poinçonnage</b>	23	26	25	28	24	30	24	23	25	24	25
<b>Soudage</b>	48	49	46	51	50	47	49	47	48	46	48
<b>Vissage</b>	31	34	27	29	28	30	28	27	29	32	29
<b>Contrôle final</b>	25	30	20	38	26	35	22	50	22	20	28
<b>Total</b>	127	139	118	146	128	142	123	147	124	122	<b>130</b>
<b>Taux de production = <math>3600 / 130 = 28</math> p/h</b>											
<b>Objectif de la ligne = 40 p/h</b>											

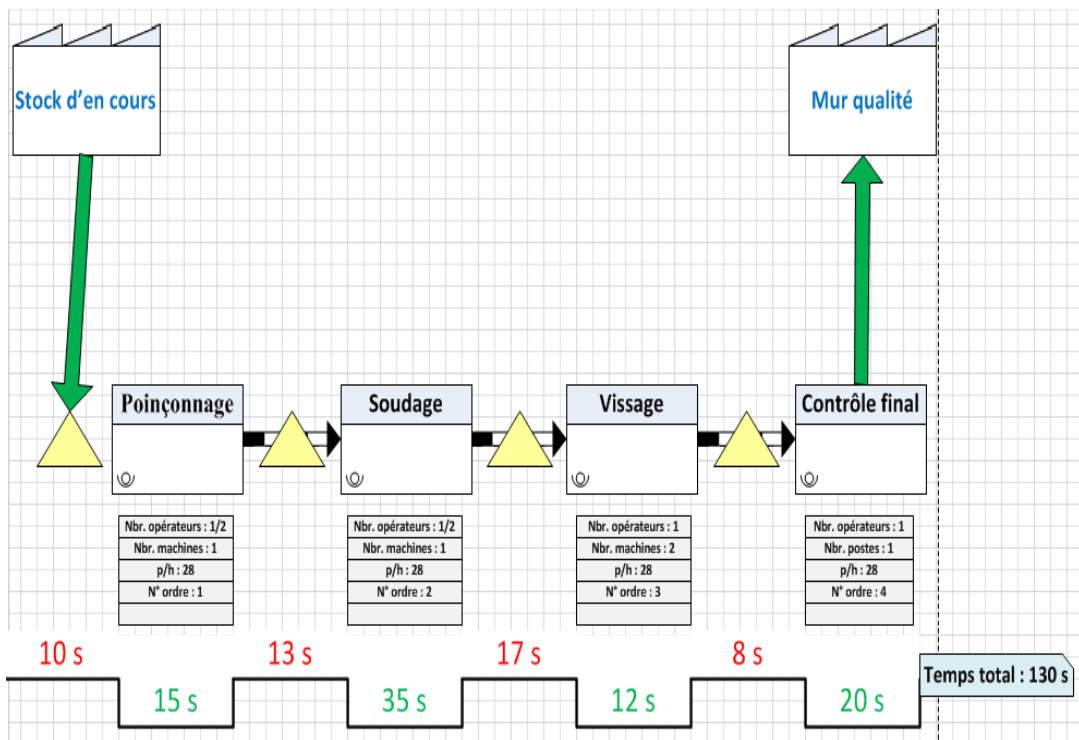
Tab.4.3 : Chronométrage du produit 2

Opérations	Temps d'exécution en seconde										Moyenne
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Poinçonnage</b>	24	29	26	23	30	27	25	24	28	25	26
<b>Soudage</b>	45	46	49	48	47	49	48	50	51	46	48
<b>Vissage</b>	32	31	34	27	30	33	29	28	29	26	30
<b>Contrôle final</b>	21	36	30	50	35	31	22	25	38	20	30
<b>Total</b>	122	142	139	148	142	140	124	127	146	117	<b>134</b>
<b>Taux de production = <math>3600 / 134 = 28</math> p/h</b>											
<b>Objectif de la ligne = 40 p/h</b>											

Cette mesure de temps nous a montré l'existence de grande fluctuation dans la durée de l'exécution de certains opérations.



### 3.3 VSM de l'état initial de la ligne d'assemblage des panneaux de portes (à l'aide de Microsoft Visio professionnelle 2010)



Légende :



Fig.4.4 : VSM de l'état initial de la ligne d'assemblage des PNO

## 4. Analyse VSM en termes des 5S

### 4.1 Niveau 5S dans la ligne d'assemblage des PNO

Avant d'entamer les actions d'amélioration, il est indispensable de commencer par un diagnostic des 5S. La procédure de 5S est déjà adoptée mais durant mes visites dans la zone, j'ai remarqué quelques dépassements dans ce cadre.

Donc, pour savoir le niveau des 5S dans la ligne d'assemblage des panneaux de portes, 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 la ligne d'assemblage des panneaux de portes pour le mois de Septembre 2012 :

**Tab.4.4** : Grille de cotation 5S générale

Eléments	Note	Observations
<b>Eliminer</b>		
Absence des déplacements inutiles.	<b>1</b>	Présence des déplacements inutiles.
Equilibre entre les postes de travail.	<b>1</b>	Rassemblement des panneaux avant chaque poste.
Existence des matériels utiles.	<b>2</b>	Manque des matériels de retouche.
Lignes de limite des zones bien définies.	<b>1</b>	Manque de marquage des postes de travail.
Documents, dossiers ordonnés.	<b>1</b>	Documents sales et collés sur le bâti arrière des machines.
<b>Sous Total</b>		<b>6</b>
<b>Ranger</b>		
Matériels sont toujours sur un emplacement bien précis.	<b>1</b>	Absence des emplacements des Matériels utilisés.
Identification des emplacements des pièces NON OK.	<b>1</b>	Manque d'identifications des emplacements des pièces NON OK.
Identification des emplacements des pièces achetées.	<b>1</b>	Manque d'identification des emplacements des pièces achetées.
Stocks bien définis et respectés.	<b>1</b>	La limite maximale de stock n'est pas définie.
Emplacement des déchets bien défini.	<b>1</b>	Manque d'identification des emplacements des déchets.
<b>Sous total</b>		<b>5</b>
<b>Nettoyer</b>		
Matériel de nettoyage présent.	<b>1</b>	Manque de matériel de nettoyage.
Emplacement des matériels de nettoyage bien défini.	<b>1</b>	Emplacement poubelle non respecté, absence des affiches d'environnement.
Absence des déchets sur les postes de travail.	<b>1</b>	Pas de nettoyage quotidien.
<b>Sous total</b>		<b>3</b>
<b>Standardiser</b>		
Zone d'un panneau 5S bien défini.	<b>1</b>	Absence d'un panneau 5S.
Mesure de sécurité claire.	<b>1</b>	Absence des affiches de sécurité.
Bon état matériel de contrôle.	<b>2</b>	Pas de repérage visible pour le matériel de contrôle, manque matériel de retouche.

Toutes les fiches concernant la machine sont affichées.	1	Affiches insuffisantes.
<b>Sous Total</b>		<b>5</b>
<b>Pratiquer</b>		
Suivi de 5S respecté.	1	Suivi 5S non respecté.
Le personnel porte la tenue spéciale aux postes (combinaisons, gants, masques...).	1	Les opérateurs n'ont pas des casques anti-bruit.
Respect des procédures de travail (nettoyage, tri de déchets, emplacement et limite de stock.....).	1	Manque de respect des procédures de travail.
<b>Sous Total</b>		<b>3</b>
<b>Total</b>		<b>22</b>

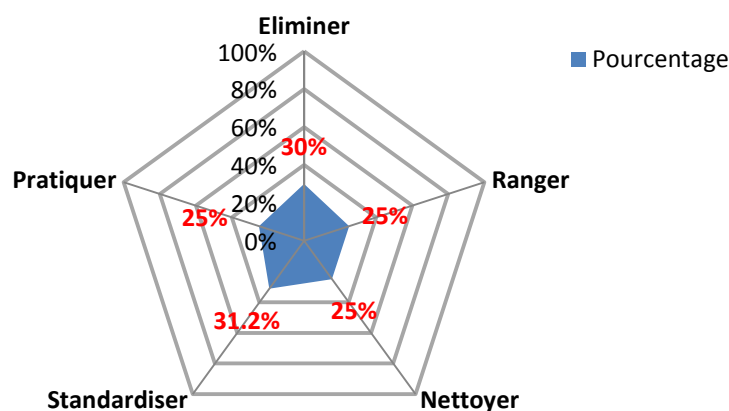
A partir de résultat obtenue dans le tableau de cotation, on définit le pourcentage pour chaque pilier des 5S et le pourcentage total.

Le tableau suivant regroupe les résultats obtenus :

**Tab.4.5 : Résultat de cotation 5S générale**

Elément	Note	Nb de critères	Note Possible	Pourcentage
Eliminer	6	5	20	<b>30%</b>
Ranger	5	5	20	<b>25%</b>
Nettoyer	3	3	12	<b>25%</b>
Standardiser	5	4	16	<b>31.2%</b>
Pratiquer	3	3	12	<b>25%</b>
5S	22	19	76	<b>27.2%</b>

Pour bien illustrer les résultats obtenus, on trace une carte radar selon 5 axes qui permet de bien visualiser le niveau des 5S dans la ligne d'assemblage des panneaux de portes :



**Fig.4.5 : Carte radar des 5S**

D'après les résultats obtenus, on a pu constater que malgré l'application des 5S au sein de la ligne d'assemblage des panneaux de portes, il y'a des anomalies nécessitant plus d'intervention, surtout en ce qui concerne le rangement, le nettoyage et le suivi des consignes.

## **4.2 Les causes des non-conformités 5S dans la ligne d'assemblage des PNO**

### **4.2.1 Recherches des causes par le Brainstorming**

#### **4.2.1.1 Le brainstorming**

Le Brainstorming, ou "remue-méninges", est une méthode de créativité collective ayant pour but de trouver une ou des solutions au problème posé, de rechercher les causes potentielles d'un problème, ou d'inventer les solutions possibles pour le résoudre [6].

Le Brainstorming s'appuie sur un travail de groupe, tous les participants étant placés sur un même pied d'égalité. Cette méthode, bien appliquée, est la clé de la réussite. Elle permet à chacun de s'exprimer librement sans retenue... et favorise l'émergence d'idées nouvelles.

#### **4.2.1.2 Equipe de Brainstorming**

**Animateur :** Elève stagiaire ingénieur

**Participants :**

- ✓ Manager production
- ✓ Ingénieur méthode
- ✓ Superviseur Equipe A
- ✓ Superviseur Equipe B
- ✓ Opérateur Sénior Equipe A
- ✓ Opérateur Sénior Equipe B

#### **4.2.1.3 Les causes des non conformités par le brainstorming**

Les causes des non conformités dans la ligne d'assemblage des panneaux de portes par le biais du Brainstorming sont :

**A :** Suivi 5S non respecté ;

**B :** Déséquilibre entre les postes de travail ;

**C** : KANBAN non respecté ;

**D** : Présence des déchets sur les postes de travail ;

**E** : Difficulté de savoir la quantité stockée des articles utiles à la production ;

**F** : Manque du matériel de travail ;

**G** : Mauvaise habitude de travail ;

**H** : Manque des formations 5S ;

**I** : Déplacements inutiles ;

**J** : Enorme volume de stock ;

**K** : Consignes 5S non respecté.

#### 4.2.2 Visualisation des causes

Le diagramme d'Ishikawa ou le diagramme de causes-effet, également connu sous le nom de diagramme à arêtes de poisson est un outil utilisé pour la visualisation par famille de toutes les causes possibles d'un problème sous forme graphique.

La figure suivante représente le diagramme d'ISHIKAWA [7] des causes des non conformités 5S obtenues par l'équipe du Brainstorming :

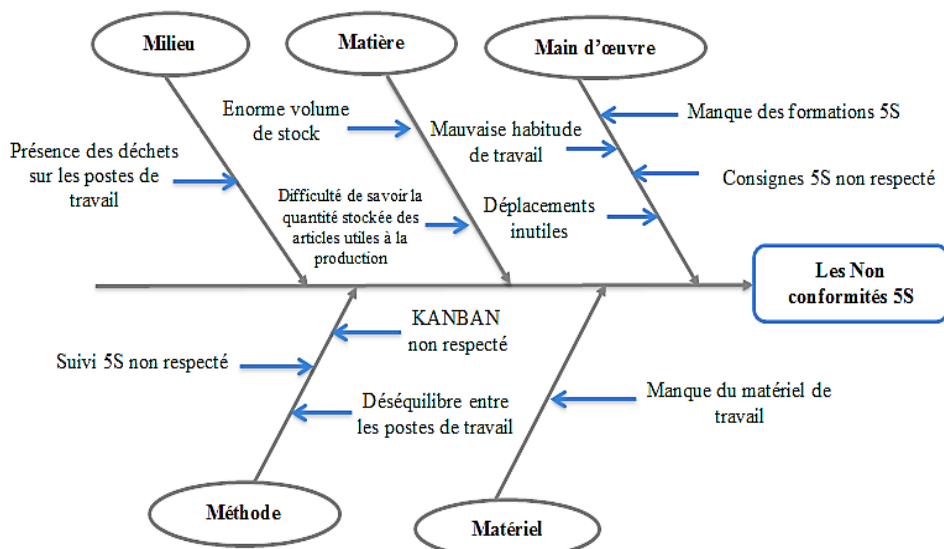


Fig. 4.6 : Diagramme Ishikawa des causes de non-conformité 5S

### 4.2.3 Classification des causes

Afin d'obtenir un classement fiable de ces causes, l'équipe de projet a convenu d'attribuer à chacune des causes une note allant de un jusqu'à dix selon leur impact sur la ligne d'assemblage des panneaux de portes.

Les points de 1 à 10 correspondent aux intervalles suivants :

- ✓ [1-2] : Très faible ;
- ✓ [3-4] : Faible ;
- ✓ [5-6] : Moyen ;
- ✓ [7-8] : Elevé ;
- ✓ [9-10] : Très élevé.

Le tableau suivant représente la grille du vote pondéré simple utilisée pour la notation des causes :

**Tab.4.6** : Grille utilisée pour le vote pondéré

Cause	Poids/10
A : Suivi 5S non respecté	2
B : Déséquilibre entre les postes de travail	1
C : KANBAN non respecté	10
D : Présence des déchets sur les postes de travail	1
E : Difficulté de savoir la quantité stockée des articles utiles à la production	9
F : Manque du matériel de travail	1
G : Mauvaise habitude de travail	1
H : Manque des formations 5S	10
I : Déplacements inutiles	2
J : Enorme volume de stock	1
K : Consignes 5S non respecté	4

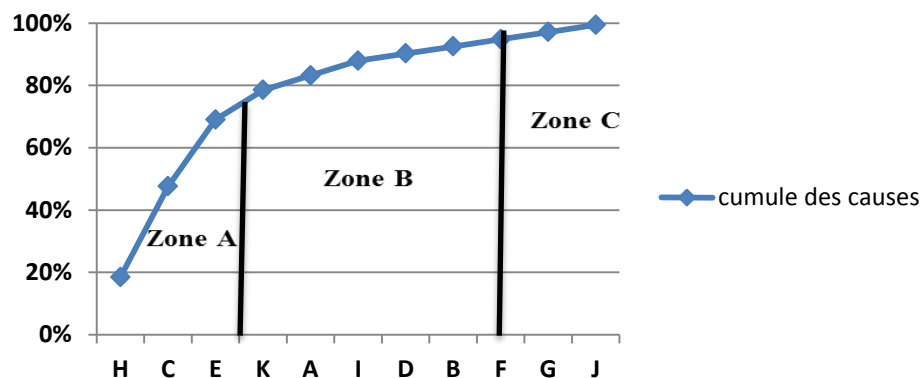
Suite aux résultats obtenus, on a établi le tableau 4.7, à partir duquel on a obtenu le diagramme Pareto [7] :

**Tab.4.7** : Tableau Pareto des causes

Causes	Poids	Pourcentage %	Pourcentage cumulé%
H	10	23.8%	18.5%
C	10	23.8%	47.6%
E	9	21.4%	69%
K	4	9.5%	78.5%
A	2	4.7%	83.2%

I	2	4.7%	87.9%
D	1	2.3%	90.2%
B	1	2.3%	92.5%
F	1	2.3%	94.8%
G	1	2.3%	97.1%
J	1	2.3%	99.4%
<b>Total</b>	42	100%	

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



**Fig.4.7** : Diagramme Pareto des causes des non-conformités 5S

D'après ce diagramme, nous devons mener des actions en priorité sur les causes suivantes :

**H** : Manque des formations 5S ;

**C** : KANBAN non respecté ;

**E** : Difficulté de savoir la quantité stockée des articles utiles à la production.

En travaillant sur ces axes, nous éliminons 69% des causes dans la mise en place des outils d'amélioration de la productivité dans la ligne d'assemblage des panneaux de portes qui feront l'objet du chapitre suivant.

### 4.3 Taux de conformité 5S des postes de travail

Pour suivre l'évolution de performance des 5S dans les différents postes de travail de la ligne, j'ai réalisé une fiche de suivi des 5S, afin de déterminer le taux de conformité 5S qui permet d'évaluer le niveau du respect des 5S pour chaque poste de travail. Le tableau suivant illustre la fiche de suivi des 5S remplie pour le poste de vissage avant droite :

Tab.4.8 : Fiche suivi des 5S

<h2>Fiche suivi des 5S</h2>			
Date	Réalisé par : Tariq MOUSSAMIH	Zone : Assemblage des panneaux	
11/10/2012		Poste : Machine de vissage AV D	
Débarrasser	OUI	NON	Observation
Les affiches, consignes sont bien présentées.		X	
Les gestes inutiles sont enlevés.		X	
Existence des matériels utiles.		X	
Bonne ergonomie du rangement des objets, pièces NON-OK, pièces achetées et matériels de retouche.		X	
Bonne visibilité des étiquettes d'identification des lieux de stockage.		X	
Ranger	OUI	NON	Observation
Les emplacements de tous les équipements sont tracés.		X	
Tous les composants sont dans des emplacements identifiés.		X	
Tous les documents sont dans les emplacements.		X	
Les limites maximales des stocks sont définies et respectées.		X	
Nettoyer	OUI	NON	Observation
Absence totale des déchets sur le poste de travail.		X	
Présence et bonne état de matériel de nettoyage.		X	
Absence de saleté sur le sol		X	
Bonne état et propreté du poste de travail.		X	
Standardiser	OUI	NON	Observation
Le personnel est conscient des consignes.		X	
La zone est dotée d'un panneau 5S.		X	
Présence des règles et des consignes de travail.	X		
Présence du planning de nettoyage.		X	
Présence d'un état de référence affiché.	X		
Pratiquer	OUI	NON	Observation
Les plans d'actions sont à jour et suivis.		X	
Les écarts des derniers audits sont corrigés.		X	
La procédure de travail est respectée.		X	
Les emplacements des pièces sont respectés.		X	
Total	2	22	



On calcule le taux de conformité 5S par la formule suivante :

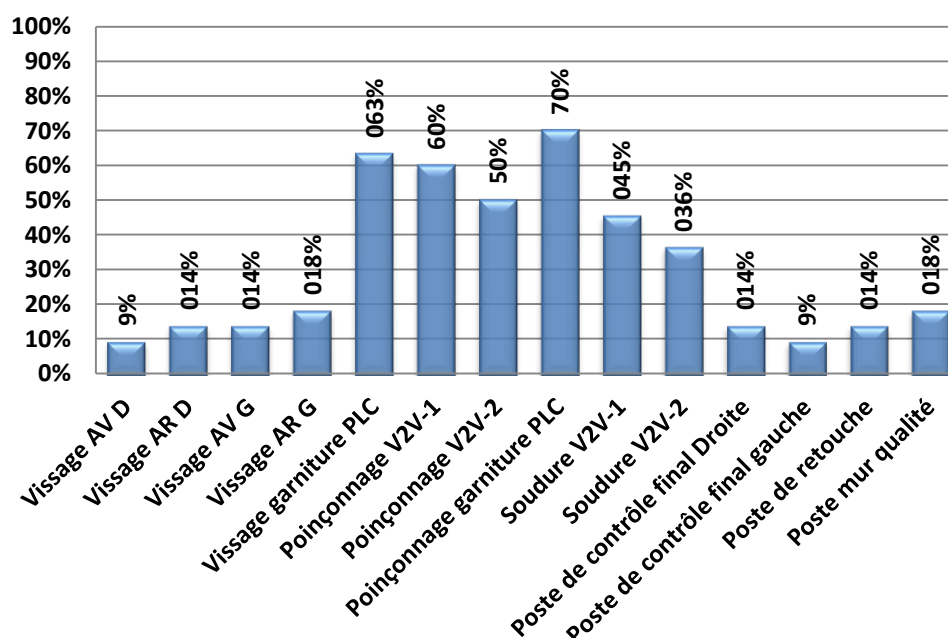
$$\text{Taux de conformité 5S} = (\text{nombre de critères avec 'oui'} / \text{nombre de critères concernés}) * 100$$

Le tableau ci-dessous représente le taux de conformité 5S pour chaque poste de travail :

**Tab.4.9** : Résultat de taux de conformité 5S du mois de Septembre

Poste de travail	Nombre de critères avec 'oui'	Nombre de critères concernés	Taux de conformité 5S
Vissage AV D	2	22	9%
Vissage AR D	3	22	13.6%
Vissage AV G	3	22	13.6%
Vissage AR G	4	22	18.1%
Vissage garniture PLC	14	22	63.3%
Poinçonnage V2V-1	12	20	60%
Poinçonnage V2V-2	10	20	50%
Poinçonnage garniture PLC	14	20	70%
Soudure V2V-1	10	22	45.4%
Soudure V2V-2	8	22	36.3%
Poste de contrôle final Droite	3	22	13.6%
Poste de contrôle final gauche	2	22	9%
Poste de retouche	3	22	13.6%
Poste mur qualité	4	22	18.1%

La représentation graphique de taux de conformité 5S pour les différents postes de travail est la suivante :



**Fig.4.8** : Taux de conformité 5S du mois de Septembre

D'après la représentation graphique on remarque que les postes critiques en termes de respect des 5S qui ont le faible taux de conformité 5S sont :

- ✓ Les machines de vissages ;
- ✓ Les postes de contrôle final et mur qualité.

#### 4.4 Taux d'implication 5S

Pour évaluer le taux d'implication 5S, j'ai choisi dix opérateurs pour répondre à un questionnaire qui contient un ensemble de règles et principes liés aux 5S que l'opérateur doit les respecter [8].

L'opérateur a noté pour chaque principe une note allant de 1 à 10, le tableau suivant présente le questionnaire rempli par l'opérateur de la machine de vissage avant droite.

**Tab.4.10** : Questionnaire de taux d'implication 5S

Règles et principes	Note
Mon poste de travail est propre.	3
Les lieux de stockage que j'utilise sont propres et bien rangés.	4
J'utilise les bacs rouges pour les pièces NON-Ok.	5
J'effectue un nettoyage quotidien.	7
J'utilise les poubelles.	6
Je signale à mon responsable quand je trouve une pièce NON-OK.	2
je signale à mon responsable les objets qui ne sont pas à leur emplacement réservé.	1
Je comprends toutes les affiches (QPS) existes sur le poste de travail.	3
Je respecte l'environnement le règlement et la législation.	9
J'effectue avec mon responsable des suggestions sur l'amélioration de la propreté et l'ordre.	1
<b>Total</b>	<b>41</b>

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

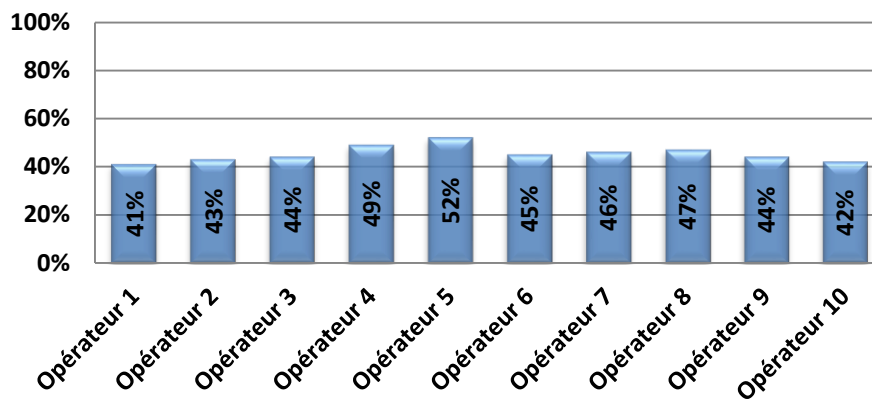
$$\text{Taux d'implication 5S} = (\text{La note obtenue} / 100) * 100$$

A partir du questionnaire, nous avons évalué le taux d'implication 5S pour les dix opérateurs de la ligne d'assemblage des panneaux de portes. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tab.4.11** : Résultat de taux d'implication 5S du mois de Septembre

Opérateurs	Poste de travail	Note	Taux d'implication
Opérateur 1	Vissage AV D	41	41%
Opérateur 2	Vissage AV G	43	43%
Opérateur 3	Vissage AR G	44	44%
Opérateur 4	Poinçonnage V2V-1	49	49%
Opérateur 5	Poinçonnage garniture PLC	52	52%
Opérateur 6	Soudure V2V-1	45	45%
Opérateur 7	Soudure V2V-2	46	46%
Opérateur 8	Poste mur qualité	47	47%
Opérateur 9	Poste de retouche	44	44%
Opérateur 10	Poste de contrôle final Droite	42	42%

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



**Fig.4.9** : Taux d'implication 5S du mois de Septembre

D'après la représentation graphique, le taux d'implication 5S des opérateurs ne dépasse pas 52%. Donc le suivi et des formations 5S sont obligatoires.

## 5. Conclusion

Après avoir diagnostiqué l'état des lieux en termes des 5S, et avoir identifié les causes des non-conformités, il s'est avéré nécessaire d'adopter une démarche 5S au sein de ligne, d'implémenter la méthode Kanban, et mettre en place une application de suivi de stock, tels sont les objets du chapitre suivant.

# **Chapitre 5**

## **Mise en place des outils d'amélioration**

## 1. Introduction

Pour résoudre les problèmes identifiés et par ordre de priorité établi par le vote pondéré, trois phases sont importantes : la première phase se focalise sur le déploiement de la démarche 5S. La seconde phase se concentre sur l'implémentation d'un système KANBAN et la dernière phase de la mise en place d'une application de suivi du stock des articles utiles à la production.

## 2. Déploiement de la démarche 5S dans la ligne des PNO

### 2.1 Formation de l'équipe de travail

Avant d'entamer un projet d'amélioration il faut s'entourer de collaborateurs pluridisciplinaires et compétents.

Le tableau suivant, met le point sur la structure de mon équipe :

**Tab.5.1** : Equipe de travail

	<b>Fonction</b>
<b>Parrain du projet</b>	Manager production
<b>Pilote du projet</b>	Stagiaire élève ingénieur
<b>Collaborateurs</b>	Ingénieur méthode
	Superviseur équipe A
	Superviseur équipe B
	Team leader équipe A
	Team leader équipe B

### 2.2 Formalisation des objectifs

Il s'agit d'identifier les objectifs escomptés à atteindre à travers le déploiement de la démarche 5S, à savoir :

- ✓ L'optimisation des performances des postes de travail ;
- ✓ La standardisation des postes de travail ;
- ✓ L'amélioration de la sécurité ;
- ✓ L'amélioration de l'ergonomie ;
- ✓ L'établissement d'un environnement bien ordonné, régi par des règles bien définies ;
- ✓ L'implication des opérateurs dans la démarche d'amélioration continue.

## 2.3 Description de la ligne d'assemblage des panneaux de portes

La ligne d'assemblage des panneaux de portes est divisée en deux parties : Partie gauche pour les panneaux gauche, et une partie droite pour les panneaux droite. Chaque partie est constituée par une ligne d'assemblage et une zone de stockage.

La ligne gauche contient quatre machines, une machine de poinçonnage, une machine de soudage, et deux machines de vissages pour les avants et les arrières, et un poste de contrôle final.

La ligne droite contient six machines, deux machines de poinçonnages, la première pour les panneaux de portes et la deuxième pour les garnitures PLC, une machine de soudage, et trois machines de vissages, deux pour les panneaux de portes avants et arrières et la 3ème pour les garnitures PLC, et un poste de contrôle final.

Le schéma suivant représente une cartographie de la ligne :

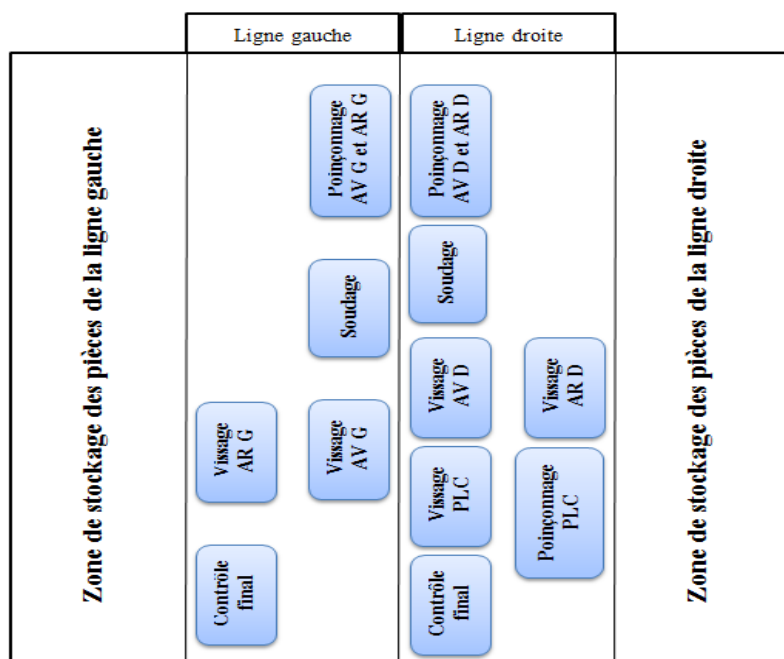


Fig.5.1 : Cartographie de la ligne d'assemblage des PNO






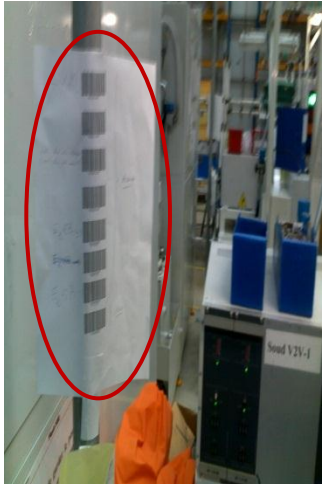
## 2.4 Etat des lieux de la ligne










La définition de l'état des lieux est une étape primordiale dans la mise en œuvre de la méthode 5S, il s'agit de prendre des photos représentatives de l'état actuel du poste. Par

ailleurs ces photos permettent de conserver une trace factuelle du lieu de travail ainsi qu'ils vont servir à détecter les différentes anomalies au niveau des 5S à traiter par la suite.









Cet état des lieux est réalisé en parcourant physiquement la ligne concernée et en observant attentivement à travers plusieurs angles de vue ce qui s'y passe. Le tableau suivant fourni l'état des lieux pour les postes de travail de la ligne gauche avec les différents constats d'anomalies :

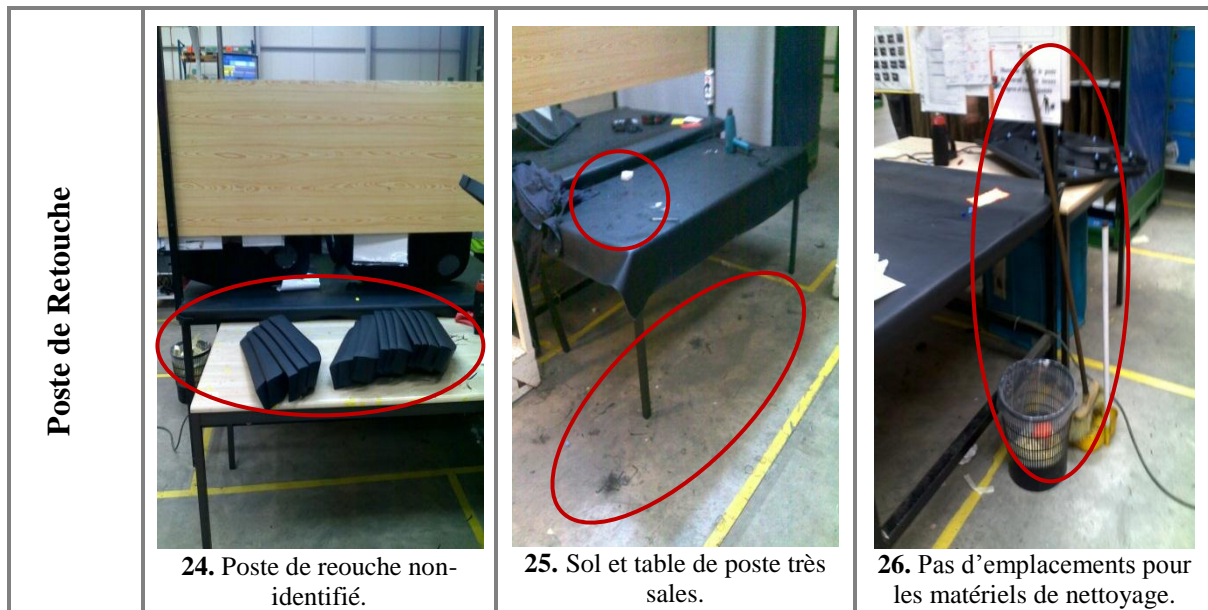
**Tab.5.2 : Etat des lieux de la ligne gauche**

Machine / Poste	Anomalies		
<b>Poinçonnage</b>	 <p data-bbox="331 1294 641 1375">1. Documents collés sur le bâti arrière de la machine de poinçonnage.</p>	 <p data-bbox="679 1294 1002 1375">2. Liste des codes à barres non plastifiée.</p>	 <p data-bbox="1040 1294 1362 1375">3. Rejets de poinçonnage sur la machine.</p>
<b>Soudage</b>	 <p data-bbox="325 1892 647 1944">4. Bac des barrettes non identifié.</p>	 <p data-bbox="679 1892 1002 1944">5. Ligne de zone mal identifié.</p>	 <p data-bbox="1040 1892 1362 1944">6. Fiche des codes à barres non plastifiée</p>

<b>Stock dynamique</b>	 <p><b>7.</b> Stock dynamique de vide de poche non-identifié.</p>	 <p><b>8.</b> Stock dynamique du padding non-identifié.</p>	 <p><b>9.</b> Stock dynamique des accoudoirs non-identifié.</p>
<b>Visage</b>	 <p><b>10.</b> Bac des pièces non-ok et son emplacement non-identifié.</p>	 <p><b>11.</b> Câbles encombrés, par terre et non-protégés.</p>	 <p><b>12.</b> Emplacement des agrafes non-identifié.</p>
	 <p><b>13.</b> Pas d'emplacement pour les documents.</p>	 <p><b>14.</b> Emplacement des vis de fixation non-identifié.</p>	 <p><b>15.</b> Absence d'un bac pour les vis de fixation.</p>



<p><b>Poste contrôle final</b></p>	 <p><b>16.</b> Sol et table de poste très sales.</p>	 <p><b>17.</b> Pas d'emplacement pour la poubelle.</p>	 <p><b>18.</b> Absence d'un chariot attente contrôle.</p>
<p><b>Zone de stockage</b></p>	 <p><b>19.</b> Stock non-identifié.</p>	 <p><b>20.</b> Zone de stockage n'est pas respectée.</p>	 <p><b>21.</b> Classification des caddies mal identifié.</p>
<p><b>Poste Mur qualité</b></p>	 <p><b>22.</b> Poste mal organisé.</p>	 <p><b>23.</b> Lignes de zone non-identifié.</p>	



**Remarque :** les anomalies de la ligne droite ce sont les mêmes anomalies de la ligne gauche.

## 2.5 Application de la démarche 5S

### 2.5.1 3S premiers (Se débarrasser, Ranger, Nettoyer)

A partir des différents constats d'anomalies trouvés précédemment, j'ai classé les anomalies avec leurs actions correctives à mener selon les 3 premiers S pour pouvoir mettre en place les actions dans l'ordre défini par la méthode 5S.

Le tableau ci-dessous met le point sur le classement des anomalies du tableau 5.2 avec leurs actions correctives :

**Tab.5.3 :** Classement des actions selon 3S


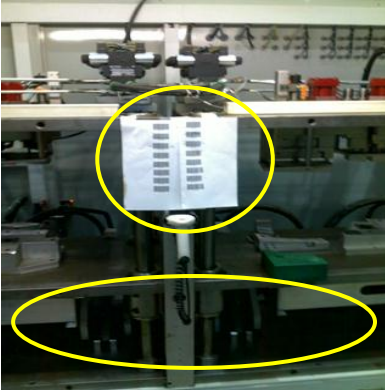


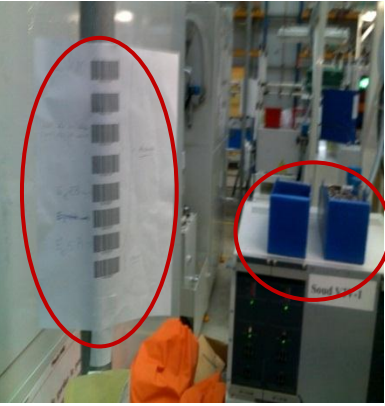



	<b>N° constat anomalie</b>	<b>Action corrective</b>
<b>Se débarrasser</b>	2	Changer et plastifier la fiche du code à barres de la machine de poinçonnage
	6	Changer et plastifier la fiche du code à barres de la machine de soudage
	18	Définir un chariot attente contrôle
<b>Ranger</b>	1	Définir un emplacement pour les documents de la machine de soudage
	4	Définir l'emplacement des bacs des barrettes sur la machine de soudage
	5	Tracer les lignes de zone de la machine de soudage
	7,8 et 9	Définir l'emplacement du stock dynamique
	10	Définir le bac des pièces non-ok et son emplacement
	11	Ranger le câble par terre
	12	Définir l'emplacement des agrafes
13	Définir l'emplacement des documents flash de la machine de vissage	
	14	Définir l'emplacement des vis de fixation



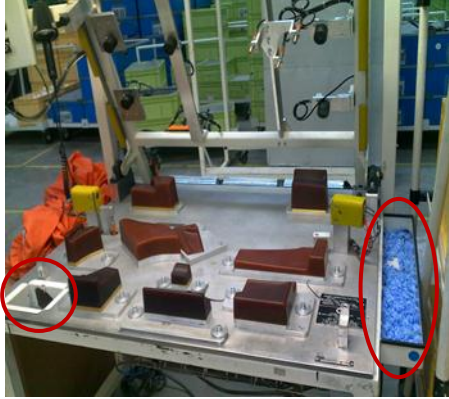


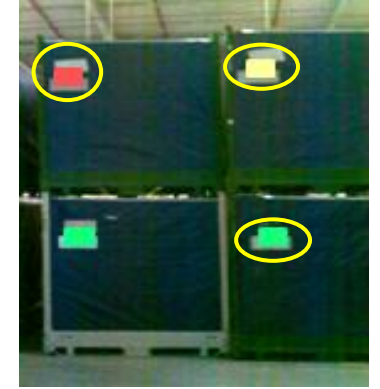


	15	Définir un bac pour les vis de fixation
	17	Définir l'emplacement de la poubelle
	19	Identifier le stock la zone de stockage
	20	Organiser la zone de stockage
	21	Classifier les caddies par des drapeaux verts, jaunes et rouges.
	22	Organisation du poste mur qualité
	23	Tracer les lignes de zone de poste mur qualité
	24	Définir le poste de retouche
	26	Définir l'emplacement des matériels de nettoyage
<b>Nettoyer</b>	3	Nettoyer la machine de poinçonnage
	16	Nettoyer le poste de contrôle final
	25	Nettoyer le poste de retouche









### 2.5.1.1 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 le tableau de classement selon les 3S :

Tab.5.4 : Etat après de la ligne gauche

Avant	Après	Avant	Après
			
<p>Changer et plastifier la fiche des codes à barres de la machine de poinçonnage. Nettoyer la machine de poinçonnage.</p>		<p>Mise en place d'un classeur pour les documents collés sur le bâti arrière de la machine de poinçonnage.</p>	
			
<p>Définir l'emplacement des bacs des barrettes de la machine de soudage. Mise en place d'un classeur pour les documents de la machine de soudage.</p>		<p>Tracer les lignes de zone de la machine de soudage.</p>	

			
<p>Définir le bac des pièces non-ok et son emplacement sous la machine de vissage et libération de l'espace.</p>		<p>Définir l'emplacement des agrafes et les vis de fixation sur la machine de vissage.</p>	
			
<p>Classifier les caddies par des drapeaux verts, jaunes et rouges.</p>		<p>Mise en place d'un classeur pour les documents de la machine de vissage.</p>	

			
<p>Définir l'emplacement du stock dynamique.</p>		<p>Rangement des câbles par terre.</p>	
			
<p>Mise en place d'un chariot attente contrôle entre le poste de contrôle final et la machine de vissage et réduction de déplacements.</p>		<p>Tracer l'emplacement de la poubelle et nettoyer le poste de contrôle final.</p>	

			
<p>Identification et organisation des stocks.</p>	<p>Organisation de la table du poste mur qualité. Tracer les ligne de zone du poste mur qualité.</p>		
			
<p>Définir le poste de retouche Mise en place d'un panneau d'affichage Nettoyer le poste</p>	<p>Définir l'emplacement des matériels de nettoyage (derrière du conteneur des déchets).</p>		

## **2.5.2 Standardiser**

Dans toute implantation de processus ou de nouvelles méthodes de travail, la standardisation à sa place. Il y a le dicton pour la norme ISO 9000 qui dit : « Écrit ce que tu fais et ensuite fait ce que tu as écrit ». La 4<sup>ème</sup> étape de la méthode 5S consiste à documenter et à mettre en place les outils nécessaires de manière à ce qui a été bâti lors de l'exécution des 3 premières étapes de la méthode 5S reste en place.

En effet pour mettre en place l'étape de standardisation, j'ai élaboré l'état de référence 5S, la gamme d'inspection et la gamme de nettoyage qui constituent le standard 5S du poste de travail. Aussi j'ai modifié la gamme opératoire de chaque poste de travail pour devenir clair et lisible pour l'opérateur.

### **2.5.2.1 Gamme opératoire**

La gamme opératoire est une description des opérations et de leur séquence (les étapes de processus) qui doivent être exécutées par l'opérateur pour produire un produit. A côté des informations sur les opérations et l'ordre dans lequel elles sont exécutées, la gamme contient également des détails sur les postes de travail auxquels elles sont exécutées et sur l'outillage nécessaire (y compris dispositifs et appareillages). Les valeurs standard pour la réalisation des opérations individuelles sont également sauvegardées dans les gammes.

Dans ce sens j'ai modifié la gamme opératoire de chaque poste de travail, le tableau 5.5 représente la gamme opératoire de la machine de vissage avant gauche.

### **2.5.2.2 Gamme de nettoyage**

L'objectif de nettoyage est de rendre l'environnement agréable à l'œil. Le nettoyage du sol et du poste de travail doit être effectué quotidiennement.

Dans ce sens j'ai élaboré des gammes de nettoyage de chaque machine pour que l'opérateur puisse exécuter le nettoyage d'une manière efficace et précise.

Le tableau 5.6 représente la gamme de nettoyage procédurale de la machine de vissage.



### **2.5.2.3 L'état de référence 5S**

C'est un document qui permet d'entrer dans une logique d'amélioration continue des postes de travail, il contient des photos accompagnées des commentaires qui permettent de retrouver la situation saine et rationnelle du poste de travail.

Le tableau 5.7 illustre l'état de référence 5S de la machine de vissage.

### **2.5.2.4 Gamme d'inspection**

L'inspection est une activité consistant à examiner les lieux de travail, l'équipement etc., afin de détecter les dangers, d'en évaluer les risques et d'apporter des correctifs avant qu'une lésion professionnelle ne survienne ou qu'un problème touchant la production ou l'environnement ne se présente.

C'est pour ça j'ai mis l'accent sur les différents points d'inspection, et je les ai établis dans une gamme d'inspection, qui sera implémentée sur chaque poste de travail par la suite.















Le tableau 5.8 représente la gamme d'inspection de la machine de vissage.

**Remarque :** Les gammes de tous les postes de travail se trouvent dans un support CD.




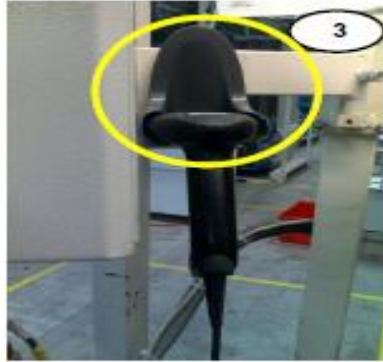





Tab.5.5 : Gamme opératoire de la machine de vissage avant gauche

N° Elément		Vissage panneaux AV G J92/FK67	Temps élément		PRIORITE SECURITE !!	
M 9			secs		En cas de pb, appeler le technicien qualité ou le superviseur.	
N° opération(s) synoptique :			Explications			
N° Etape						
1	Mise en place Vide poche					
2	Mise en place panneau					
3	Mettre l'étiquette L3PS sur panneau					
4	Lecture du code barre panneau					
5	Mise en place Padding					
6	Vissage					
7	<b>Descente cadre de contrôle ( contrôle présence agrafes</b>					
OUTILS :			MONTAGE			
Indice	A	B				
Date	25/07/2011	05/11/2012				
Rédacteur Méthode	JM. Brique	Z.MASMOUDI				
Rédacteur Qualité	A EL Himeur	G EL OMARI				
Approbation RP	A.Z Ichir	A.Z Ichir				
Approbation RQ	A EL Himeur	A EL Himeur				








Tab.5.6 : Gamme de nettoyage de la machine de vissage

		<b>QPS - Feuille d'éléments de travail</b>			TET-I-MET-107 Indice : 1 Date : 13/11/2012 Page : 2/2					
<b>N° Elément</b> M10	<b>Nettoyage de la machine</b>			Temps d'exécution : 3 min	Fréquence d'exécution : Chaque fin d'équipe					
<b>N° opération(s) synoptique :</b>										
<b>N° Etape</b>	<b>Etapes de travail</b>									
1	Nettoyer les support pièces par un chiffon sec non pelucheux									
2	Nettoyer le sol à l'aide du balai et ramasse poussière									
3	Mettre les déchets dans le conteneur									
										
<b>Outils utilisés : Chiffon sec, Balai, Ramasse poussière</b>										
Matériel sécurité	Cadenas 	Casque 	Bouchons d'oreille 	Lunettes de sécurité 	Chaussures de 	Gants : type anti coupure 	Masque de protection 	Tablier 	Manches 	Autres Pas de Bijoux 
				X	X					X
<b>OUTILS : Gants anti coupure, tranchet</b>										

Tab.5.7 : Etat de référence de la machine de vissage

		<b>Etat de référence 5S</b>		Date de création : 14/11/2012
<b>N° Elément</b>	<b>Machine de vissage</b>			
<b>M 11</b>				
				
1- Respecter l'emplacement des agrafes	2- Respecter l'emplacement du classeur de QPS	3- Respecter l'emplacement de lecteur code à barre	4- Respecter l'emplacement des vis de fixation	
				
5- Respecter l'emplacement des pièces NOK	6- Respecter l'emplacement du chariot attente controle	7- Respecter l'emplacement des pieces à assembler	8- Sol et machine doivent être propres	

**Tab.5.8 : Gamme d'inspection de la machine de vissage**

Visteon		QPS - Feuille d'éléments de travail			TET-4-MET-107 Indice : 1 Date : 20/11/2012 Page : 1/3
N° Elément		Inspection de la machine de vissage			Fréquence d'exécution :
M 12					Chaque démarrage d'équipe
Ordre	Activité	Photo	Moyens	Action si NOK	
1	Vérifier le nettoyage de fin d'équipe précédente (Voir la gamme de nettoyage de la machine)		Visuel	Alerter le team leader	
2	Vérifier la présence tous les éléments de la machine (Voir le standard 5S de la machine)		Visuel	Alerter le team leader et faire le nettoyage	
3	Vérifier le mode automatique de la machine		Manuel	Alerter le Superviseur	
4	Contrôler l'efficacité des boutons et l'arrêt d'urgence		Manuel	Alerter le Superviseur	
5	Contrôler l'efficacité de la visseuse		Manuel	Alerter le Superviseur	
6	Contrôler l'efficacité des Détecteurs du cadre de contrôle		Manuel	Alerter le Superviseur	
7	Contrôler l'efficacité du lecteur code à barre		Manuel	Alerter le Superviseur	
Indice		A			
Date	20/11/2012				
Rédacteur Méthodes	Z.MASMOUDI				
Rédacteur Qualité	G.EL OMARI				
Approbation RP	A.Z Ichir				
Approbation RQ	A.EL Himeur				

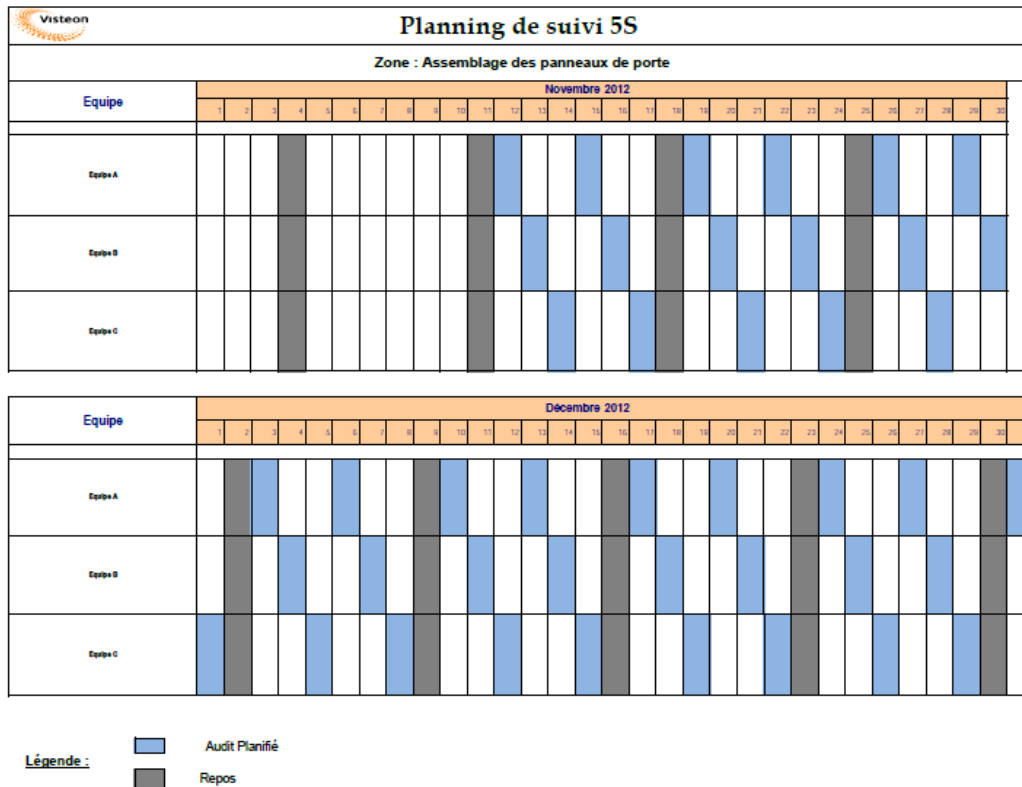
### 2.5.3 Pérenniser et pratiquer

pour assurer la perpétuité des 5S, un audit 5S doit être mis en œuvre pour inspecter régulièrement le respect des standards mis en place et veiller sur le nettoyage régulier des postes de travail, le rangement systématique et la propreté avec la mise en œuvre des actions correctives.

Pour instaurer l'audit 5S nous allons utiliser la grille de cotation présentée dans le tableau 4.9. En effet, la mission d'audit a été confiée au time leader et nous avons organisé des séances de formation pour le time leader pour qu'il puisse mener cette mission.

Le tableau suivant illustre le planning d'audit 5S pour les postes de travail de la ligne d'assemblage des PNO qui est validé par le manager production :

**Tab.5.9 : Planning d'audit 5S**



Après chaque audit 5S et selon les anomalies trouvées moyennement l'audit, un plan d'actions correctives doit être mis en place pour y remédier. Donc après chaque audit il faut construire la liste des anomalies 5S et les actions correctives à mettre en œuvre selon la fiche suivante :

**Tab.5.10 : Plan d'action 5S**

Type de S	Désignation de l'anomalie	Action corrective	Responsable	Délai	Suivi

Pour mettre un suivi 5S dans la ligne d'assemblage des panneaux de portes, nous avons réalisé une zone de communication avec un panneau 5S pour pouvoir afficher le planning d'audit 5S, les résultats d'audit et le plan d'action dans un but de communiquer les résultats obtenus.

Le schéma suivant présente la zone de communication avec un panneau 5S de la ligne d'assemblage des panneaux de portes :



Fig.5.2 : Zone de communication de la ligne d'assemblage des PNO

#### 2.5.4 Formation

La réussite de la continuité de l'application de la démarche 5S au sein de la ligne d'assemblage des PNO ne peut être établie que lorsque certaines conditions sont vérifiées. A savoir le capital humain qui est l'un des facteurs qui contribuent au succès de cette démarche.

C'est pour cette raison nous avons mis en place une formation pour les opérateurs afin de renforcer l'implication de ces derniers dans la démarche d'amélioration continue des postes de travail par le respect de différentes consignes 5S, le maintien de la propreté et l'élimination des causes de désordre.

La formation s'est basée sur les aspects suivants :

- ✓ Expliciter de la démarche 5S pour les opérateurs ;
- ✓ Sensibilisation pour le respect des différentes consignes 5S ;

- ✓ Formation sur les nouvelles gammes opératoires ;
- ✓ Formations sur les gammes de nettoyage ;
- ✓ Formation sur les états de référence 5S.

La formation s'est déroulée dans les postes de travail des opérateurs pendant 15 min pour chaque opérateur divisé sur 3 créneaux pour ne pas perturber la production.

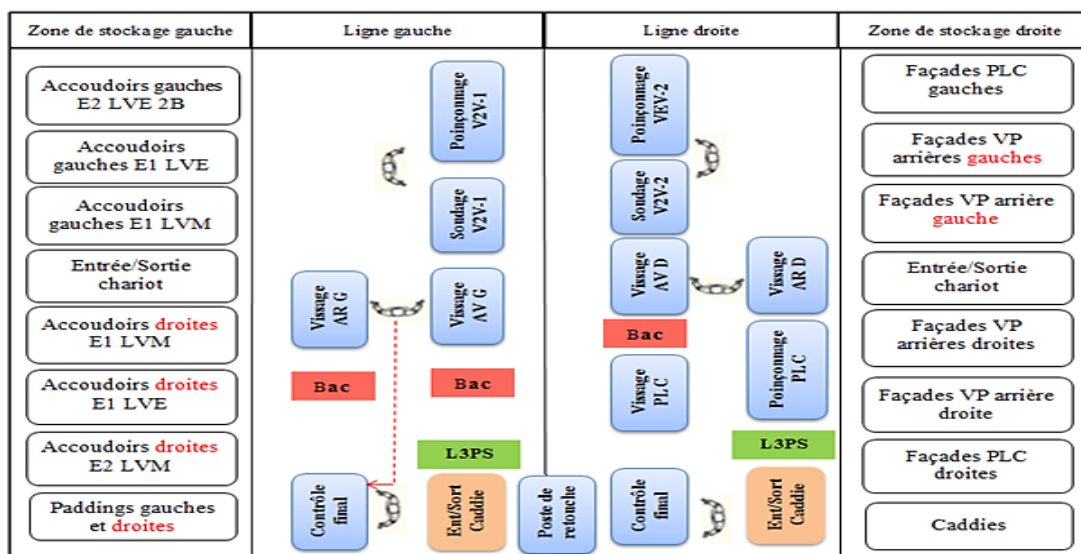
## 2.6 Synthèse de la ligne d'assemblage des panneaux de portes

Les actions apportées au niveau de la ligne d'assemblage des panneaux de portes permettent de réaliser des gains quantifiables suivants :

**Tab.5.11** : Les gains de la ligne d'assemblage des PNO

Elément		Gain
<b>Libération d'une surface</b>	Machine de poinçonnage PLC	1.4 m <sup>2</sup>
	Bac des pièces NOK	0.325*2 = 0.65 m <sup>2</sup>
<b>Réduction des déplacements</b>	Vers le chariot attente contrôle	4 pas = 4cmin/cycle
	Vers le stock du Façade VP AR G	2 pas = 0.02cmin/cycle
	Vers le stock du Padding G	6 pas = 0.25cmin/cycle

Les schémas suivants illustrent les cartes layout de la ligne d'assemblage des panneaux de portes avant et après la mise en place des améliorations :



**Fig.5.3** : Carte layout de la ligne d'assemblage des PNO avant l'amélioration



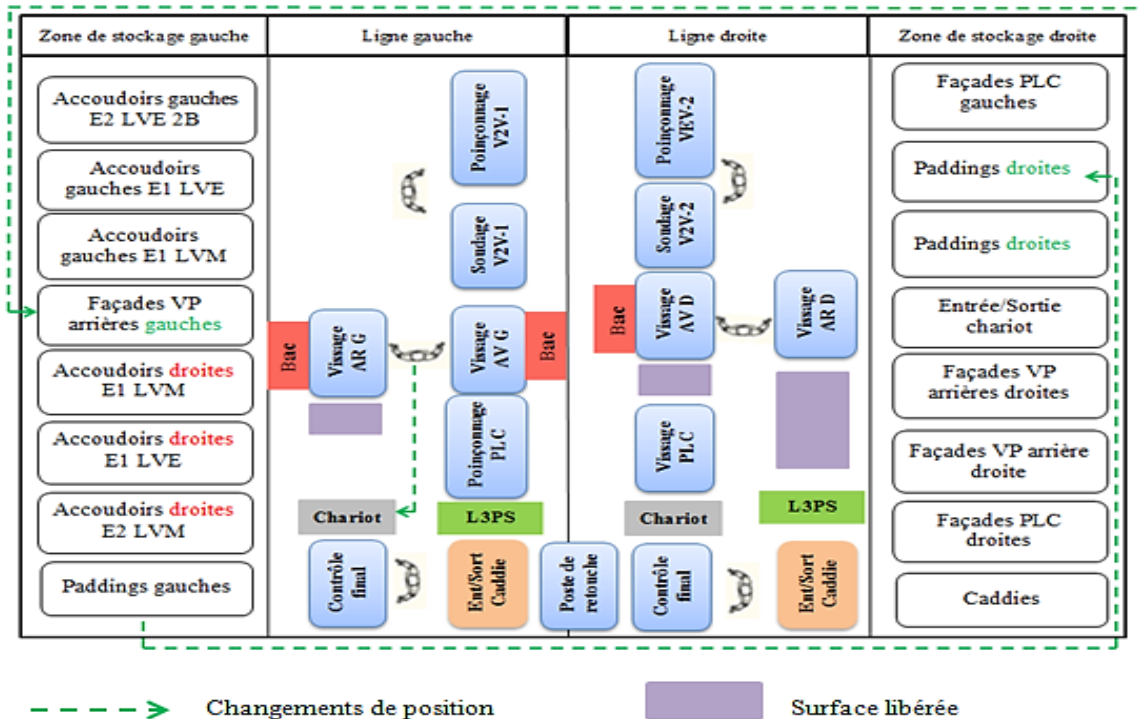


Fig.5.4 : Carte layout de la ligne d'assemblage des PNO après l'amélioration

### 3. Implémentation du système KANBAN

#### 3.1 Problématique

Dans la situation d'une surproduction des machines d'injection. Les encours complètement en surcharge se voient dans l'incapacité de manipuler et stocker les pièces fraîchement injectés dans leurs conteneurs. Donc ils sont placés suite à l'inexistence d'espace de stockage avec d'autres pièces. Ce qui impacte directement une mal organisation du stock d'encours.

Néanmoins avec l'implémentation du système KANBAN, l'ordonnancement et le stockage se fait sans erreur. D'où une meilleure organisation du stock d'encours.

#### 3.2 Collecte des données relatives au flux à organiser

##### 3.2.1 Caractéristiques du poste amont

Ce poste fonctionne avec dix presses d'injection de 275T à 2500T, mon choix, pour l'implantation de kanban, s'est porté sur les presse KM 2000, Engel 2500 et Sandreto 2000, qui injecte les cinq types des panneaux.

Le tableau suivant représente les paramètres de fonctionnement de chaque type de panneau :

**Tab.5.12** : Caractéristiques du poste amont

Type de panneaux	Cadence (pièces/h)	Temps d'ouverture	Temps de changement d'outil (h)	Taux d'aléas
PNO AV D	54	2h30min/6j/7	0.75	15%
PNO AR D	54	2h15min/6j/7	0.75	15%
PNO AV G	54	2h30min/6j/7	0.75	15%
PNO AR G	54	2h15min/6j/7	0.75	15%
Garniture PLC	66	1h20min/2j/7	0.75	15%

### 3.2.2 Caractéristiques du poste aval

Le poste aval est un poste d'assemblage des panneaux de portes où sont réalisées les opérations de poinçonnage, de soudage et de vissage.

Les paramètres de fonctionnement de chaque type de panneau sont présentés dans le tableau suivant :

**Tab.5.13** : Caractéristiques du poste aval

Type de panneaux	Cadence (pièces/h)	Temps d'ouverture
PNO AV D	14	9h25min/6j/7
PNO AR D	14	8h25min/6j/7
PNO AV G	14	9h25min/6j/7
PNO AR G	14	8h25min/6j/7
Garniture PLC	40	2h15min/2j/7

## 3.3 Etude de la mise en place d'un système KANBAN

### 3.3.1 Quantité de pièces par conteneur

La taille d'un conteneur définit la vitesse maximale du flux. Pour débiter, il est pratique, par expérience, de définir une « taille » de container respectant la règle suivante : La taille des conteneurs, lors de la mise en route, est égale au 10<sup>ème</sup> de la consommation moyenne [9]. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tab.5.14 : Quantité de pièces par conteneur

Type de panneau	Consommation moyenne (pièces/jour)	Quantité de pièces par conteneur (Q)
PNO AV D	132	<b>14</b>
PNO AR D	118	<b>12</b>
PNO AV G	132	<b>14</b>
PNO AR G	118	<b>12</b>
Garniture PLC	85	<b>9</b>

### 3.3.2 Nombre minimum de KANBANS

Le nombre minimum de KANBANS à mettre en circulation correspond à l'en-cours mini nécessaire entre les deux postes. Ce dernier doit permettre d'éviter la rupture d'approvisionnement au poste aval. C'est l'anti-aléa mini du flux. Il est déterminé par le temps de réponse "en catastrophe" du poste amont. Si le poste aval a un besoin urgent de pièces, le temps de réponse "en catastrophe" du poste amont est la durée mini d'une rotation complète d'un KANBAN, en tenant compte des aléas possibles à ce poste.

Cette durée comprend :

- ✓ Le temps de préparation du poste amont ;
- ✓ Le temps d'obtention d'un conteneur ;
- ✓ Le temps de transit de conteneur vers le poste aval ;
- ✓ Le temps de recyclage du KANBAN.

J'ai choisi d'utiliser la formule suivante :

$$K = D(T_A + T_B)(1 + X) / Q \quad (5,1)$$

Avec :

- ✓ K : Nombre minimum de KANBANS ;
- ✓ Q : Quantité de pièces par conteneur ;
- ✓ D : Taux de production du poste aval par unité de temps ;
- ✓ T<sub>A</sub> : Temps d'attente moyen d'un conteneur au poste aval ;
- ✓ T<sub>B</sub> : Temps total d'opération d'obtention d'un conteneur au poste amont ;
- ✓ X : Taux d'aléas au poste amont.

Le tableau suivant regroupe la procédure de calcul du nombre minimum de KANBAN de chaque type de panneau :

**Tab.5.15** : Caractéristiques du nombre minimum de KANBAN

Type de panneau	Q (pièces)	D (Pièces/h)	T <sub>A</sub> (heure)	T <sub>B</sub> (heure)	X	Nombre KANBAN(K)
PNO AV D	14	14	0.44	1	15%	3
PNO AR D	12	14	0.44	0.98	15%	2
PNO AV G	14	14	0.44	1	15%	3
PNO AR G	12	14	0.44	0.98	15%	2
Garniture PLC	9	40	0.44	0.14	15%	3

**Remarque :**

- ✓ T<sub>A</sub> = Tps de convoyage (0.4h) + Tps de recyclage du KANBAN (0.04h) ;
- ✓ T<sub>B</sub> = Tps changement outil + Tps d'usinage d'un conteneur.

### 3.3.3 Taille du lot mini de fabrication

Le lot mini de fabrication est le nombre minimal de KANBANS présents sur le planning d'un poste qui autorise l'activation de celui-ci alors qu'il est désactivé. Ce nombre est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taille du lot mini de fabrication} = \frac{\text{Cadence poste amant} * \text{temps de préparation}}{\text{taille du conteneur}} \quad (5,2)$$

Le tableau suivant représente la taille du lot mini de fabrication de chaque type de panneau calculé par la formule 5.2 :

**Tab.5.16** : Taille du lot mini de fabrication

Type de panneau	Taille du lot mini de fabrication (conteneurs)
PNO AV D	3
PNO AR D	4
PNO AV G	3
PNO AR G	4
Garniture PLC	6

### 3.3.4 Taille du tampon de régulation

La taille du tampon de régulation correspond à un « tampon de régulation » que les opérateurs veulent conserver, afin de traiter d'autres références que celle étudiée. J'ai estimé le tampon nécessaire à deux jours de production sur le poste aval.

La taille du tampon de régulation est calculée par la formule suivante :

$$\text{Taille du tampon de régulation} = \frac{\text{Cadence poste aval} * \text{tampon nécessaire}}{\text{taille du conteneur}} \quad (5,3)$$

Le tableau suivant représente la taille du tampon de régulation de chaque type de panneau calculé par la formule 5.3 :

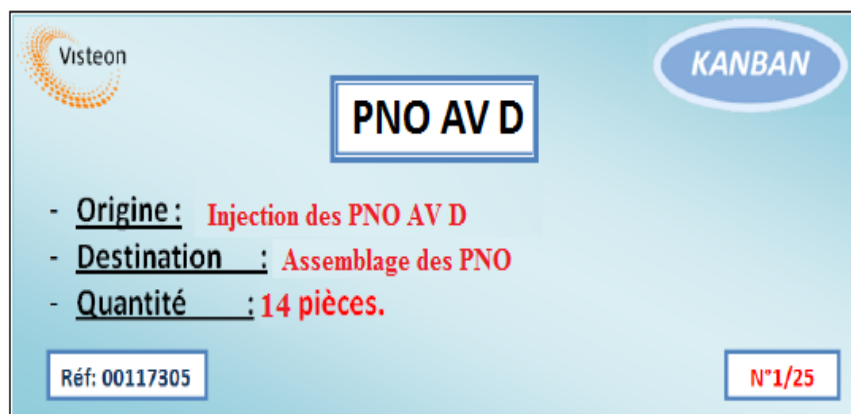
**Tab.5.17** : Taille du tampon de régulation

Type de panneau	Taille du tampon de régulation (conteneurs)
PNO AV D	14*18.86/14 = <b>19</b>
PNO AR D	16.86*14/12 = <b>20</b>
PNO AV G	14*18.86/14 = <b>19</b>
PNO AR G	16.86*14/12 = <b>20</b>
Garniture PLC	40*4.25/9 = <b>19</b>

### 3.3.5 Constitution des étiquettes KANBAN

Le Kanban n'est autre que l'étiquette attachée à un container. Il se présente généralement sous la forme d'un rectangle de carton plastifié ou non de petite taille. Un certain nombre d'informations sont précisées sur un Kanban.

Donc J'ai réalisé des cartes contient la référence de la pièce, la capacité du container, l'adresse du poste amant et l'adresse du poste aval. Un exemple d'une étiquette est présenté dans la figure suivante :



**Fig.5.5** : Etiquette KANBAN pour les panneaux AV D

La figure suivante représente l'état avant/après l'implémentation du système KANBAN :

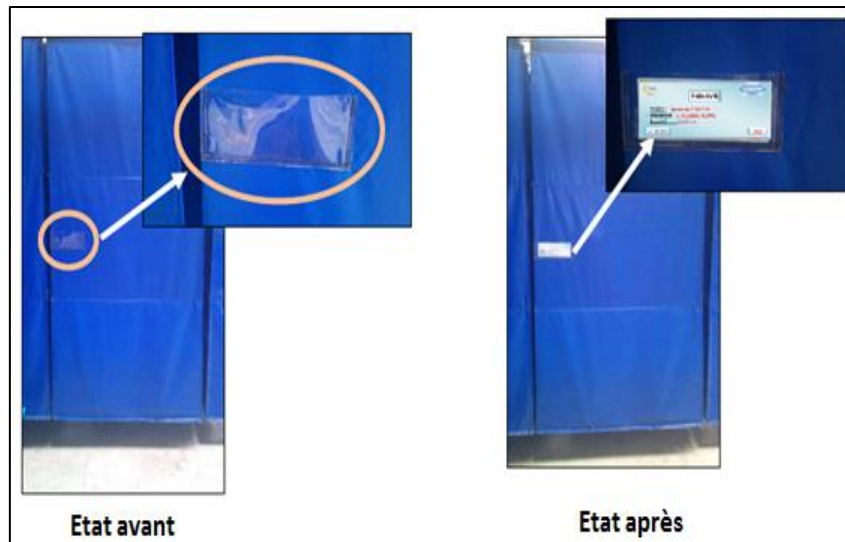


Fig.5.6 : Etat avant/après l'implémentation du système KANBAN

### 3.3.6 Planning KANBAN

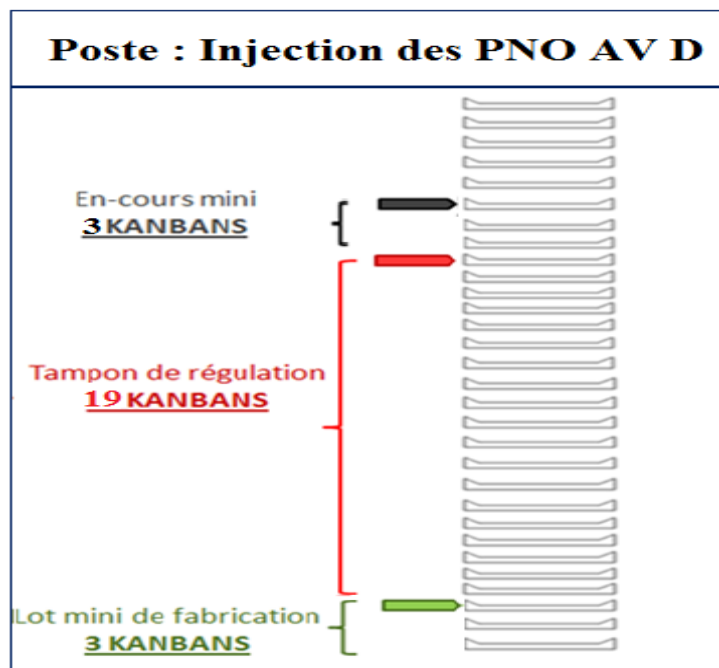


Fig.5.7 : TOP à mettre en place au poste amont

Plus il y a de KANBANS présents au planning moins il y a de matière en circulation (en-cours) entre le poste amont et le poste aval. La modulation du flux s'opère donc par le contrôle du nombre de KANBANS sur le planning.

1. Le lancement devient obligatoire lorsque la pile atteint l'index noir car on risque une rupture d'approvisionnement au poste aval, c'est la zone où on doit produire.

2. Le lancement est autorisé lorsque la pile s'arrête à l'index rouge et c'est la zone où l'on peut produire.

### **3.4 Formation et sensibilisation des opérateurs**

La réussite d'un système KANBAN ne peut être établie que lorsque certaines conditions sont vérifiées, A savoir le capital humain qui est l'un des facteurs qui contribuent au succès de ce système au sein de l'entreprise. En effet, les opérateurs sont susceptibles de bien maîtriser le flux de production, ses défaillances et ses points forts. C'est pour cette raison que j'ai déployé beaucoup d'effort pour les mettre au courant et les convaincre par les bénéfices que peut apporter un tel système.

Ma formation se focalise sur le respect du système KANBAN et le maintien d'un état visuel de qualité dans le stock intermédiaire. Elle s'est étalée en deux étapes :

- Première étape : c'est l'étape de supervision des travaux de manutention que les opérateurs effectuent afin de dégager les anomalies et les défaillances associés.
- Deuxième étape : consiste à réaliser un standard de travail (Voir l'annexe 2.3) en se basant sur les défaillances détectées lors de la première étape. A base de ce standard j'ai formé les opérateurs aux contraintes qui doivent être respectées et après avoir été convaincu par son contenu ils ont approuvé leur accord vis-à-vis des points cités dans le standard et qu'ils s'en chargent d'appliquer.

## **4. Mise en place d'une application de suivi du stock**

### **4.1 Mise au point de la problématique**

L'un des problèmes primordiaux qu'endure la ligne de production, est la mauvaise gestion de stock des articles utiles lors de la production genre (étiquettes Galia, étiquettes L3PS, Ruban, rouleaux de traçabilité, Traçabilité...).

En effet, ces articles sont stockés encombrés d'une manière aléatoire (comme montrés dans la figure ci-dessous), d'où on n'arrive pas à savoir les quantités restantes, jusqu'à aboutir à une rupture de stock.



**Fig.5.8** : Stock des articles utiles à la production

Pour remédier à ces ruptures de stock, et pour pouvoir définir les quantités stockées en tout instant, j'ai développé une application sous VB .net.

## **4.2 Présentation de l'application**



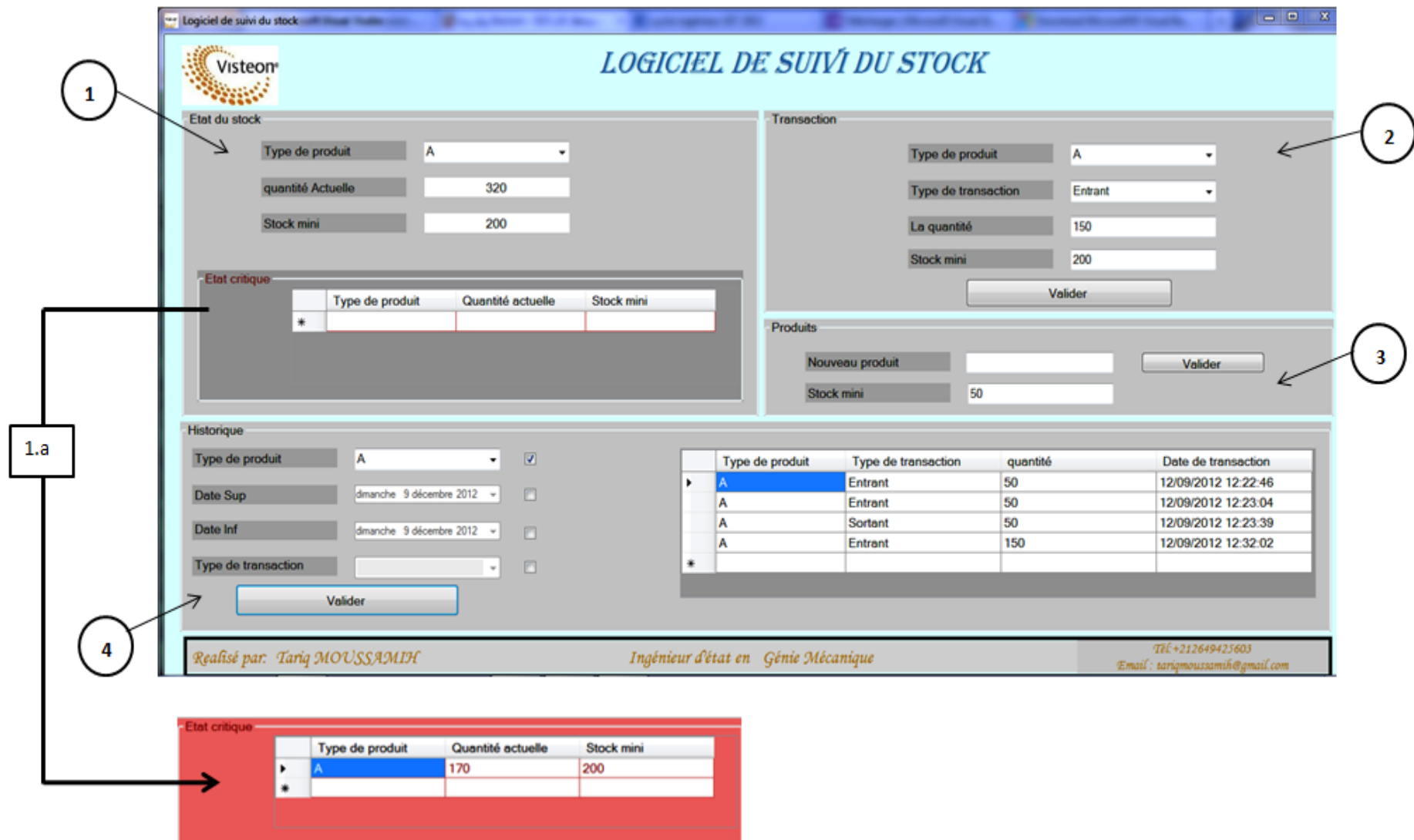


Fig.5.9 : Fenêtre de l'application

L'interface de de l'application comme indiquée sur l'image au-dessus se compose de 4 parties :

#### 1. Etat du stock

La première partie concerne l'état actuel du stock, on trie par type de produit, et on visualise la quantité actuelle au stock et le stock mini, ainsi, si le stock mini est épuisé, la zone 'état critique' prendra automatiquement la couleur rouge (transformation 1.a).

#### 2. Transaction

La deuxième partie vise les transactions, ajouter ou retirer des produits ; on sélectionne le produit, le type de transaction (Produit entrant ou sortant), la quantité, et le stock mini (en cas de modification).

#### 3. Produits

Cette partie se rapporte à l'ajout de nouveaux produits ; définir le nouveau produit et le stock mini.

#### 4. Historique

On peut visualiser l'historique de toutes les transactions, en triant par produit et par période, d'où, il restera judicieux d'avoir un suivi de consommation de ces articles.

De plus, j'ai mis en place une armoire identifiée pour le stockage de ces éléments utiles à la production, pour éviter tout encombrement et aboutir à un standard comme indiqué sur la figure ci-dessous.

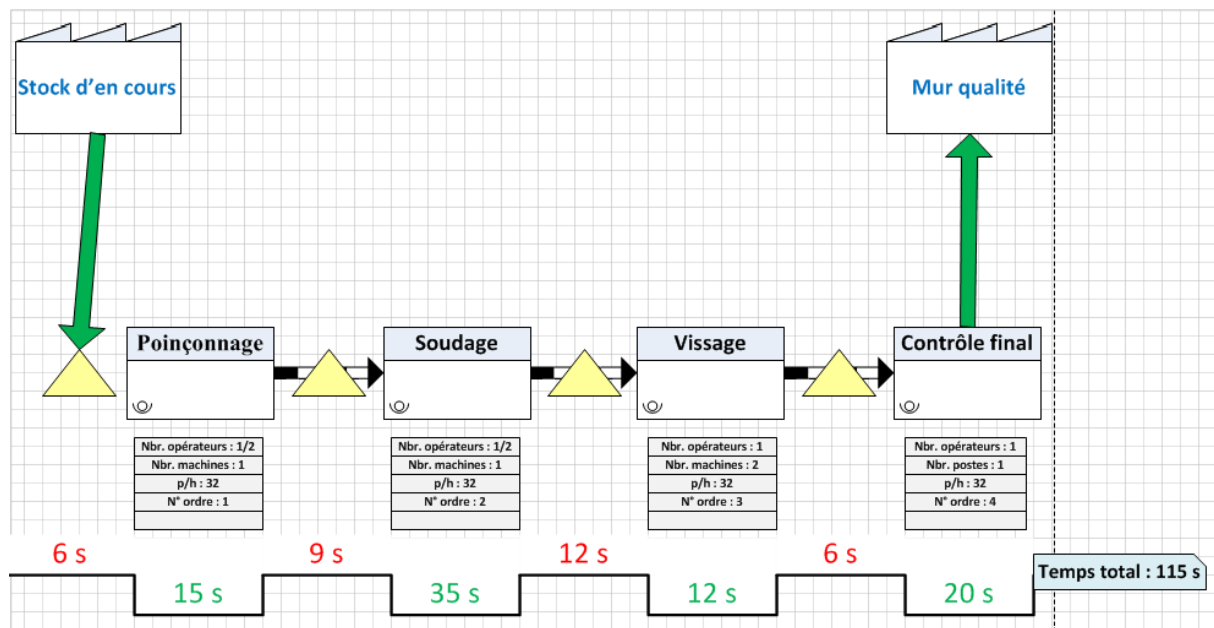


**Fig.5.10** : Etat avant/après du stock des articles utiles à la production

## 5. VSM actuel de la ligne

Après la mise en place de tous les outils présentés précédemment, la cadence de la ligne augmente de 28 pièces par heure à une cadence de 32 pièces par heure, mais sans atteindre l'objectif de la ligne, car le nombre des opérateurs est insuffisant. Donc il faut augmenter ce nombre au cinq opérateurs au minimum.

La figure suivante présente la VSM de l'état actuel de la ligne d'assemblage des PNO :



Légende :



: Opérations manuelles



: Temps de cycle de la machine

Fig.5.11 : VSM de l'état initial de la ligne d'assemblage des PNO

## 6. Conclusion

La mise en application de la démarche 5S, l'implémentation du système KANBAN et la mise en place d'une application de suivi du stock des articles utiles à la production, m'ont permis d'enregistrer des résultats et des gains quantifiables et non quantifiables qui feront l'objet du chapitre suivant.

# **Chapitre 6**

## **Evaluation des gains**

## 1. Introduction

Après la mise en place des outils d'amélioration de la production de la ligne d'assemblage des panneaux de porte, il est temps de quantifier les gains apportés par le biais de ces outils, sans oublier les gains non quantifiables qui ne sont pas moins considérables.

## 2. Evaluation des gains

### 2.1 Niveau des 5S dans la ligne d'assemblage des panneaux

Pour évaluer le niveau 5S après la mise en application de la démarche 5S, j'ai utilisé la grille de cotation 5S général présenté dans le tableau 3.2. (Voir résultat de cotation en Annexe 4). Le niveau 5S avant/après la mise en place des 5S est présenté dans la figure suivante :

**Tab.6.1** : Niveau des 5S avant et après l'amélioration

Type de S	Avant	Après
Trier	30%	90%
Ranger	25%	95%
Nettoyer	25%	92%
standardiser	31.2%	81.2%
Pratiquer	25%	75%
<b>5S</b>	<b>27.2%</b>	<b>92.1%</b>

D'après ce tableau on trouve que le niveau des 5S dans la ligne d'assemblage des panneaux de portes devient très satisfaisant **92.1%** par rapport le niveau du mois de Septembre **27.2%** à travers le déploiement de la démarche 5S au sein de la ligne.

### 2.2 Gains au niveau des indicateurs de performance 5S

#### 2.2.1 Taux de conformités 5S

D'après la fiche suivi 5S présentée dans le tableau 3.6, j'ai calculé le nouveau taux de conformité 5S de chaque poste de travail afin de mesurer l'impact de déploiement de la

démarche des 5S dans la ligne d'assemblage des panneaux de portes. Les résultats sont présentés dans la figure suivante :

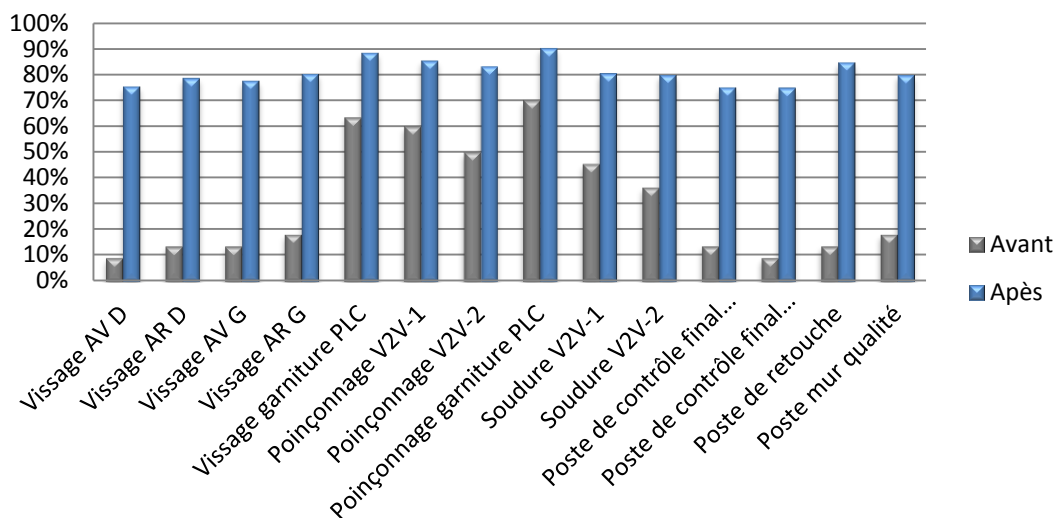


Fig. 6.1 : Taux de conformité 5S avant et après l'amélioration

Cette représentation graphique montre que le taux de conformité 5S des postes de travail est augmenté après la mise en place de différentes actions d'amélioration.

### 2.2.2 Taux d'implication 5S

La formation des opérateurs sur la démarche 5S et le suivi par le time leader nous a permis de stimuler la participation des opérateurs dans la démarche d'amélioration continue des postes de travail à travers les 5S. Pour montrer cette stimulation j'ai calculé le taux d'implication à travers le questionnaire présenté dans le tableau 3.8.

La figure suivante illustre les nouveaux taux d'implication 5S comparés avec les anciennes valeurs :

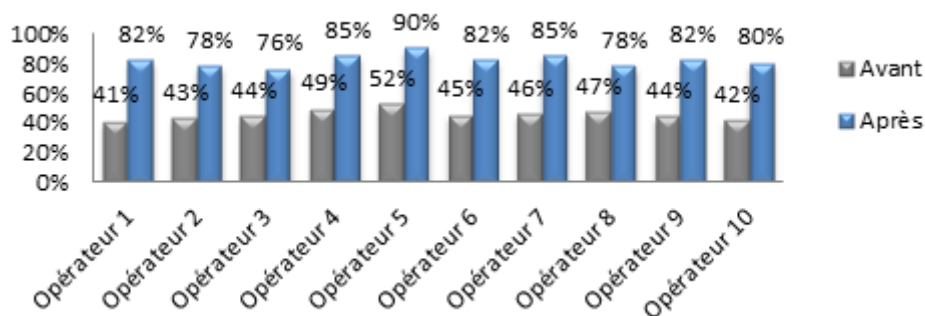


Fig. 6.2 : Taux d'implication avant et après la formation 5S

### 2.3 Gains au niveau de surface

Sachant que l'économie d'un mètre carré coûte 500 DH/Jour, on établit le tableau du gain potentiel estimé au niveau de la surface libérée obtenus en mettant en place les 5S :

**Tab.6.2** : Gains au niveau de surface

Elément	Gain en surface	Gain estimé en KDH (Kilo DH) par an
Poinçonnage PLC	1.4 m <sup>2</sup>	1.4*500*285 = 199.5 KDH
Bac des pièces NOK	0.325*2 = 0.65 m <sup>2</sup>	0.65*500*285 = 92.625 KDH
<b>Total</b>	<b>2.05 m<sup>2</sup></b>	<b>292.125 KDH</b>

**Remarque :**

- ✓ Nombre de jours d'ouverture par année est : 285 jours.

### 2.4 Gains au niveau de déplacement

Le tableau ci-dessous présente le gain potentiel estimé en termes de temps gagné obtenu, Sachant que la valeur de transformation (VT) d'un panneau de porte 50 DH :

**Tab.6.3** : Gains au niveau de déplacement

N° Action	Gain en déplacement	Gain estimé en KDH (Kilo DH) par an
Vers chariot attente contrôle	4 pas = 4cmin/cycle	9.21PNO/j = 9.21*285*50 = 131.24 KDH
Vers Façade VP AR G	2 pas = 0.02cmin/cycle	0.04PNO/j = 0.04*285*50 = 0.57 KDH
Vers le stock du Padding D	6 pas = 0.25cmin/cycle	0.57PNO/j = 0.57*285*50 = 8.12 KDH
<b>Total</b>	<b>4.27cmin/cycle</b>	<b>9.83PNO/j = 9.38*285*50 = 133.67 KDH</b>

**Remarque :**

- ✓ 1 Pas= 1 cmin ;
- ✓ Le temps de cycle d'un panneau est 217 cmin pour une cadence de 500 panneaux/jour.

## 2.5 Gains au niveau de l'implémentation du système KANBAN

Avec l'outil KANBAN, on est arrivé à faire une amélioration significative. En effet, il y a une réduction du nombre de changement des moules. Le nombre est passé de 3 changements quotidien à deux changements. Soit un gain en termes de temps mais aussi en termes de moyens.

A savoir un gain d'une heure par jour en production machine (Moins d'arrêt) ce qui se traduit en termes de coût à 15 000 DH.

Le tableau comparatif ci-dessous présente l'état des coûts de production d'avant et après l'application de l'outil KANBAN :

**Tab.6.4 : Etat des coûts de production**

Etat des coûts avant (KDH/j)	Etat des coûts après (KDH/j)	Gain estimé (KDH/j)
33.75	22.5	<b>11.25 KDH/jour</b>

## 2.6 Résumé des résultats

Le tableau suivant présent l'évaluation des gains potentiels estimé après la mise en place des outils d'amélioration de la productivité de la ligne d'assemblages des panneaux de portes :

**Tab.6.5 : Résumé des résultats**

Gain		Gain estimé en KDH par an
Surface	2.05 m <sup>2</sup>	292.12 KDH/an
Déplacement	4.27cmin/cycle = 9.83PNO/jour	133.67 KDH/an
KANBAN	11.25 KDH/ jour	3206.25 KDH/an
<b>Total</b>		<b>3632.04 KDH/an</b>



A l'issue de la mise en place des outils d'amélioration, on a pu gagner environ **3632.04 KDH/an.**

## **2.7 Gains non quantifiables**

La mise en place des outils d'amélioration de la productivité de la ligne d'assemblage des panneaux de portes permet d'enregistrer également les gains non quantifiables suivants :

- ✓ Organisation de la ligne avec un travail en pièce à pièce sur des emplacements définis ;
- ✓ Organisation du stock d'encours ;
- ✓ Organisation du stock des articles utiles à la production ;
- ✓ Bon suivi du stock des articles utiles à la production ;
- ✓ Réduction de la charge et des efforts inutiles des opérateurs ;
- ✓ Amélioration de l'implication des opérateurs dans la démarche d'amélioration continue des postes de travail ;
- ✓ Développement et renforcement de l'esprit de groupe ;
- ✓ Amélioration de l'ambiance et de la motivation du personnel ;
- ✓ Augmentation de la motivation des opérateurs à travers la réalisation des propositions d'amélioration.

## **3. Conclusion**

Suite à la mise en place des outils d'amélioration de la productivité de la ligne d'assemblage des panneaux de portes, j'ai estimé un gain potentiel 3632.04 KDH/an, et des gains non chiffrables.

## Conclusion générale et perspectives

Pour améliorer la productivité de la ligne d'assemblage des panneaux de portes, j'ai diagnostiqué en premier temps l'état des lieux en termes des 5S, j'ai classifié les causes racines des non-conformités, et pour y remédier, je me suis basé sur trois outils ; l'adoption de la démarche 5S, l'implémentation de la méthode Kanban et la mise en place d'une application de suivi du stock des articles utiles à la production.

Ainsi, j'ai pu récupérer des gains chiffrables en termes des indicateurs 5S (Niveau 5S, taux de conformité 5S, taux d'implication 5S), en termes de surface libérée et de temps gagné, estimés en un gain potentiel annuel d'environ 3632.04 KDH, et des gains non-chiffrables qui facilitent et rendent les conditions de travail meilleures.

En perspective, ayant appliqué la démarche 5S, et implémenté le système KANBAN au sein de la ligne d'assemblage des panneaux de portes, il serait judicieux de les généraliser sur la zone d'assemblage des planches de bord.

# Références

## Bibliographie

[1] Pr. Abouchita, Support-cours de **la gestion de projet**, Faculté des sciences et technique de Fès, 2011.

[4] Alain Courtois, **Gestion de production**, édition d'organisation, 2004.

[5] Catalogue des machines VITEON Tétouan.

[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.

## Webographie

[2] <http://mareense.com/conseil/index.php/lean-management/outils-lss/vsm?showall=1>

[3] [http://www.ouati.com/mesure\\_temps.html](http://www.ouati.com/mesure_temps.html)

[6] <http://www.utc.fr/tsibh/public/abih/12/pi/groupe2/index.html>

[9] <http://www.ecampus.uvsq.fr/claroline/backends/download.php?url=L09HUC9DTV9PR1AucGRm&cidReset=true&cidReq=QOGPS3>



[10] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Basic](http://fr.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic)

# Annexe

# **Annexe 1**

# **Références PNO**

Tab.A.1.1 : Références PNO

Panneaux arrière gauches		Panneaux avant gauches		Panneaux arrière droits		Panneaux avant droits	
	AR sans VP+ GTC E0		AV J92/67 + GTC E0		AR sans VP+ GTC E0		AV J92/67 + GTC E0
	AR sans VP + GTC E1 LVM		AV J92/67 + GTC E1 LVM		AR sans VP + GTC E1 LVM		AV J92/67 + GTC E1 LVM
	AR X92/67 + GTC E1 LVE		AV J92/67 + GTC E1 LVE		AR X92/67 + GTC E1 LVE		AV J92/67 + GTC E1 LVE
	AR J92 E2		AV J92 E2		AR J92 E2		AV J92 E2
					J92 E1		J92 E0

## **Annexe 2**

**Annexe 2.1 : Etiquettes KANBAN**

**Annexe 2.2 : TOP à mettre en  
place au poste amont**

**Annexe 2.3 : Standard de  
fonctionnement du système Kanban**

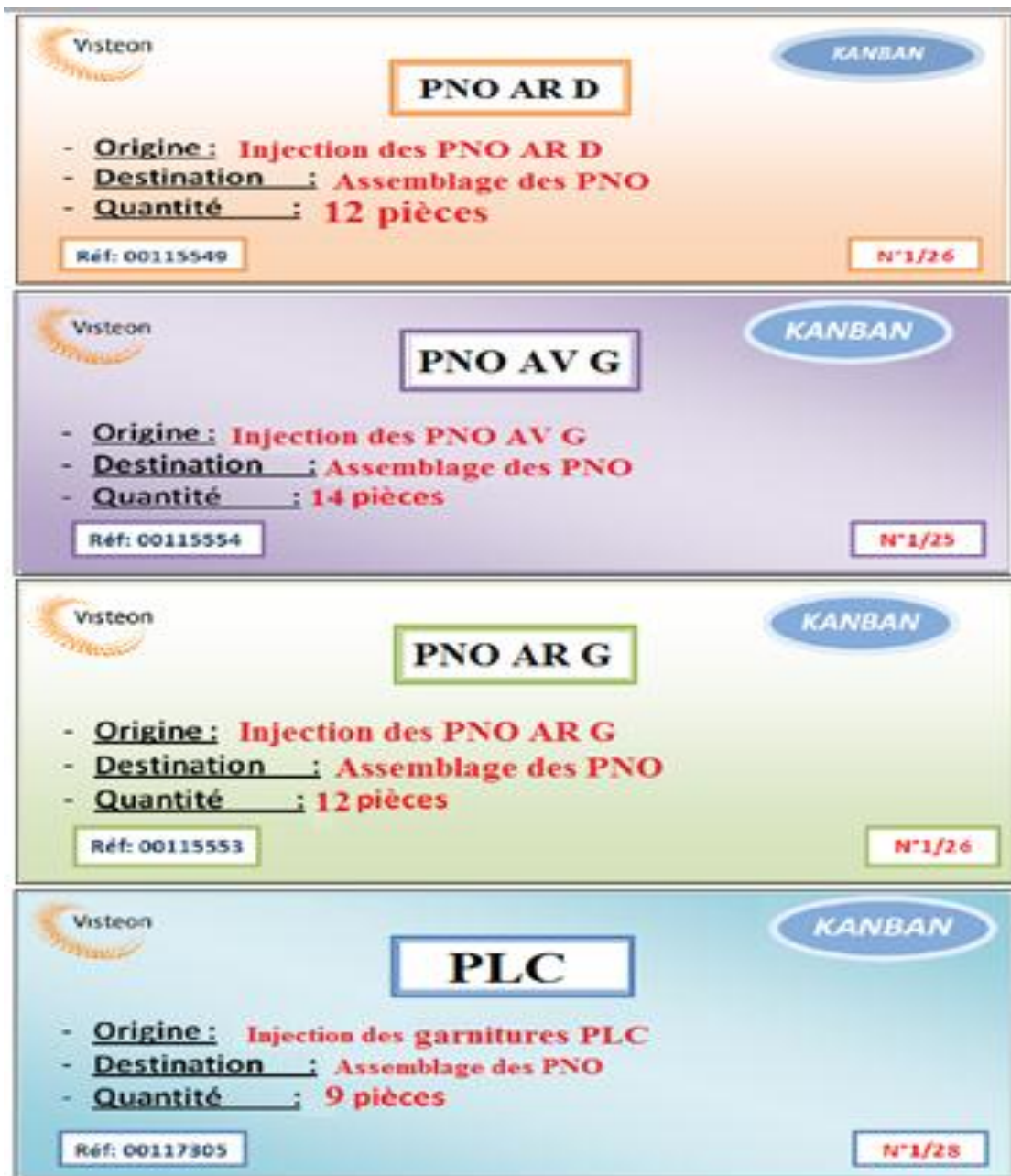


Fig.A.2.1.1 : Etiquettes KANBAN



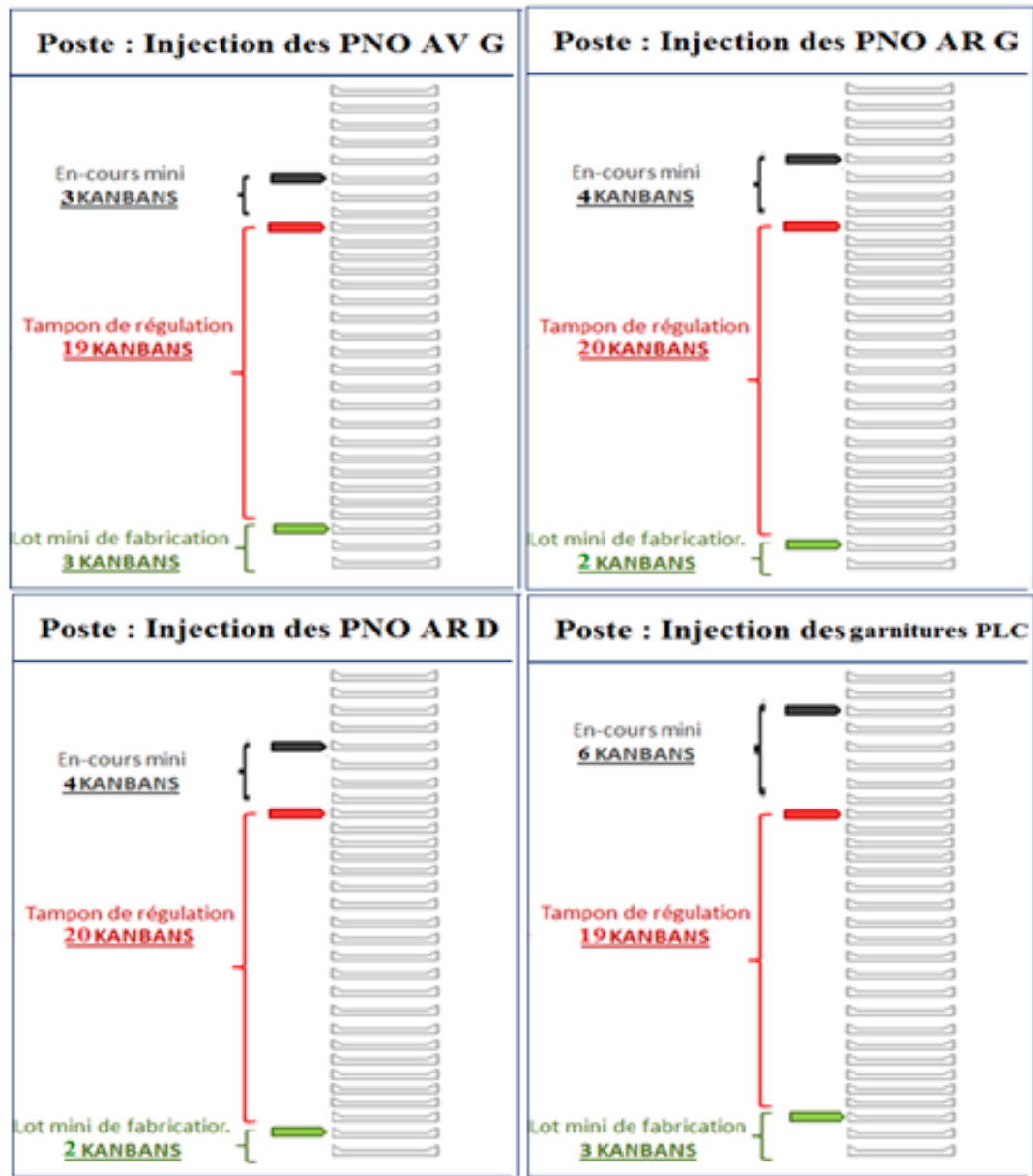


Fig. A.2.2.1 : TOP à mettre en place au poste amant

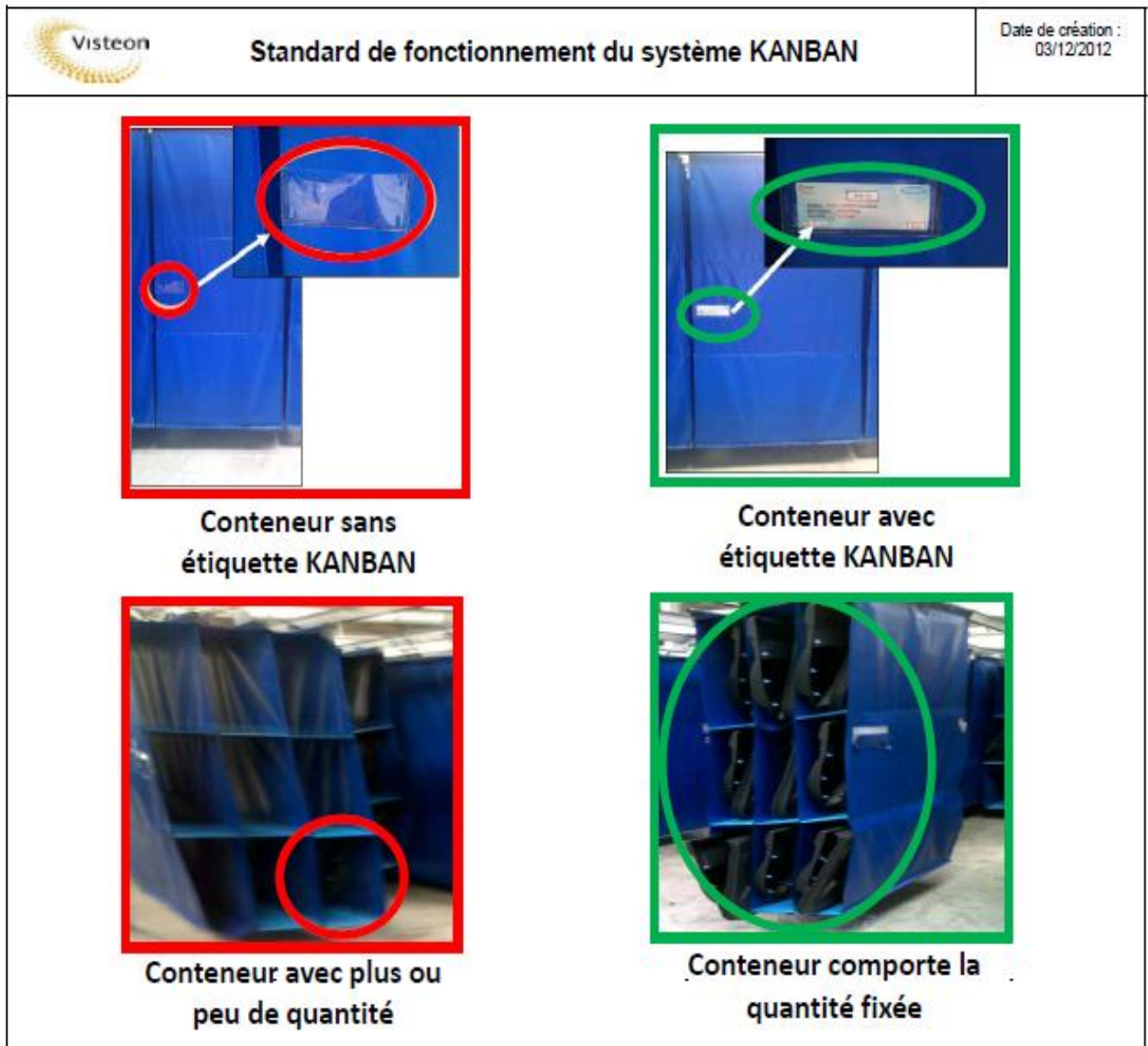


Fig.A.2.3.1 : Standard de fonctionnement du système KANBAN

## **Annexe 3**

**Résultat de la cotation 5S générale  
après le déploiement de la démarche 5S**

**Tab. A.3.1** : Résultat de cotation 5S générale du mois de Décembre

Eléments	Note	Observations
<b>Eliminer</b>		
Absence des déplacements inutiles.	<b>3</b>	
Equilibre entre les postes de travail.	<b>3</b>	
Existence des matériels utiles.	<b>4</b>	
Lignes de limite des zones bien définies.	<b>4</b>	
Documents, dossiers ordonnés.	<b>4</b>	
<b>Sous Total</b>	<b>18</b>	<b>Pourcentage : 90%</b>
<b>Ranger</b>		
Matériels sont toujours sur un emplacement bien précis.	<b>4</b>	
Identification des emplacements des pièces NON OK.	<b>4</b>	
Identification des emplacements des pièces achetées.	<b>4</b>	
Stocks bien définis et respectés.	<b>3</b>	
Emplacement des déchets bien défini.	<b>4</b>	
<b>Sous total</b>	<b>19</b>	<b>Pourcentage : 95%</b>
<b>Nettoyer</b>		
Matériel de nettoyage présent.	<b>4</b>	
Emplacement des matériels de nettoyage bien défini.	<b>4</b>	
Absence des déchets sur les postes de travail.	<b>3</b>	
<b>Sous total</b>	<b>11</b>	<b>Pourcentage : 92%</b>
<b>Standardiser</b>		
Zone d'un panneau 5S bien défini.	<b>4</b>	
Mesure de sécurité claire.	<b>3</b>	
Bon état matériel de contrôle.	<b>2</b>	
Toutes les fiches concernant la machine sont affichées.	<b>4</b>	
<b>Sous Total</b>	<b>13</b>	<b>Pourcentage : 81.2%</b>
<b>Pratiquer</b>		
Suivi de 5S respecté.	<b>3</b>	
Le personnel porte la tenue spéciale aux postes (combinaisons, gants, masques...).	<b>3</b>	
Respect des procédures de travail (nettoyage, tri de déchets, emplacement et limite de stock.....).	<b>3</b>	
<b>Sous Total</b>	<b>9</b>	<b>Pourcentage : 75%</b>
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>Pourcentage : 92.1%</b>

**Annexe 4**

**Visual basic**

Visual Basic (VB) est un langage de programmation événementielle de troisième génération ainsi qu'un environnement de développement intégré, créé par Microsoft pour son modèle de programmation COM. Visual Basic est directement dérivé du BASIC et permet le développement rapide d'applications, la création d'interfaces utilisateur graphiques, l'accès aux bases de données en utilisant les technologies DAO, ADO et RDO, ainsi que la création de contrôles ou objets ActiveX. Les langages de script tels que *Visual Basic for Applications* et VBScript sont syntaxiquement proches de Visual Basic, mais s'utilisent et se comportent de façon sensiblement différente [10].

Un programme en VB peut être développé en utilisant les composants fournis avec Visual Basic lui-même. Les programmes écrits en Visual Basic peuvent aussi utiliser l'API Windows, ceci nécessitant la déclaration dans le programme des fonctions externes.

Visual Basic est un des langages les plus utilisés pour l'écriture d'applications commerciales. Il a également été très utilisé dans le monde de l'ingénierie et de la recherche appliquée en raison de sa capacité à permettre des développements très rapides et très efficaces permettant ainsi aux scientifiques de se consacrer davantage à l'algorithmique et moins aux aspects formels du codage. Bill Gates y était particulièrement attaché, probablement parce que son premier succès avait été un programme écrit en Basic pour l'Altair, premier ordinateur grand public. Depuis les bouleversements introduits dans ce langage en 1998 par Microsoft, ce segment d'utilisateurs chevronnés mais non spécifiquement programmeur a dû se réorienter vers des plateformes tels que MatLab, sans retrouver toute l'efficacité et la souplesse de VB6. Le défaut souvent reproché à VB (peut-être de manière un peu ironique) étant justement sa facilité de mise en œuvre : un débutant VB pourra rapidement faire un programme opérationnel mais souvent tellement mal fait (sans analyse, structures ni règles, sans même la moindre expérience en programmation parfois...) qu'il sera difficilement maintenable par la suite. Beaucoup de projets VB sont à refaire entièrement car ils ont été trop mal faits par des débutants VB. A contrario, VB étant utilisable à la fois en mode interprété et en mode compilé, l'analyse du comportement des variables au sein d'un algorithme complexe est considérablement facilitée et permet des cycles de développement de quelques heures seulement, là où du code écrit (par exemple) en C++ requerrait des semaines de travail. De façon un peu abrupte, on peut dire que VB corrige le paradigme du codage informatique : coder demande tellement de compétences que l'on ne peut pas en même temps

comprendre tout ce que l'on code... et ceux qui ont un algorithme à développer n'ont généralement ni le temps ni les compétences pour développer du code.

Dans une étude conduite en 2005, 62 pour cent des développeurs déclaraient utiliser l'une ou l'autre forme de Visual Basic. Actuellement, les langages les plus utilisés dans le domaine commercial sont Visual Basic, C++, C#, Java.

La dernière mise à jour de Visual Basic est la version 6.0, sortie en 1998. Le support étendu Microsoft a pris fin en 2008. À partir de la version 7, le Visual Basic subit des changements substantiels le rapprochant de la plate-forme « dot Net », et qui amènent Microsoft à le commercialiser sous le nom de Visual Basic .NET.