

Listes des sigles et abréviations

OAC : Oxydation Anodique Chronique des alliages d'aluminium

OAS : Oxydation Anodique Sulfurique des alliages de titane

TRS : Taux de rendement synthétique

TSA : Anodisation à l'acide tartrique et sulfurique des alliages d'aluminium

ZAD : Zone d'Attente de Décision

OF : Ordres de fabrication

PRI : Primaire

FIN : Finition

Opéra : Opérateur / Opératrice

Réf : Référence

FAST : Function Analysis System Technique

SWOT : Strengths, Weaknesses, Opportunités, Threat

Liste des tableaux :

Tableau 1:Fiche signalétique de SIMRA MAROC	12
Tableau 2: Calculs des fréquences et des % du temps passé en atelier	17
Tableau 3 : Traduction des 5S	23
Tableau 4 : Les problèmes observés dans la zone peinture	29
Tableau 5 : Solutions proposées des 5S.....	30
Tableau 6 : Liste des actions d'amélioration.....	33
Tableau 7 : Liste des matériels manquants	34
Tableau 8 : Estimation du coût d'implantation des 5S.....	35
Tableau 9 : Types de traitement et les délais à ne pas dépasser	37
Tableau 10 : Clarification de la problématique	39
Tableau 11 : Comparaison du temps de cycle entre les deux scénarios	43
Tableau 12 : Le temps passé pour le masquage des pieds de cadre	46
Tableau 13 : Note de cadrage	48
Tableau 14 : La matrice SWOT	49
Tableau 15 : Liste des matériels utilisés pour le masquage.....	50
Tableau 16 : Coûts des charges fixes et variables	51
Tableau 17 : Calculs seuil de rentabilité.....	52
Tableau 18 : Comparaison du coût pour les deux méthodes	52
Tableau 19 : problèmes et solutions proposées pour la zone montage.....	63
Tableau 20 : Plan d'action d'audit AIRBUS 80 T Allemagne	64

Liste des figures

Figure 1: Organigramme de SIMRA MAROC.....	13
Figure 2: Produits SIMRA en phase finale.....	14
Figure 3: % cumulé du temps passé en atelier.....	16
Figure 4: Planning de déroulement du PFE.....	18
Figure 5 : photo descriptive de la détoureuse.....	19
Figure 6 : Plan actuel de la zone peinture.....	25
Figure 7: schéma des 5S.....	25
Figure 8 : Les 5M d'analyse de l'existant (zone peinture).....	28
Figure 9 : Zone d'attente de décision.....	31
Figure 10 : Plan proposé pour la zone peinture.....	32
Figure 11 : Poste de pontage peinture.....	36
Figure 12 : Zone d'attente peinture avant et après.....	37
Figure 13 : Description de la zone peinture.....	38
Figure 14 : Cycle de la cabine peinture pour F70.....	40
Figure 15 : Graph des cycles de peinture du 21/04/2015.....	41
Figure 16 : Graph temps de séchage.....	41
Figure 17 : Plan du système de suspension proposé.....	44
Figure 18 : Conception 3D du système de suspension.....	45
Figure 19 : Aperçu 3D de la cellule en U.....	45
Figure 20 : Les pieds de cadre.....	46
Figure 21: Diagramme d'analyse des besoins.....	47
Figure 22 : Diagramme FAST du projet de masquage.....	50
Figure 23: Rivetage des pièces dans le poste montage.....	55
Figure 24 : Diagramme causes effet (zone montage).....	56
Figure 25 : Les 6 axes du bras robotique.....	76
Figure 26: Conception 3D du robot proposé pour la peinture.....	76
Figure 27: Exemple d'un bras robotique pour peinture à l'intérieur de la cabine.....	77
Figure 28: Conception de la robotisation de la zone peinture.....	77

Table des matières :

REMERCIEMENTS	1
LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS	2
INTRODUCTION GENERALE	7
Chapitre 1:Introduction de l'organisme d'accueil.....	9
1.1 PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL :	11
1.1.1 PRESENTATION DU GROUPE SEGULA TECHNOLOGIES :	11
1.1.2 PRESENTATION DE LA SOCIETE SIMRA MAROC :	11
1.2 CONTEXTE DU PROJET :	15
1.2.1 PROBLEMATIQUE DU SUJET :	15
1.2.2 ENJEUX DU PROJET :	16
1.2.3 CAHIER DES CHARGES :	18
1.2.4 DEMARCHE DE L'ETUDE DU PROJET :	18
1.3 PROCESSUS DE PRODUCTION :	19
1.3.1 DETOURAGE :	19
1.3.2 TRAITEMENT DE SURFACE :	19
1.3.3 RESSUAGE :	19
1.3.4 TRAITEMENT THERMIQUE :	20
1.3.5 CHAUDRONNERIE :	20
1.3.6 MONTAGE :	20
1.3.7 PEINTURE :	20
1.3.8 CONTROLE :	21
1.3.9 MARQUAGE :	21
Chapitre 2: Amélioration du procédé spécial peinture.....	22
2.1 DIAGNOSTIQUE IMPLANTATION DES 5S : CONCEPTION ET ARCHITECTURE.....	23
2.1.1 CONCEPTION DU SYSTEME 5S :	23
2.1.2 DEFINITION DES 5S :	23
2.1.3 DOMAINES CONCERNES :	24
2.1.4 ARCHITECTURE DU SYSTEME 5S.....	25
2.1.5 PROBLEMATIQUE :	26
2.1.5.1 Attente peinture :	26
2.1.5.2 Stockage peinture :	26
2.1.5.3 Salle de mélange :	26
2.1.5.4 Cabine de peinture :	27
2.1.5.5 Postes de réserves :	27
2.1.6 OUTILS DE RESOLUTION DE PROBLEME : ISHIKAWA /BRAINSTORMING	27
2.1.6.1 Brainstorming :	27
2.1.6.2 Diagramme Causes effet ou d'Ishikawa :	28
2.1.7 LES SOLUTIONS PROPOSEES :	29
2.1.8 CHOIX DE SOLUTION	31
2.1.9 REUNION DE DECISION	32
2.1.9.1 Liste des actions d'amélioration :	33
2.1.9.2 Liste des matériels manquants.....	34

2.1.9.3	Estimation du coût d'implantation des 5S :.....	35
2.1.9.4	Autres solutions réalisées :	36
2.2	AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE : CONCEPTION D'UN SYSTEME DE SUSPENSION DES PIECES.....	38
2.2.1	PROBLEMATIQUE :.....	38
2.2.2	CADRAGE DU PROJET :.....	39
2.2.3	CAHIER DES CHARGES	39
2.2.4	SOLUTIONS PROPOSEES :.....	40
2.2.4.1	Etude de l'existant :.....	40
2.2.4.2	Conception et analyse du projet :.....	42
2.2.4.3	Comparaison du temps passé par cycle :	43
2.2.5	CONCEPTION DU SYSTEME : CHOIX DE SOLUTION.....	44
2.2.5.1	Conception des rails de suspension :.....	44
2.2.5.2	Le travail à l'intérieur de la cabine :.....	44
2.2.5.3	Cellule en U :.....	45
2.3	AMELIORATION DE L'ERGONOMIE ET DES METHODES DE TRAVAIL :	46
2.3.1	MASQUAGE PAR LA CIRE SH25 :	46
2.3.1.1	Problématique :.....	46
2.3.1.2	Analyse des besoins :.....	47
2.3.1.3	Cadrage du projet :.....	48
2.3.1.4	Analyse SWOT :	49
2.3.1.5	scénario proposé :	49
2.3.1.6	Description des machines et moyens :	50
2.3.1.7	Estimation de budget :	51
2.3.1.8	Comparaison entre les deux méthodes :.....	52
2.3.1.9	Conclusion :	53
1	IMPLANTATION DES 5S	55
1.1	PROBLEMATIQUES	55
1.2	SOLUTIONS PROPOSEES.....	56
1.2.1	Diagramme causes-effet :.....	56
1.2.2	La méthode des 5G :.....	56
1.2.3	Description des procédés d'assemblage :.....	57
1.2.4	Les problèmes et les solutions proposées.....	59
1.2.5	Réunion de décision :.....	63
1.3	DEPLOIEMENT D'UN PLAN D'ACTION DE L'AUDIT AIRBUS 80T ALLEMAGNE :	64
1.4	RAPPELS DES BONNES PRATIQUES : MONTAGE	65
1.4.1	Problématique :.....	65
1.4.2	Aperçu sur les procédures spécifiques du montage :	66
1.4.3	Les instructions et rappels des bonnes pratiques.....	67
1.5	CONCLUSION :	67
1	OUVERTURE VERS LA ROBOTISATION DE L'ATELIER DE PEINTURE :	73
1.1	PRESENTATION DU PROJET :.....	73
1.2	ORGANISATION DU PROJET : PLANIFICATION	74
1.3	DEFINITIONS DES BESOINS ET OBJECTIFS :	74
1.4	CARACTERISTIQUES DU ROBOT :.....	75
1.5	CONCEPTION ET CHOIX D'IMPLANTATION:.....	76
1.6	RECHERCHE DES COUTS :.....	78



1.7	CONCLUSION :	78
	CONCLUSION GENERALE.	79
	BIBLIOGRAPHIE :	80

Introduction générale

Dans un milieu fortement concurrentiel, les industriels de l'aéronautique doivent prendre en compte, outre la production, d'autres facteurs tels que l'amélioration des performances et nouvelles technologies et la simplification du travail et l'ergonomie

Devant ces diverses pressions l'entreprise doit prouver qu'elle prend les dispositions nécessaires pour que soit une priorité intégrée à sa stratégie.

Dans ce contexte, la gestion d'une entreprise ne peut se faire que par une démarche de mise en place du Lean Management qui vise à améliorer la performance globale et ensuite à répondre aux demandes des différentes parties intéressées.

C'est dans cette perspective, qu'une décision stratégique a été prise par SIMRA MAROC pour la mise en place de nouveaux systèmes dans le cadre d'amélioration des procédés spéciaux.

Pour mener à bien cette étude, on a dans un premier temps cherché à découvrir, par des visites sur le terrain, l'ensemble des activités liées à la production des pièces aéronautiques.

A travers ces visites, on a pu déterminer les problèmes rencontrés qui sont associés aux activités ainsi que leurs impacts sur la qualité et la productivité.

Par la suite, on a procédé aux classements de ces problèmes et aspects cette étape a été traitée par l'outil PARETO. En plus, on a pu cerner l'ensemble des textes de procédures et instructions pour pouvoir établir une liste des objectifs d'amélioration à atteindre. Une fois ces objectifs ont été connus, on a entamé l'établissement du programme d'amélioration de la qualification des procédés spéciaux autrement dit, l'élaboration des plans d'actions-solutions- pouvant résoudre les problèmes rencontrés.

Le contenu de ce rapport est partagé sur quatre chapitres :

- **Le premier chapitre** : Comprend une description de SIMRA MARC, son historique, son organisation et le processus de production.

- **Le Deuxième chapitre :** est une étude qui décrit les étapes réalisées pour l'amélioration du procédé peinture par l'implantation des 5S et l'analyse et l'étude de nouveaux systèmes et méthodes.
- **Le troisième chapitre :** traite une démarche réalisé pour l'amélioration du procédé montage par la mise en place de la méthode 5S et la mise en œuvre du plan d'action d'audit AIRBUS 80-T-Allemagne.
- **Le quatrième chapitre :** repose sur une ouverture de la robotisation dans laquelle on propose les solutions et les avantages que cette technologie puisse importer.

Enfin, on va terminer ce rapport par une conclusion générale après avoir mentionné les apports de notre stage et les difficultés surmontées.

Chapitre 1

INTRODUCTION DE L'ORGANISME D'ACCEUIL

Présentation de SIMRA MAROC,
contexte du projet effectué au sein de
cette dernière et son processus de
Production

1.1 Présentation de l'organisme d'accueil :

1.1.1 Présentation du groupe SEGULA technologies :



Le groupe SEGULA technologies est un groupe international d'ingénierie et de conseil en innovation de pointe. Il est composé de deux entités :

- ⊕ SIMRA, une unité de production née de l'acquisition de SEFCAM, une compagnie leader dans la production aéronautiques et le traitement de surface
- ⊕ Un bureau d'études né de l'acquisition de Matra Automobile puis Pininfarina Maroc, référence et leader dans son domaine.

L'entreprise développe son savoir-faire à la fois sur l'aide à l'industrialisation de nouveaux projets de plus en plus sophistiqués technologiquement, mais également sur l'élaboration des processus industriels, le tout dans un souci permanent de performances industrielles.

SEGULA Technologies met au point des stratégies pertinentes, adaptées à des problématiques de fond : comment passer de l'idée à la fabrication ? Quels choix technologiques opérer ? Quelles études mener ? Comment effectuer les essais ?... Le pôle production et services industriels, sous l'entité SIMRA, offre également des capacités de production et de services essentielles à ses clients.

1.1.2 Présentation de la société SIMRA Maroc :

1.1.2.1 Aperçu sur SIMRA MAROC :



SIMRA production s'appuie sur 3 sites de production : deux en France et un au Maroc pour des solutions toujours plus compétitives.

Expertise en tôlerie et chaudronnerie avec traitement de surface intégré depuis 2003 sur la zone aéroportuaire de Casablanca Nouasseur.

SIMRA Maroc a développé son offre au cours des années autour de ses métiers premiers de tôlerie aéronautique et de traitement de surface, elle propose aussi des solutions d'intégration en montage et d'extension de son offre de traitement de surface. Aux traitements historiques d'OAC, Alodine, OAS...

Certifié EN 9100 depuis plusieurs années, SIMRA Maroc a ajouté la certification NADCAP sur le ressuage à son offre en 2013.

1.1.2.2 Fiche signalétique :

Ci-dessous la fiche signalétique présentant les différentes informations sur l'organisme d'accueil.

Raison sociale	SIMRA Maroc groupe SEGULA Technologies
Statut juridique	Anonyme
Type d'activité	Production de pièces élémentaires en tôlerie aluminium / Réalisation de sous-ensemble et sous-structure à partir des pièces élémentaires / Traitement de surface.
Année de fondation	2003
Capital	10 MDH
Effectif	120
Adresse	Aéroport Mohammed V, Aéroport Nouasser, Casablanca Maroc
Tél	+212 (0)5 22 53 85 36
Site	www.simra.fr

Tableau 1:Fiche signalétique de SIMRA MAROC

1.1.2.3 Organigramme de la société :

L'organisation générale de SIMRA MAROC se constitue de cinq directions plus la direction générale. Ci-dessous l'organigramme présentant l'organisation de ces directions.

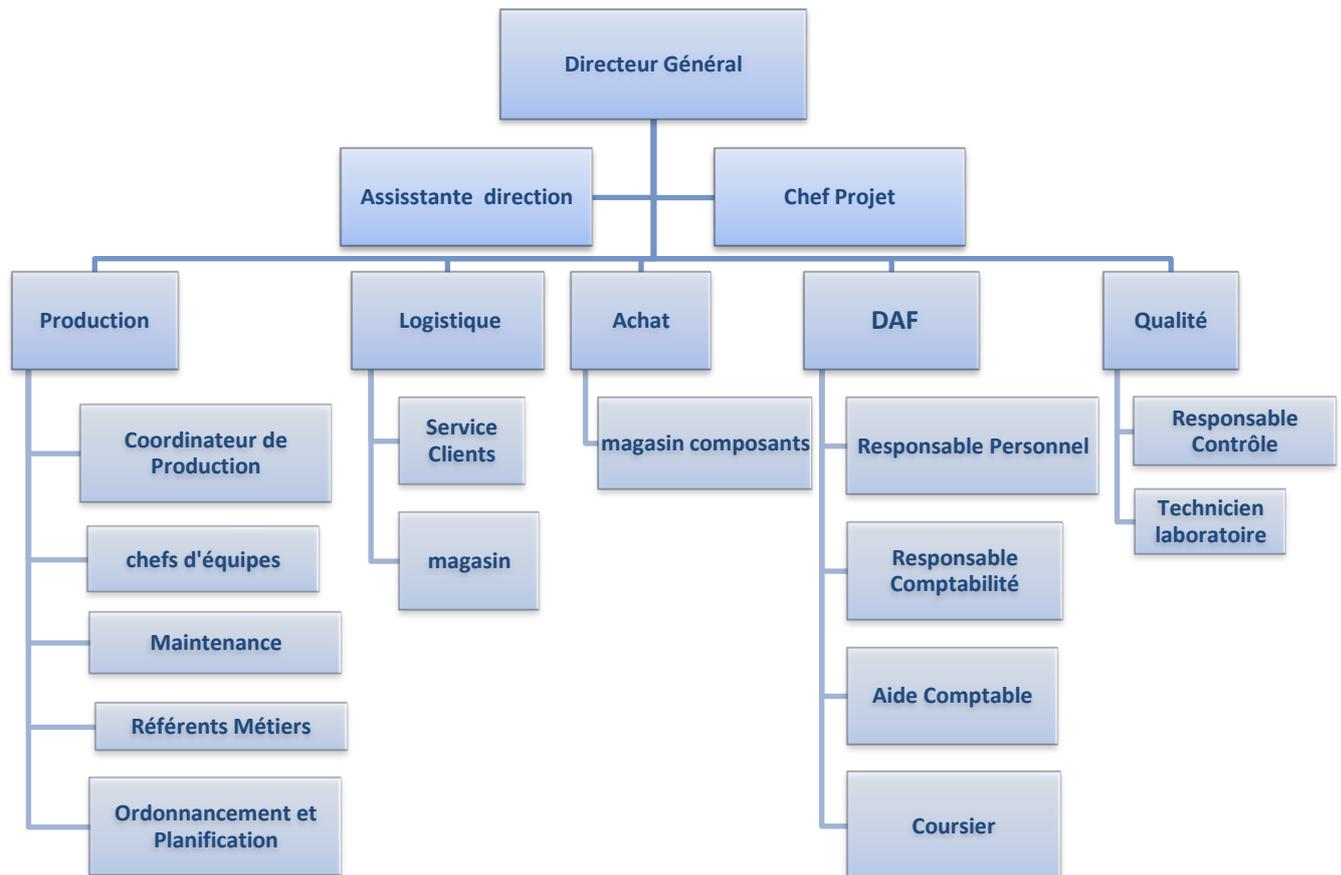


Figure 1: Organigramme de SIMRA MAROC

1.1.2.4 Présentation du lieu de stage :

Le service Production, où j'effectue mon stage est l'un des cinq services de la société SIMRA MAROC et il a pour mission :

- ▶ Assurer l'organisation et le bon fonctionnement des ordres de fabrications dans les ateliers.
- ▶ Contrôler et améliorer la productivité et la qualité.
- ▶ Veiller à respecter les cadences prévues et les priorités de fabrication.

- ▶ Encadrer et assister les opérateurs pour réaliser les différentes opérations de fabrication.
- ▶ S'assurer la disponibilité des outillages et du matériel nécessaires en fabrication
- ▶ Veiller à respecter les règles de contrôle et procédures lors de l'usinage.
- ▶ Il rend compte par les tableaux de bord hebdomadaires (chiffre affaire, taux de service, carnet commande, TRS, Qualité) à la direction générale
- ▶ Veiller à la maintenance machine et installation.

1.1.2.5 Activités et produits SIMRA MAROC :

Parmi les activités de SIMRA MAROC :

- Formage des métaux et assemblage en sous ensemble aérostructure
- Traitements de surface (protection anti corrosion - OAS, OAC, TSA, Alodine,..) et peinture (Primaire et finition) .
- Large palette de savoir-faire de formage du plus simple au plus complexe.

La société SIMRA MAROC peut avoir de sortes de production : soit une production globale ou complète c'est-à-dire la matière première passe du détourage jusqu'à la peinture puis le contrôle final , Soit une production partielle ou une sous-traitance de la part du client , le client ne demande dans ce cas que le traitement des pièces notamment (Traitement de surface, peinture , traitement thermique, ressuage..).

Quelques Produits de SIMRA MAROC :



Figure 2: Produits SIMRA en phase finale

1.2 Contexte du projet :

1.2.1 Problématique du sujet :

Comme toute entreprise de production, SIMRA MAROC doit répondre bien évidemment à plusieurs contraintes et règles exigées par les clients ou les normes de certification. Cependant, la production d'aujourd'hui et la concurrence créée par rapport aux autres entreprises exigent non seulement un bon rendement de la production et de la qualité mais aussi un positionnement de l'entreprise en termes de la satisfaction des clients en respectant les délais de livraison et en faisant appel à des méthodes de travail bien maîtrisées et organisées afin d'assurer la conformité des produits.

Il est donc indispensable de viser une démarche d'amélioration des processus et des « **procédés spéciaux** » liés au domaine d'aéronautique qui garantissent par conséquence la bonne qualité et la fiabilité des systèmes de management.

« les procédés spéciaux » est un terme utilisé principalement dans le domaine d'aéronautique.

La définition d'un procédé spécial Selon la norme EN 9100 : « tout processus de production et de préparation du service dont les éléments de sortie ne peuvent être vérifiés par une surveillance ou une mesure effectuée a posteriori et dont les déficiences n'apparaissent de ce fait, qu'une fois le produit en usage ou le service fourni ». Exemple : soudage, collage, traitement thermique des métaux, traitement de surface d'une pièce mécanique, contrôle non destructif, drapage, polymérisation, peinture..... »

De ce fait , l'amélioration des procédés spéciaux consiste à optimiser la façon dont la fabrication du produit peut être mis en œuvre, Cela revient à étudier plusieurs paramètres tels que le temps d'application et de production , analyse des postes goulots, observation et analyse des méthodes de travail...

1.2.2 Enjeux du projet :

Plusieurs zones de travail chez SIMRA ont besoin d'une démarche d'amélioration, le choix des zones de travail c'est effectué en tenant compte de l'utilisation des flux critiques et le besoin des solutions techniques.

L'étude PARETO ou la méthode ABC est basé sur le calcul de la fréquence du temps passé par les pièces lors de la production (on a pris plusieurs références).

Les calculs sont basés sur le document du suivi de l'état d'avancement journalier de la production (3 mois de Janvier /Février/ Mars 2015).

Pour identifier les postes critiques ou goulots, j'ai effectué une étude PARETO afin de cibler les postes à améliorer, j'ai trouvé les résultats présentés ci-dessous :

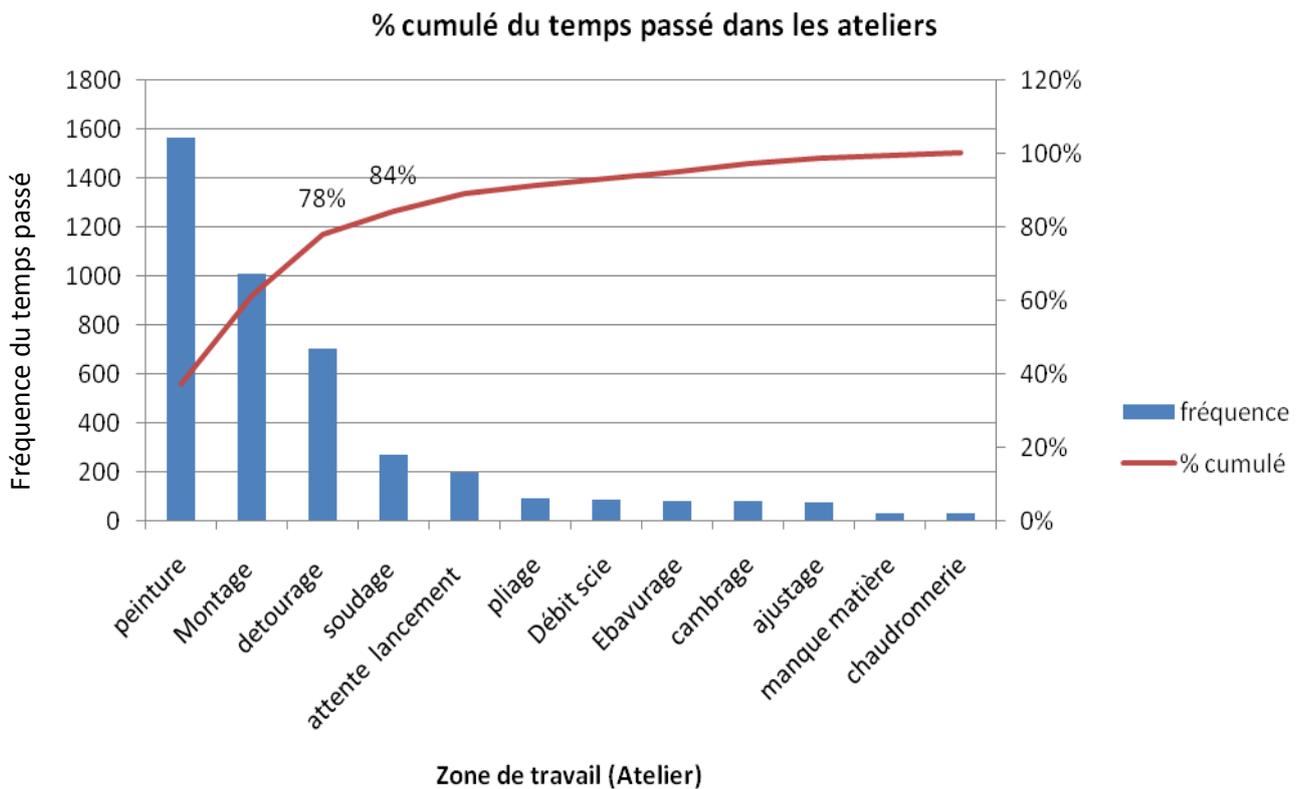


Figure 3: %cumulé du temps passé en atelier

Le tableau détaillé est présenté ci-après :

Etat d'avancement	Fréquence Absolu	Fréquence relative	Fréquence relative cumulée croissante
peinture	1559	37%	37%
Montage	1005	24%	61%
détourage	700	17%	78%
soudage	264	6%	84%
attente lancement	196	5%	89%
pliage	90	2%	91%
Débit scie	86	2%	93%
Ebavurage	79	2%	95%
cambrage	79	2%	97%
ajustage	71	2%	99%
manque matière	30	1%	99%
chaudronnerie	30	1%	100%

Tableau 2: Calculs des fréquences et des % du temps passé en atelier

A partir du tableau on a réalisé le diagramme Pareto . Les trois premiers atelier à savoir : Peinture, Montage, Détourage cumulent un pourcentage de 78 %, Donc il est évident d'établir une amélioration sur ces sous-ensembles qui peut procurer jusqu'au 78 % de gain sur les attentes .

je vais traiter par la suite que les cas de Peinture et Montage , en effet après la vérification des résultats avec le responsable production . il m' a confirmé que les zones peinture et montage sont des postes critiques ou goulots remarqués pendant les 3 mois .

La zone détourage n'est pas considérée comme poste critique , par contre les résultats trouvés montrent un problème de traçabilité au niveau de la logistique .

En effet lors du suivi de la production tous les documents qui ne sont pas trouvés ou qui sont perdus sont liés au détourage pour indiquer que les pièces ne sont pas encore détournées.

1.2.3 Cahier des charges :

Le projet d'amélioration de la qualification des procédés spéciaux permet d'adopter une démarche d'amélioration des procédés et de simplification des méthodes de travail, de plus il vise à assurer un bon positionnement au terme satisfaction de clients et un bon environnement de travail et d'ergonomie.

Dans ce but, un cahier de charges a été élaboré :

- **Etude de l'existant**
- **Proposition d'actions**
- **Estimation du budget**

1.2.4 Démarche de l'étude du projet :

Pour répondre au cahier des charges, mon étude a été principalement basée sur une démarche précise dont les étapes constituent le plan de l'étude.

Le déroulement du PFE est présenté selon le planning ci-dessous :

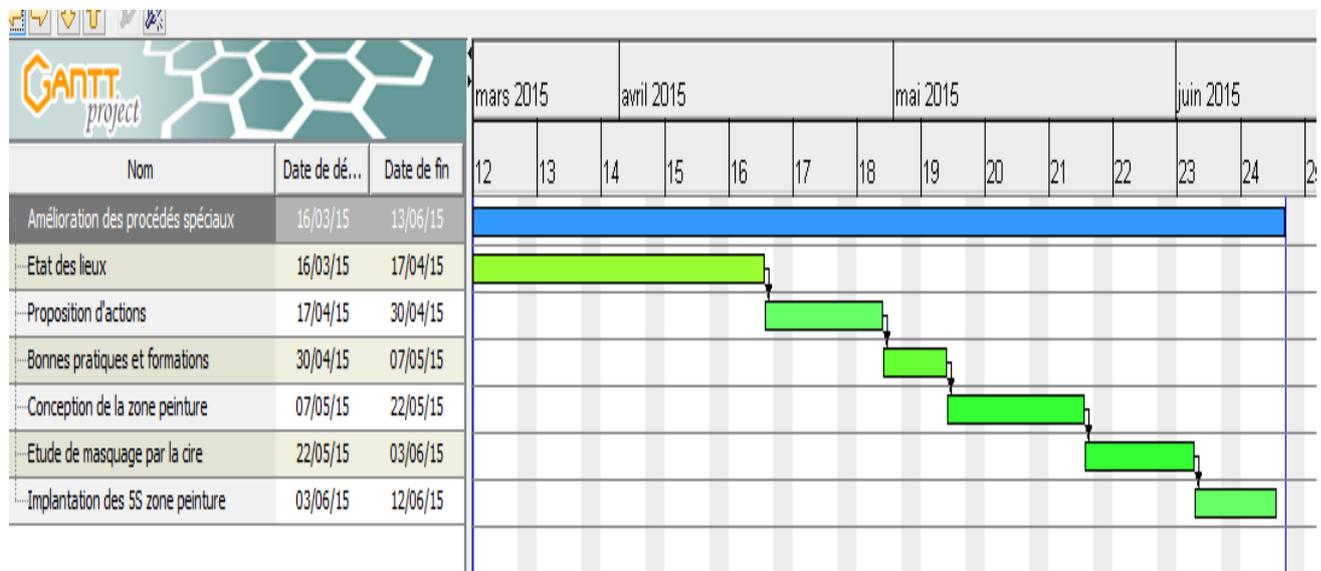


Figure 4: Planning de déroulement du PFE

1.3 Processus de Production :

1.3.1 Détourage :

Le détourage des tôles en aluminium est une technologie spécifique à l'industrie aéronautique, il s'agit de la première étape de réalisation des pièces à partir d'empilage des tôles, elle consiste généralement à découper les pièces afin d'obtenir les commandes lancée dans le programme de la machine.

La machine de détourage est équipée d'un tableau de suivi permettant d'effectuer à tout moment un changement d'outils, et de déclarer de nouvelles valeurs.



Figure 5 : photo descriptive de la détoureuse

1.3.2 Traitement de surface :

Les traitements de surface sont des procédés qui modifient les propriétés superficielles d'un matériau. Ils rendent possible l'utilisation des matériaux traditionnels dans la plupart des technologies de pointe : les alliages d'aluminium dans la construction aéronautique, par exemple. Le traitement de surface est effectué pour :

- ▶ La décoration
- ▶ Protection contre les attaques mécaniques de l'environnement

1.3.3 Ressuage :

Le ressuage est une méthode qui est utilisée pour révéler des discontinuités débouchant en surface. Cette méthode repose sur un phénomène par lequel un liquide pénétrant, contenu dans des discontinuités, suite à la surface du matériel. le pénétrant assure la visibilité de la discontinuité pour l'œil humain.

1.3.4 Traitement thermique :

Le traitement est réalisé dans un four sous air possédant une très bonne homogénéité de température. Le refroidissement doit être très rapide. L'eau est souvent utilisée comme milieu de trempe, la charge tombe par gravité dans le bac d'eau.

1.3.5 Chaudronnerie :

La chaudronnerie consiste à conceptualiser la pièce finie et à concevoir les différentes étapes et opérations de fabrication à partir d'un dossier technique ou plan pour organiser le travail. Les pièces peuvent être débitées, met en forme par pliage, cintrage, roulage. Il peut parfois aller jusqu'au soudage des pièces.

Dans cette étape on effectuent bien évidemment des opérations de redressage et réglage des différentes pièces chaudronnées afin de répondre de manière rigoureuse aux spécifications du cahier des charges.

1.3.6 Montage :

En construction aéronautique, les moyens courants d'assemblage pour la réalisation des divers ensembles sont : le rivetage, le boulonnage et le vissage, le soudage, le collage...

Chaque procédé d'assemblage a ses propres particularités mais quel qu'il soit, il faut que les pièces élémentaires destinées à être réunies soient placées en position relative correcte et invariable et généralement bridés dans cette position par un outillage approprié.

1.3.7 Peinture :

Cette phase s'effectue en trois étapes :

ETAPE DE MASQUAGE : cette opération consiste à **masquer** toutes les zones qui ne doivent être peintes notamment avec du scotch adhésif, papier abrasif ou outillages de réserve, comme indiqué sur le plan ou dans le bon de commande. Il faut S'assurer que le matériel de masquage utilisé n'endommagera pas la qualité finale de la pièce pendant le séchage de la couche de finition.

ETAPE DE PREPARATION : durant laquelle la pièce est préparée pour la peinture. Cette préparation comporte plusieurs opérations, notamment le nettoyage, le ponçage, ou la réactivation de la peinture.

ETAPE DE PEINTURE : qui s'effectue dans la cabine de peinture, pilotée par une cabine mixte qui permet de contrôler les paramètres nécessaires pour la peinture (niveau de température et d'humidité) et de lancer les programmes de peinture qui se font de deux façons différentes :

Peinture à base de solvant : les produits composants sont : une base, un durcisseur et un diluant. Elle se caractérise par un dégazage rapide en contact avec l'air.

Peinture à base d'eau : les produits composants sont : la base, le durcisseur et l'eau. Le dégazage se fait lentement en contact avec l'air.

1.3.8 Contrôle :

1.3.8.1 Contrôle dimensionnel :

Il s'agit d'un contrôle des pièces en cours de fabrication et des livraisons qui comprend l'inspection visuelle des pièces.

1.3.8.2 Contrôle final :

C'est un contrôle qui vérifie l'aspect général de la pièce en se référant à la gamme de contrôle propre à chaque pièce. Le produit final subit une série de tests et de vérifications de conformité auprès du service « contrôle qualité ». Les pièces non conformes ou représentant un risque de défaillance sont systématiquement rebutées, conformément aux exigences dictées par la norme EN 9100

1.3.9 Marquage :

Le marquage numérique est une étape importante pour l'identification et la traçabilité de la pièce tout au long du processus de fabrication. Chaque pièce est dotée d'un numéro qui permet d'engager la responsabilité de SIMRA en cas de défaillance relative à la pièce lors de son fonctionnement

Chapitre 2

AMELIORATION DE LA ZONE PEINTURE

Ce chapitre traite les actions menées et les études réalisées pour contribuer à l'amélioration de la zone peinture

1 Diagnostique Implantation des 5S : Conception et architecture

Ce chapitre met l'accent sur la méthode 5S. Sa conception et son architecture a eu lieu dans la zone de peinture. Nous montrons dans cette partie un problème rencontré au cours de production. Les 5S seraient une solution pour le résoudre.

1.1 Conception du système 5S :

Le déploiement des 5S amène le changement, propose une méthode structurée et un système de mesure et de pilotage. Le déploiement des 5S est un vecteur de changement ainsi qu'une opportunité pour le management de proximité de s'essayer à l'exercice de la délégation, de l'animation d'équipe et du pilotage de projets.

1.2 Définition des 5S :

La méthode 5 S représente la première étape avant d'entamer le JAT (juste-à-temps) ou plus généralement le Lean Management. Recommandé d'être Implanté au moins deux ans avant de commencer une approche Lean.

La méthode 5 S fait partie des pratiques fondamentales que doivent maîtriser les entreprises. Le principe des 5 S est facile à comprendre et sa mise en œuvre ne requiert ni savoir-faire particulier ni investissement financier important. Le 5S est l'abréviation de cinq mots japonais commençant par un S : Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. La définition de chacun des termes est présentée ci-après.

	Traduction littérale	Traduction « utile »
SEIRI	Ranger	Supprimer l'inutile
SEITON	Ordre, arrangement	Situer les choses
SEISO	Nettoyage	(Faire) Scintiller
SEIKETSU	Propre, net	Standardiser les règles
SHITSUKE	Education	Suivre et progresser

Tableau 3 : Traduction des 5S

- ▶ SEIRI : consiste à trier pour ne garder que le strict nécessaire sur le poste et se débarrasser du reste.

- ▶ SEITON : Le but du seiton est de déterminer une place pour ranger les choses utiles, celles indispensables au travail et qui ont passé avec succès l'épreuve du seiri.

- ▶ SEISO : Après avoir trié l'utile de l'inutile et trouvé à arranger ce que l'on garde au poste, le troisième S vise la tenue du poste en termes de propreté. Le nettoyage régulier permet le maintien en bonnes conditions opérationnelles des outils, équipements, machines, etc...

- ▶ SEIKETSU : Cette quatrième étape vise à standardiser et respecter les 3S précédents. Les trois premiers S sont des actions à mener sur le terrain, alors que ce quatrième S propose de construire un cadre formel pour les respecter et les faire respecter.

- ▶ SHITSUKE : Finalement, pour faire vivre les quatre premiers S, il faut les stabiliser et les maintenir. Il faut surveiller régulièrement l'application des règles, les remettre en mémoire, en corriger les dérives mais aussi les faire évoluer en fonction des progrès accomplis.

1.3 Domaines Concernés :

On a choisi de mettre en œuvre les 5S dans la zone peinture en se basant sur l'étude PARETO faite précédemment.

L'atelier Peinture comprend trois zones de travail différentes :

- Les cabines d'application de peinture
- Zone d'attente peinture
- Poste de masquage et retouche
- Salle de mélange peinture
- Salle stockage peinture
- Salle préparation de surface et métallisation.

Le schéma ci-dessous montre les différentes parties de l'atelier peinture :

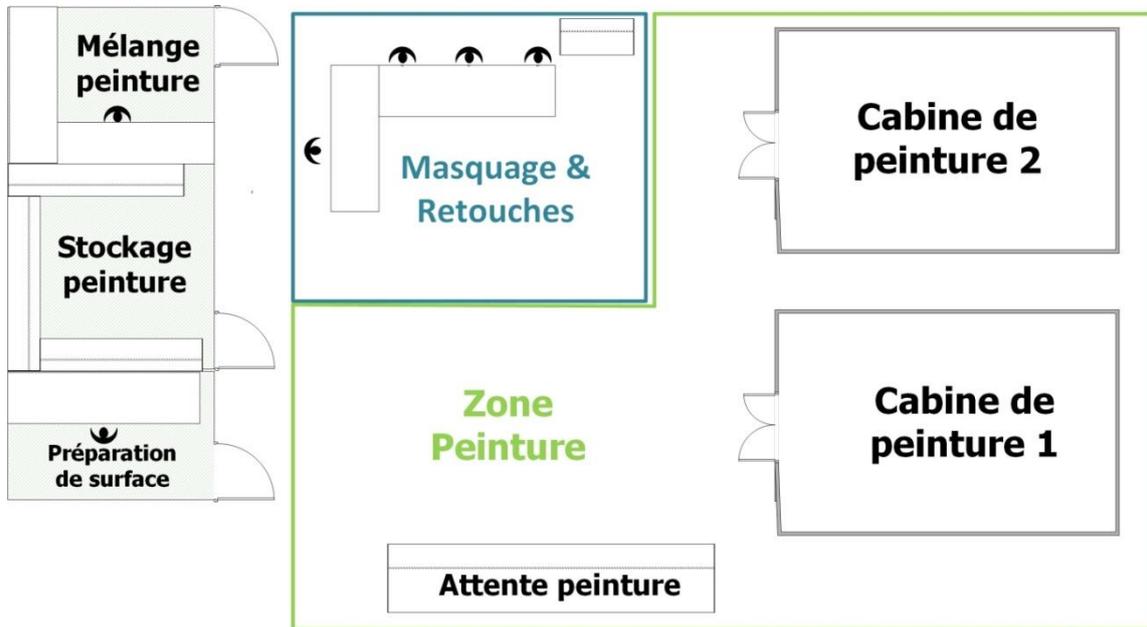


Figure 6 : Plan actuel de la zone peinture

1.4 Architecture du système 5S

Pratiquement, le déploiement des 5S sur le chantier pilote suit un schéma 3+2; les trois premiers S sont des thèmes d'action très pratiques et de terrain, suivis par les deux derniers qui font davantage appel à Le lancement de chaque phase est un bon moment pour rappeler quel S est mis en œuvre et en quoi il consiste. Ceci assure un meilleur ancrage, la mémoire cognitive étant aidée par les cinq sens et par le fait de faire, de participer activement et pas uniquement d'entendre comme dans une formation en salle.

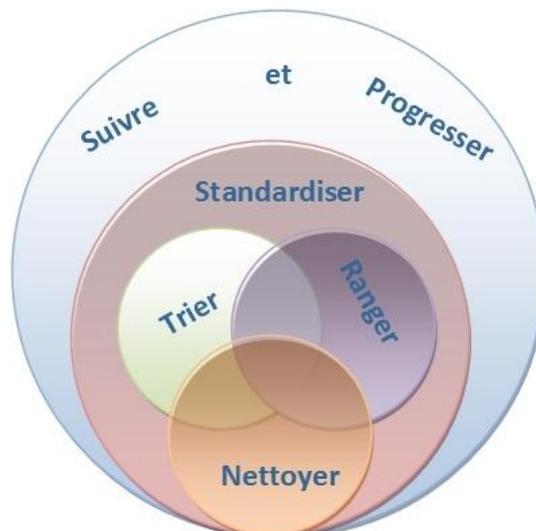


Figure 7: schéma des 5S

1.5 Problématique :

1.5.1 Attente peinture :

L'implantation des 5S dans la zone peinture a une relation directe non seulement avec le service production mais aussi avec le service qualité, car c'est la qualité qui assure bien évidemment la partie QSE (qualité, sécurité et environnement) de cette implantation, en outre dans la zone peinture on utilise des produits chimiques (peinture, durcisseurs, et diluants ...)

On a besoin que les pièces soient bien rangées et que la durée d'attente des pièces après traitement chimique et avant peinture ne soit pas dépassée. Les pièces qui se trouvent dans la zone d'attente doivent passer soit par le masquage et peinture, soit par la peinture seulement.

Après analyse de cette zone on a trouvé que le primaire et la finition de type A08 et A07 doit prendre 80 % du rayonnage. par contre l'espace réservé pour la peinture en Bleu , P20 et P99 qui sont des commandes toujours urgentes donc on peut les réserver dans 20 % d'espace des étagères avec possibilité d'ajuster l'espace en déplaçant les étiquettes de marquage.

1.5.2 Stockage peinture :

Comme son nom indique c'est une place réservée pour stocker les produits de la peinture tels que les pistolets, les matériels de mesures (tamis, récipients,...) . Donc tous objets ou matériels qui n'ont aucune relation avec la peinture, il faut les éloigner de cette zone.

Marquer les produits qu'on consomme le plus pour les identifier facilement avant besoin ou manque de produit (P60, F70A, PAC33, P466).

1.5.3 Salle de mélange :

Dans cette salle on effectue le mélange de peinture base+durcisseur ou solvant cet espace à besoin de beaucoup d'équipements et de matériels pour assurer le coté qualité, sécurité et environnement. À titre d'exemple, l'installation d'un système de nettoyage des outils utilisés pour peinture ou mélange et la mise en place d'un système d'évacuation des déchets liquides.

1.5.4 Cabine de peinture :

Une cabine de peinture est une enceinte ventilée à l'intérieur de laquelle s'effectueront des opérations de pistelage manuel ou automatique. La ventilation a pour but d'aspirer le brouillard de peinture ou de vernis en excédent et les solvants afin de les empêcher de sortir de l'enceinte de travail ou de refluer vers l'opérateur. Le brouillard de peinture ou de vernis ainsi entraîné subit un traitement en passant au travers d'un système de filtration.

Les cabines utilisées à SIMRA MAROC sont des cabines à ventilation verticale, pour ce type de ventilation l'opérateur peut ainsi tourner autour de la pièce tout en restant dans le flux d'air non pollué.

Les composants de la cabine de peinture sont :

- filtres haut et bas.
- Des fluos d'éclairage 1000/1200 lux.
- Des plateaux ou tables sur lesquelles les pièces sont posées.
- Mano tendeur et tuyaux d'air.

1.5.5 Postes de réserves :

Le poste du masquage ou retouche est proche de la cabine d'application de la peinture ce qui rend le travail un peu pénible pour les opérateurs et les opératrices à cause des odeurs de la peinture, le vent et la poussière ...

1.6 Outils de résolution de problème : Ishikawa /brainstorming

1.6.1 Brainstorming :

Nous avons dans un premier temps défini clairement l'effet sur lequel on souhaite directement agir.

Pour cela nous avons listé à l'aide de la méthode de « **brainstorming** » avec une équipe pluridisciplinaire, toutes les causes susceptibles de concerner pour l'implantation des 5S.

1.6.2 Diagramme Causes effet ou d'Ishikawa :

Le diagramme d'Ishikawa permet d'expliquer un phénomène, un processus de fabrication et de rechercher rapidement l'ensemble des causes, en ordonnant les idées émises lors d'un brainstorming et en choisissant celles qui sont les plus importantes et mener rapidement les actions correctives correspondantes, la construction de ce diagramme passe par plusieurs phases :

1. Identification de l'effet considéré (défaut, non qualité).
2. Recensement de toutes les causes possibles.
3. Regroupement par famille des causes.

Dans l'analyse d'un procédé, les causes fondamentales sont regroupées sous le vocable « 5M » :

- **Machine** : c'est tout investissement sujet à amortissement (machine, locaux...)
- **Main d'œuvre** : c'est le personnel.
- **Matière** : c'est tout ce qui est consommable
- **Méthode** : c'est tout ce qui est lié à la définition du processus de production.
- **Milieu** : c'est l'environnement (conditions de travail, ergonomie, sécurité, ...).

4. Hiérarchisation des causes
5. Dessin du diagramme.

Dans notre travail, nous avons regroupé les causes de désorganisation de travail de la zone peinture dans le diagramme d'Ishikawa suivant :

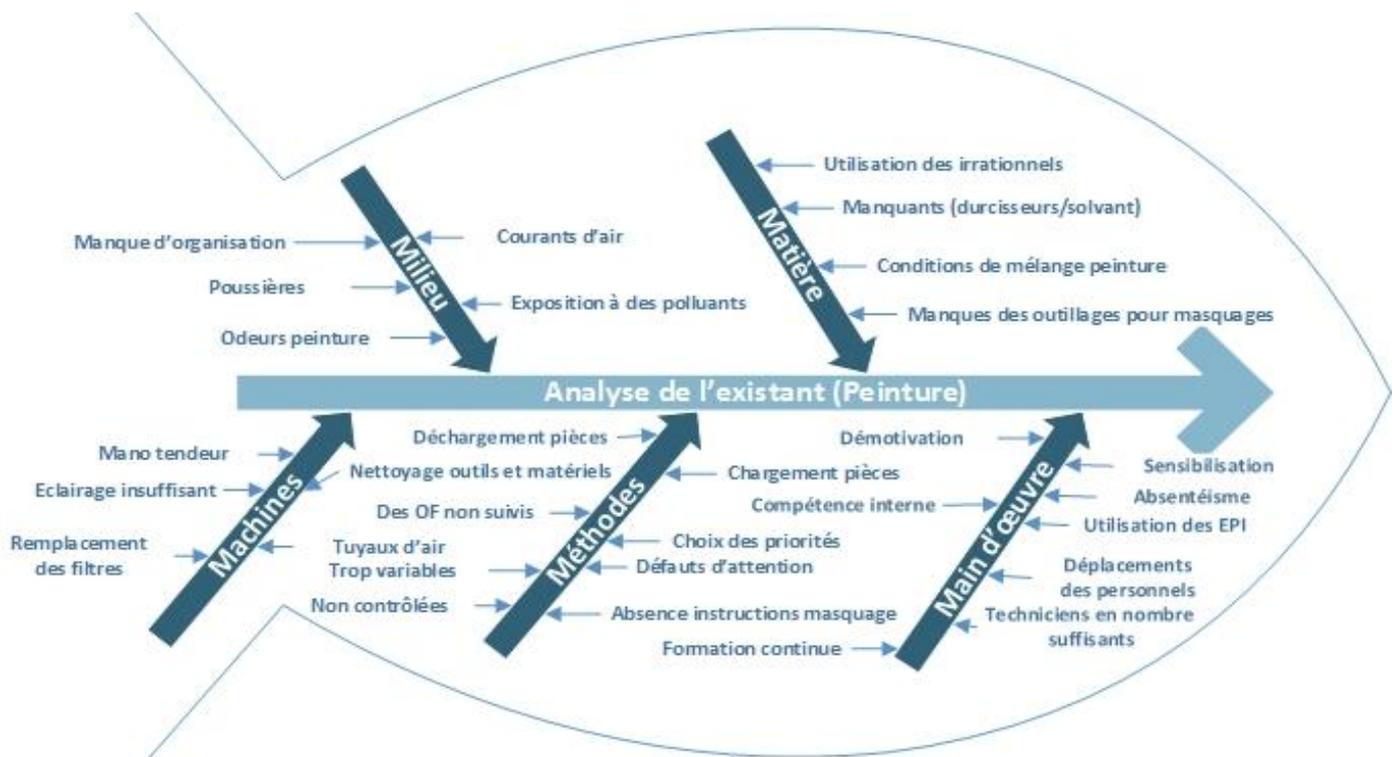


Figure 8 : Les 5M d'analyse de l'existant (zone peinture)

1.7 Les solutions proposées :

Suite à l'utilisation de différentes méthodes pour la résolution des problèmes d'anomalies et des gaspillages lors du travail nous avons proposé quelques solutions pour la réorganisation de la zone peinture, et l'implantation des 5S.

Pour atteindre ces objectifs, un programme regroupant des plans d'actions, a été élaboré et le budget de sa mise en place a été estimé.

Les tableaux ci-après représentent les différents problèmes rencontrés lors de la production dans la zone peinture et les solutions proposées pour y remédier.

Problèmes remarqués :

Les problèmes remarqués sont présentés dans le tableau suivant :

	Problème remarqué	Commentaire ou illustration
Labo de mélange	<ul style="list-style-type: none"> • Dans le laboratoire de mélange on remarque la désorganisation des pots de peinture (bases, durcisseurs, diluants...). • Le peintre perd beaucoup de temps en cherchant la bonne référence. • Risque d'oublier de bien fermer les pots après utilisation. 	
Attente masquage/Retouche/Peinture	<ul style="list-style-type: none"> • Outillages non utilisés • Manque de marquage du sol de la zone d'attente peinture et la zone d'attente masquage. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Marquage de la position tire palettes et chariots 	

Tableau 4 : Les problèmes observés dans la zone peinture

Solutions proposées :

Les solutions proposées sont basées sur une étude des différentes procédures de peintures et masquage ainsi qu'une maîtrise des éléments et des produits et leurs conditions d'utilisation .

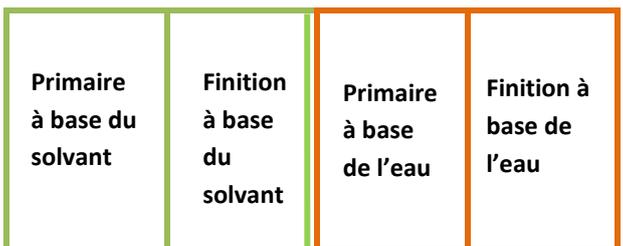
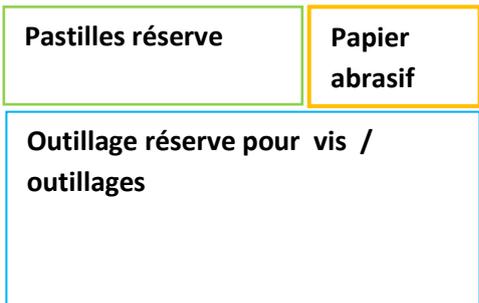
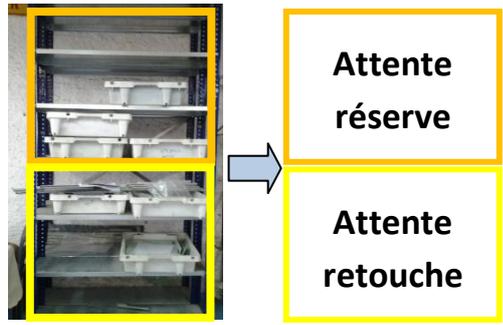
	Solutions proposées	Commentaire ou illustration
Labo de mélange	<ul style="list-style-type: none"> • Pour résoudre le problème nous avons pensé à répartir l'étagère en 4 catégories principales, qui sont les plus utilisées. • Cette répartition permet d'éviter le gaspillage de temps lors de la recherche du type de peinture demandé 	
Attente masquage/Retouche/Peinture	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les étagères contenant les outils et les matériels pour masquage : • On a proposé de trier les étagères et de les nettoyer pour laisser que les matériels et les consommables utilisés , et de les ranger pour éviter le gaspillage de temps lors de la recherche. 	
Attente masquage/Retouche/Peinture	<ul style="list-style-type: none"> • De même pour les rayonnages pour attente retouche et réserve. On a proposé d'identifier l'espace consacré pour l'attente réserve et celui d'attente retouche. • Pour éviter le risque d'oublier les pièces et pour faciliter la recherche sans gaspillage de temps et de main d'œuvre. 	
Attente masquage/Retouche/Peinture	<ul style="list-style-type: none"> • on va créer un espace entre les deux cabines et qui est réservé pour les outillages de masquage. Ces outillages sont utilisés par le peintre. • Cet espace permet de faciliter le travail du peintre lors de son recherche, qui est considéré comme perte de temps de la main d'œuvre et enfin pour réduire le temps du déplacement . 	

Tableau 5 : Solutions proposées des 5S

1.8 Choix de solution

Avant le début d'implantation des 5S, on a commencé par réaliser un reportage photo de l'état initial.

Puis on a délimité clairement l'espace 5S, ici on parle de la zone peinture.

On a implanté une zone d'attente de décision ZAD en ordre et visible par tous.

Toutes ces actions sont faites pour débiter la première phase d'implantation des 5S : le Trie « Rien que le nécessaire, le reste à éliminer ».



Figure 9 : Zone d'attente de décision

La zone d'attente de décision ou ZAD est une zone qui servira à stocker temporairement tout ce qui aura été débarrassé du chantier pilote, mais n'aura pas été traité. La ZAD doit être visible et le projet ne sera pas totalement terminé tant que cette zone n'aura pas été supprimée.

On a déplacé ainsi tous les objets qu'ils sont inventoriés dans les listes , on a inspecté après tous les endroits isolés, recoins, dessus des étagères ...

1.9 Réunion de décision

Pour que les solutions soient efficaces on a proposé une nouvelle architecture de la zone peinture, afin de diminuer le temps de déplacement et le taux d'accidents et aussi pour le gain de place .

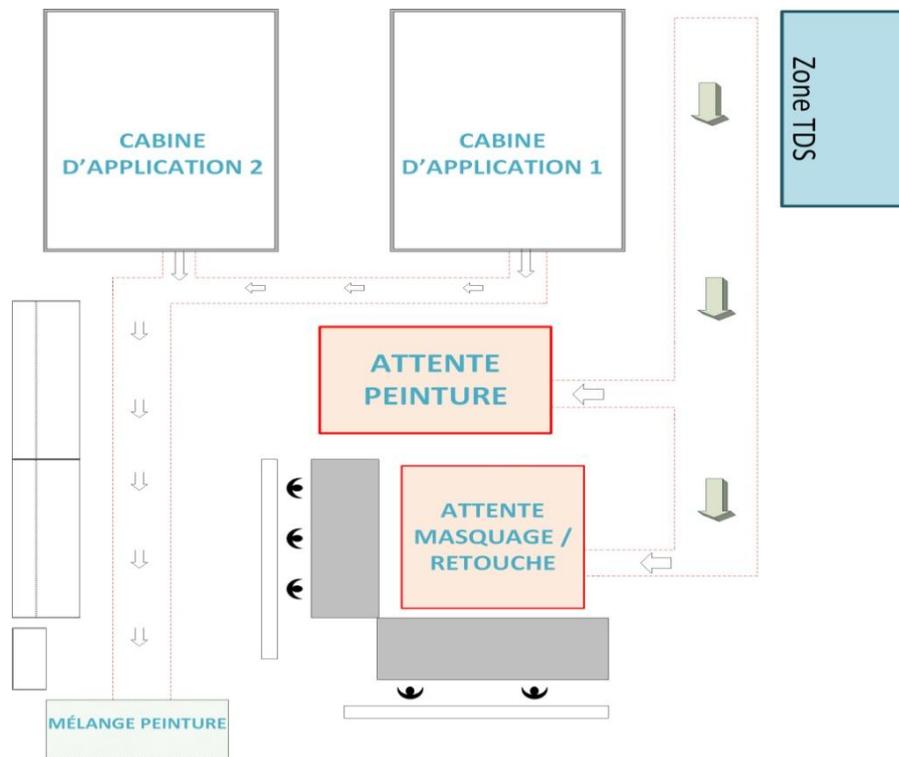


Figure 10 : Plan proposé pour la zone peinture

On a proposé dans ce nouveau plan de déplacer les rayonnages d'attente peinture pour faciliter le déplacement des opérateurs et les pièces qui viennent de la zone de traitement de surface.

Ainsi on a proposé aussi de changer l'emplacement du poste de masquage pour qu'il soit proche de la sortie de la zone traitement et pour éviter les accidents.

Les nouvelles positions proposées vont faciliter le déplacement du peintre et éviter par conséquence le gaspillage de temps et de la main d'œuvre.

A la fin du Tri on a assuré que chaque objet sur l'espace est justifié, et on a créé une liste des matériels manquants et une liste des actions de réparation avec le temps et le coût estimés de chaque action :

1.9.1 Liste des actions d'amélioration :

Les actions d'amélioration sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

N°	Description d'amélioration	Raison	Matériel utilisé	Temps	Décision
1	Marquage armoire moyens de réserve /retouche	Ranger rayonnage Réduire le temps de recherche	Peinture ou scotch en couleurs	15 min	Oui
2	Marquage Rayonnage Réserve/Retouche	Organiser les pièces /Diminuer le temps de recherche	Scotch	10 min	Oui
3	Retouche étagère mélange	Manque peinture	Recyclage peinture Périmée (s'il existe)	20 min	Oui
4	Retouche sous table réserve	Manque peinture	Recyclage peinture périmée	15 min	Oui
5	Marquage zone attente peinture	Assurer un autre emplacement pour attente peinture / Réduire le temps de recherche	Peinture / scotch épais coloré	20 min	Oui
6	Marquage zone attente réserve /retouche	Assurer un autre emplacement pour attente réserve /retouche Diminuer le temps de recherche	Peinture / scotch épais coloré	20min	Oui
7	Création zone des outillages réserve	Créer un espace réservé pour les outillages Réduire le temps de recherche	Tôles inutile (si disponible) Temps pliage + Temps fixation	1h	Oui
8	Marquage emplacement tire palettes	Créer un espace réservé pour la tire palettes Réduire le temps de recherche Bien organiser la zone peinture	Peinture /scotch épais en couleur	15 min	Oui
9	Marquage Emplacement de l'extincteur	Appliquer les règles de sécurité	Peinture Temps peinture + Temps fixation	30 min	Oui
10	Marquage passage allées piétons	Réduire le temps du déplacement des peintres	Peinture	60min	Oui
11	Cloison mobile pour le poste masquage		Recyclage tôle inutile Peinture Temps peinture + Temps de fixation	90 min	Oui
12	Fixation d'un séparateur coulissant pour le rayonnage d'attente peinture	Ajuster l'espace convenable pour chaque type de peinture (rayonnage insuffisant)	Tôle /peinture Temps montage + Temps peinture	90 min	Oui
13	Fixation des poubelles dans le poste masquage	Assurer un bon nettoyage de l'espace de travail Eviter de jeter les déchets par terre	Temps de fixation	30 min	Oui
14	Elaboration d'un tableau de communication	Auto évaluation et audit 5S	-	20 min	oui

Tableau 6 : Liste des actions d'amélioration

1.9.2 Liste des matériels manquants

Ci-dessous la liste détaillée des matériels manquants :

Désignation	Quantité	Raison	Avantage	Temps estimé	Décision oui/non
Système de nettoyage	1	Nettoyage des matériels après peinture	Faciliter la tâche de nettoyage des matériels après peinture Respecter les instructions de la procédure peinture.	30 min	Oui
Etagère	1	placer les matériels de mesure	Organiser le poste de mélange	15 min	Oui
Tasses de mélange	-	Pour le test de Viscosité	Eviter de perdre le temps à chercher des bouteilles	-	Oui
Séparateur coulissant	2	L'espace du rayonnage est insuffisant pour les pièces	Pour organiser le rayonnage	15 min	Oui
Couvertures en plastique des bacs	-	Protéger les pièces	Eviter le nettoyage des pièces. Respecter les instructions de la procédure.	-	Oui
Table basse roulante (zone attente peinture)	-	Eviter de poser les pièces par terre	Faciliter le déplacement des bacs plastifiés	-	Oui
Système d'évacuation des déchets liquides (barils)	1	Eviter de jeter les déchets par terre	Risque de glissade ou d'accident Avoir une place agréable à travailler	-	Oui
Nouveaux Plateaux d'une forme différente (grilles non croisés)	6	Pour que les plateaux ne se chargent pas en peinture rapidement	Augmenter le temps du changement des plateaux	-	Oui
Poubelles pour déchets réserve	2	Faciliter le nettoyage			Oui
Cloison mobile pour séparation	2	Marquer et déterminer		30 min /1h	Oui

Tableau 7 : Liste des matériels manquants

1.9.3 Estimation du coût d'implantation des 5S :

Après qu'on a eu l'accord de la direction pour réaliser les actions d'amélioration on a établi un tableau contenant les quantités et les coûts estimés.

Matériel utilisé	Quantité estimée	Coût estimé
Peinture pour marquage	12 m ²	2000 DH
Scotch épais pour marquage sol	25 m	200 DH
Cloison mobile (cadre de tube avec roues)	2	1700 (interne)
Poubelles pour poste de masquage (petites)	2	150 DH
Table basse roulante (1m /1,50 m)	1	*
Récipients pour le test de viscosité	100	1500 DH
Séparateur coulissant (interne)	2	*
Plateaux grilles non croisées	6	*
Etagère (0.50m/0.25m) (interne)	1	250 DH
Tableau de communication	1	*
Système de nettoyage des matériels	1	1700 DH
Couvertures en plastique des bacs	50	250 DH
Main d'œuvre	---	1500 DH
	Total	9250 DH

Tableau 8 : Estimation du coût d'implantation des 5S

1.9.4 Autres solutions réalisées :

1.9.4.1 Ordonnancement et pointage de la zone peinture :

Pointage sur ordinateur des OFs (les ordres de fabrication) qui ont passé par la dernière étape de fabrication dans la zone peinture (finition, primaire...).

La gestion des OFs donne une vision complète de toutes les données demain d'œuvre de fabrication, ce qui permet de faire en temps réel les réglages nécessaires pour respecter sans défaillance les programmes de production.

Le pointage en poste de travail peinture permet de construire un programme de fabrication rigoureux.

Ces données peuvent être comparées aux temps de main d'œuvre et aux coûts des produits, ces données seront un outil efficace pour satisfaire de nouvelles commandes.

La réalisation de pointage permet de suivre les temps de production via Intranet ou Extranet et qui donne une idée précise sur les temps de production.

On a installé un ordinateur dans la zone peinture, et on a assuré une formation pour les chefs d'équipe.

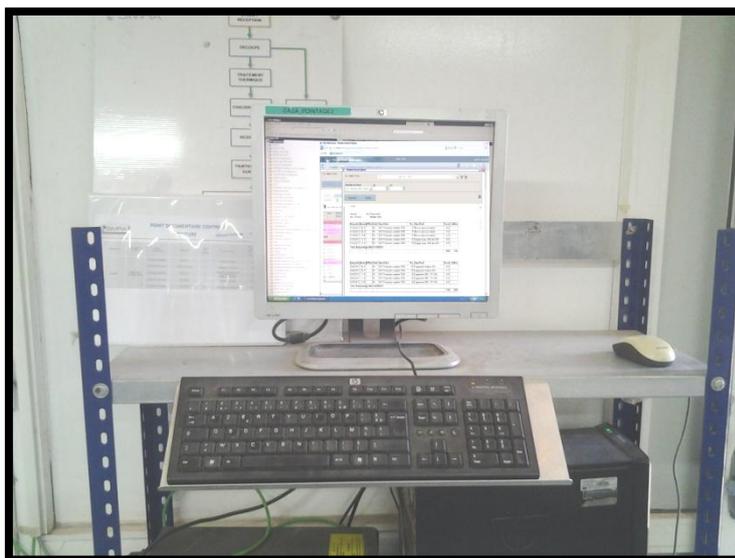


Figure 11 : Poste de pontage peinture

1.9.4.2 Réalisation des étiquettes d'ordonnancement :

Cette méthode d'ordonnancement consiste à éviter le problème de dépassement du temps alloué avant peinture et après l'application d'un traitement de surface .

Cet ordonnancement permet d'organiser le travail des peintres qui vont savoir déjà les pièces prioritaires, et aussi pour respecter les instructions qualité pour chaque type de traitement.

On a réalisé des étiquettes ou des plaquettes liées au poignée des bacs, alors dès que les pièces arrivent de la zone traitement de surface au peinture , le chef d'équipe s'occupe de mettre les étiquettes sur les bacs en prenant en considération le type et la date du traitement réalisé sur les pièces .



Figure 12 : Zone d'attente peinture avant et après

Après l'application de la peinture les étiquettes doivent être enlevées.

Les chefs d'équipes suivent les instructions suivantes pour marquage des étiquettes :

Type de traitement	Le temps à ne pas dépasser
TSA ou OAC	7jours
Alodine	24 h

Tableau 9 : Types de traitement et les délais à ne pas dépasser

2 Amélioration de la productivité : conception d'un système de suspension des pièces

2.1 Problématique :

Cette conception s'intègre dans le cadre de l'amélioration continue Kaizen ou plus précisément le Lean Management considéré comme un système d'organisation du travail qui cherche à mettre à contribution les ensembles des acteurs afin d'éliminer les gaspillages qui réduisent l'efficacité et la performance d'une unité de production.

Le temps d'application actuel de peinture dans les cabines est considéré comme une source de perturbation au niveau de la production

En effet la variabilité et l'irrégularité du travail pose un grand défi pour la gestion et l'organisation de la production. Vu que les opérateurs ne font pas toujours le même travail lorsqu'ils sont affectés à un même poste, aussi les clients ne donnent pas toujours les mêmes quantités de produits c'est ce qu'on appelle « Mura ».

En outre il y a une surcharge de travail engendrée par des processus non adaptés. Le poste peinture est un poste goulot ou critique donc on a le problème des stocks, lorsque des pièces ne « tournent pas » ce qui est appelé « Muri ».

En fin, les gaspillages, tels que les pannes, les déplacements inutiles, les pertes de temps, ou ce qu'on appelle « Muda ».

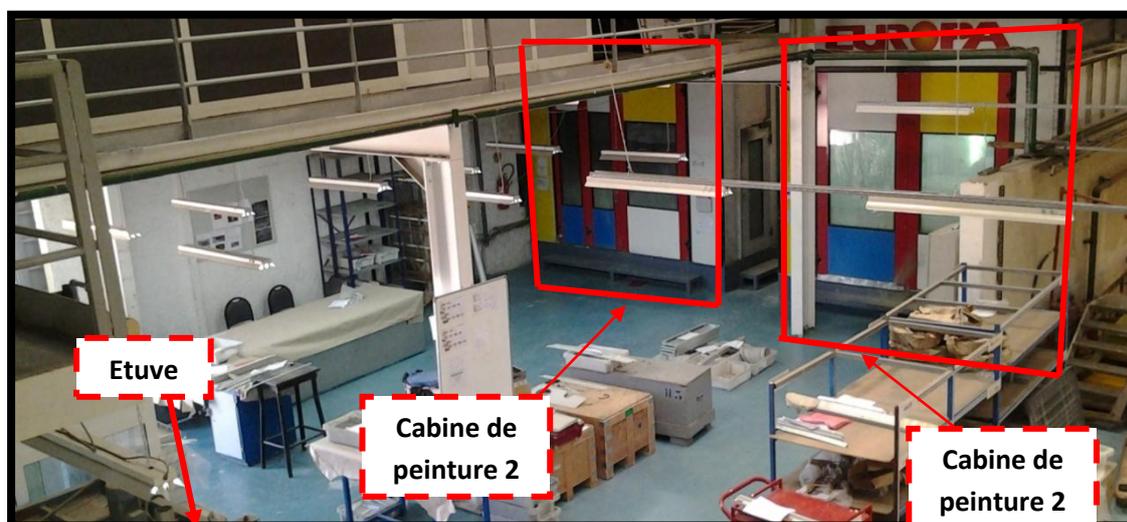


Figure 13 : Description de la zone peinture

2.2 Cadrage du projet :

Face à ce projet ambitieux, la clarification de la problématique à travers la réalisation d'un QQQQCP (Qui, Quoi, Où, Quand, Comment et Pourquoi) s'avère un point de départ important pour mieux cerner le sujet de notre étude et les attentes du projet. (tableau ci-après)

Qui ? Qui est concerné par le problème ?	Qui est concerné directement ?	Qui est concerné indirectement ?
	Le personnel du groupe	Les clients du groupe, Les fournisseurs ...
Quoi ? C'est quoi le problème ?	Améliorer les méthodes de travail , et la productivité de la zone peinture .	
Où ? Où apparaît le problème ?	Dans l'atelier peinture	
Quand ? Quand apparaît le problème ?	Lors de la définition des engagements de la production et de la qualité de SIMRA MAROC	
Comment ? Comment résoudre le problème ? Comment mesurer ses solutions ?	Mise en place d'un système de suspension Réaliser des interviews avec les responsables des principales activités du site Identifier les principaux sources et générateurs d'impacts Définir des objectifs et des cibles du service qualité et de la production ainsi que des indicateurs de performances pour mesurer la réalisation.	
Pourquoi ? Pourquoi résoudre ce problème ? Quels enjeux quantifiés ?	Pour faciliter le déplacement des pièces , et le temps d'attente d'étuvage à l'intérieur de la cabine	
Donnée de sortie :	Quelle est la conception adéquate pour ce système, et quels sont les moyens et les actions pour mettre en place les convoyeurs aériens ?	

Tableau 10 : Clarification de la problématique

2.3 Cahier des charges

L'étude qui m'a été confié à SIMRA MAROC est : Etude et Conception d'un système de suspension des pièces, plus précisément l'implantation d'un convoyeur aérien dans la zone peinture.

Ce projet permettra non seulement de faciliter le travail lors de la peinture et le déplacement des pièces mais aussi d'apporter une contribution à l'amélioration de la productivité et la capacité des cabines d'application et à la diminution des stocks et des encours dans cette zone .

On a établi alors le cahier des charges suivant :

- ▶ **Etude de l'existant**
- ▶ **Conception et analyse du projet**
- ▶ **Proposition d'actions**
- ▶ **Estimation du budget**

2.4 Solutions proposées :

2.4.1 Etude de l'existant :

L'application de peinture se fait à l'intérieur des cabines spécialisées, Avant de faire la première couche de peinture (Primaire), le peintre se trouve obligé de déplacer les pièces manuellement à l'intérieur des cabines puis les poser sur les plateaux ou tables d'application c'est la phase de préparation des pièces .

Une phase d'étuvage s'avère nécessaire pour la polymérisation de la couche peinture, à la fin de l'étuvage, le peintre change les faces de toutes les pièces afin de peindre les faces qui restent.

Le cycle de la cabine de peinture est présenté dans le schéma ci-dessous : Pour finition

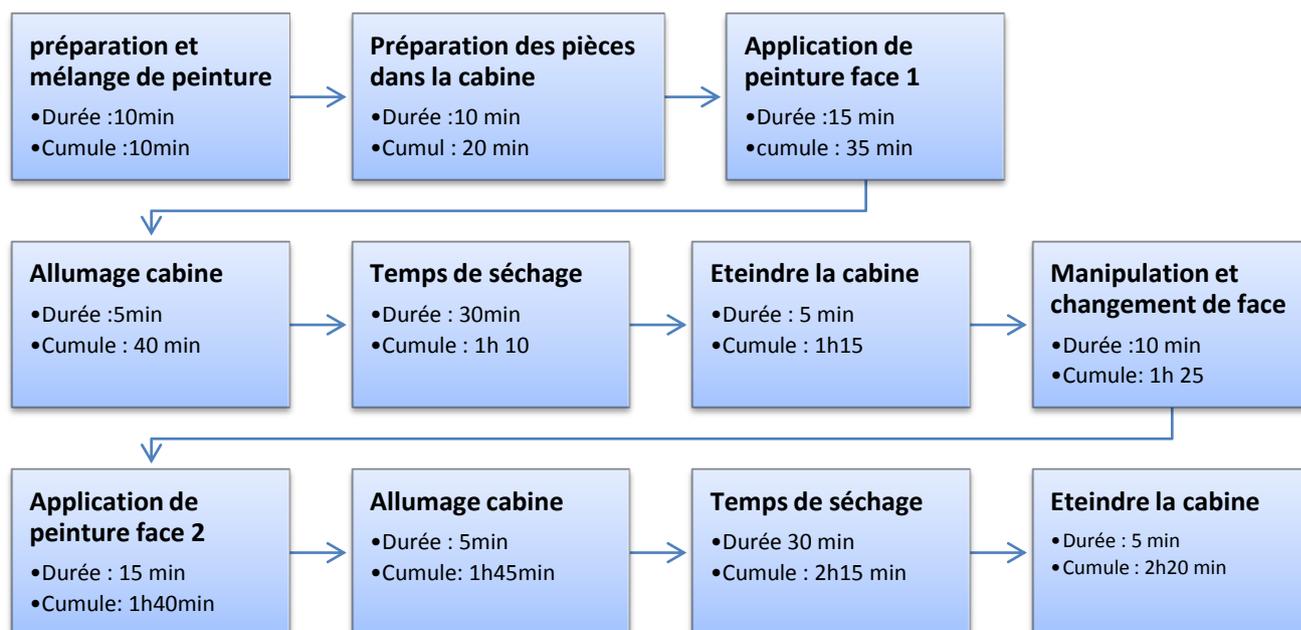
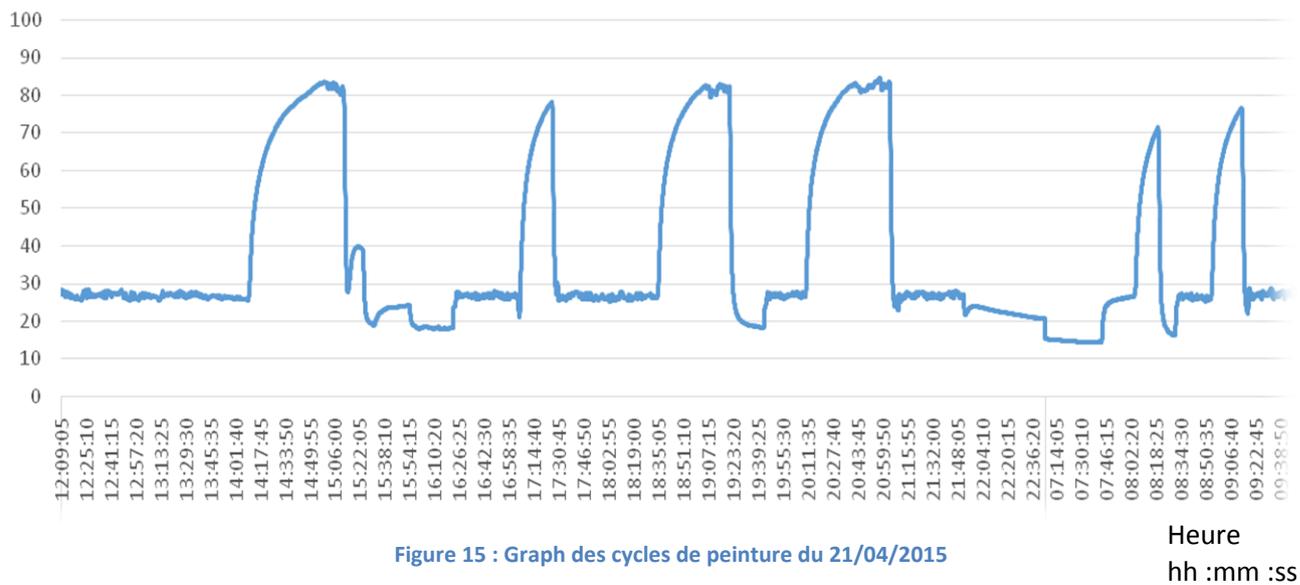


Figure 14 : Cycle de la cabine peinture pour F70

Dans le but de simplifier le suivi du cycle de peinture et de l'entretien, la cabine d'application est équipée d'un ordinateur avec carte unité central à microprocesseur. On a récupéré ces données pour savoir exactement le temps de séchage journalier.

La lecture des données se fait via un logiciel dédié spécialement pour la réalisation de ce travail.

Température °C



- Pour une température qui varie entre 20°C et 30°C c'est la phase de pistilage.
- Pour une température qui varie entre 30°C et 80°C c'est la phase d'étuvage.
- Pour une température inférieure à 20°C la cabine est éteinte.

j'ai calculé ainsi la durée cumulée de séchage pendant une semaine on a trouvé les résultats suivantes.

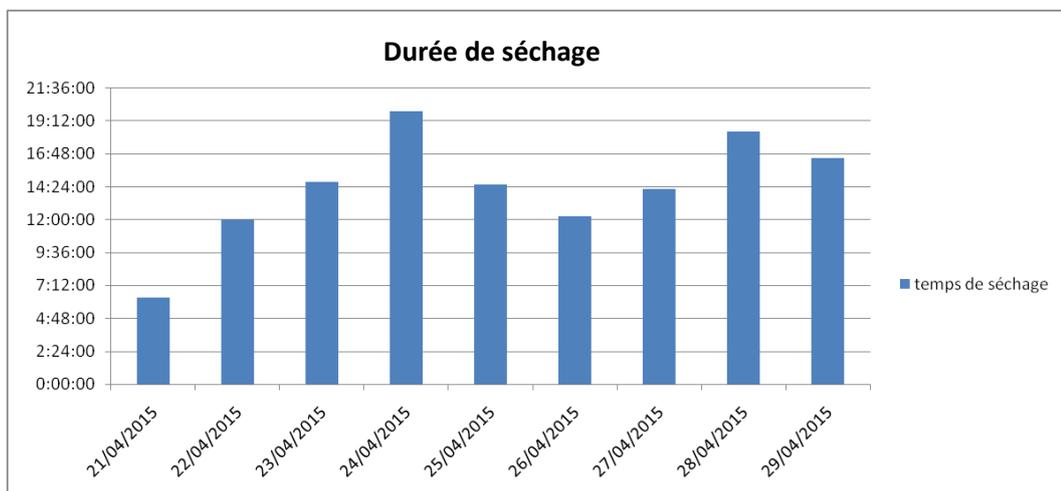


Figure 16 : Graph temps de séchage

D'après le graphe précédent le temps de séchage maximal peut atteindre plus que 19 h par jour !

2.4.2 Conception et analyse du projet :

L'idée de ce projet a pour but de trouver des solutions pertinentes pour diminuer le temps d'application de peinture et d'augmenter la capacité de travail dans les cabines.

L'installation d'un convoyeur aérien a pour avantage le gain de place et de temps grâce à sa position qui libère la surface du sol, Pour la manutention aérienne, le système de convoyeur manuel permet le convoyage de charges lourdes pouvant aller jusqu'à 1 tonne et en condition de haute température (220 °C). Ce type de convoyeur aérien peut être mis en place dans de nombreux secteurs d'activités : Automobile, traitement de surface, peinture...

Ce système a un avantage ergonomique vu dans la facilité du déplacement des pièces lourdes, avec la possibilité de coupure du circuit lors de la fermeture de portes de la cabine peinture .

Ce projet d'implantation fait l'objet d'une étude sur mesure pour la zone peinture et selon la surface disponible.

Le scénario actuel présente beaucoup d'inconvénients à savoir :

- **Le déplacement difficile des pièces**
- **Le retournement des pièces après séchage**
- **Le temps d'attente d'étuvage des pièces à l'intérieur de la cabine.**

Pour éviter le gaspillage de temps lors d'attente ou de déplacement des pièces, le scénario proposé avec un système de suspension des pièces et étuvage à l'extérieur de la cabine a pour but :

- **Avantage ergonomique : facilité du déplacement des pièces.**
- **Supprimer le temps d'attente d'étuvage.**
- **Pas de retournement des pièces.**
- **Augmenter la capacité du travail**

2.4.3 Comparaison du temps passé par cycle :

Le tableau ci-après donne une vision générale sur le temps passé par cycle pour les deux scénarios.

		Scenario actuel avec étuvage cabine et retournement	Scenario avec suspension des pièces
Primaire	Préparation	10	10
	Pose pièces	10	10
	Application PRI face 1	15	25
	Lancement étuve	5	5
	Séchage	10	10
	Refroidissement	5	5
	Retournement	10	0
	Application PRI face 2	15	0
	Lancement étuve	5	0
	Séchage	10	0
	Refroidissement	5	0
	Total		100 min
Finition	Préparation	10	10
	Application FIN face 2	15	25
	Lancement étuve	5	5
	Séchage	30	30
	Refroidissement	5	5
	Retournement	10	0
	Application FIN face 1	15	0
	Lancement étuve	5	0
	Séchage	30	0
	Refroidissement	5	0
	Total		130 min

Tableau 11 : Comparaison du temps de cycle entre les deux scénarios

2.5 Conception du système : choix de solution

2.5.1 Conception des rails de suspension :

Le système de suspension proposé contient une entrée commune vers les cabines d'application dans cette entrée se fait l'étape de suspension via des accroches spécialisées pour chaque type de pièces.

L'entrée commune est divisée en deux entrées secondaires, pour la sortie des pièces on a proposé deux sorties pour chacune des cabines, ces sorties sont orientées vers l'entrée des étuves (deux étuves), le plan ci-dessous résume l'architecture globale de la zone de peinture avec les convoyeurs aériens, et les étuves externes.

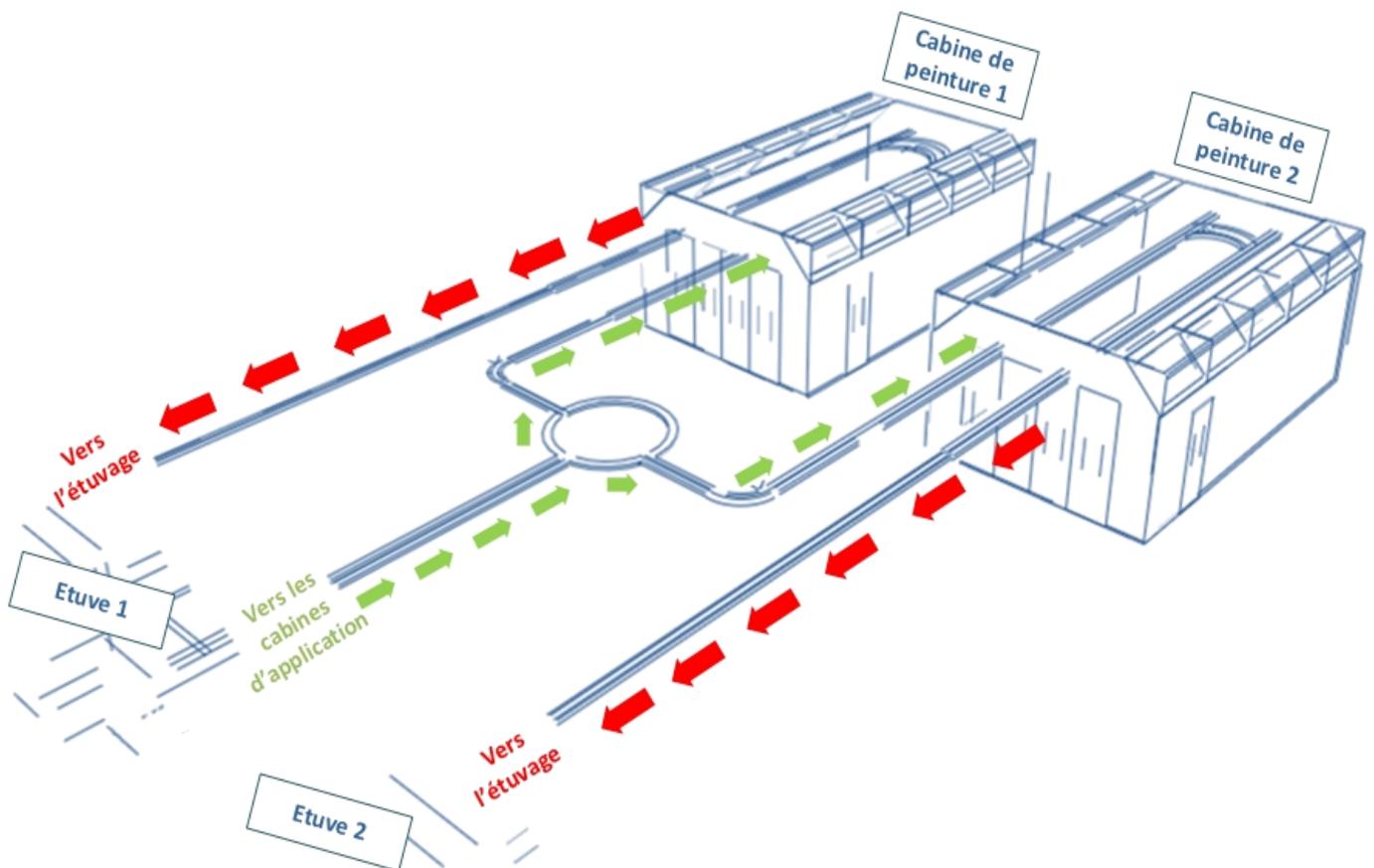


Figure 17 : Plan du système de suspension proposé

2.5.2 Le travail à l'intérieur de la cabine :

On a réalisé une conception détaillée en trois dimensions (3D) sous le logiciel CATIA V5 du nouveau système de suspension avec planification des rails de suspension et le nombres d'étuves , ainsi que le nombre d'opérateurs estimé pour ce système.

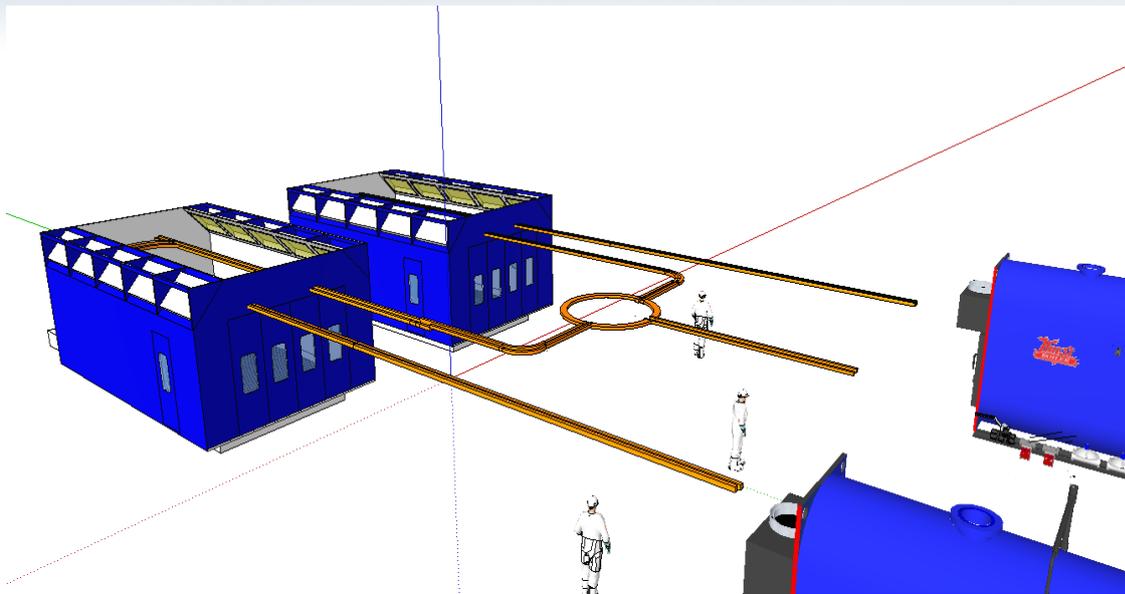


Figure 18 : Conception 3D du système de suspension

2.5.3 Cellule en U :

Le travail de peintre à l'intérieur de la cabine se fait dans une cellule en U , la disposition de la cellule en U présente plusieurs avantages :

- L'entrée et la sortie de la cellule sont proches , elles peuvent être contrôlées visuellement et servies, en fonction de la cadence, par une seule personne.
- Le travail s'exécute à l'intérieur du U , les approvisionnements se font par l'extérieur.
- les équipements sont généralement mobiles, pour permettre de reconfigurations rapides.

Dans une cellule, certains travaux peuvent être effectués par un nombre réduit de personnes on peut même envisager de n'avoir qu'une seule personne dans la cellule sans problème.

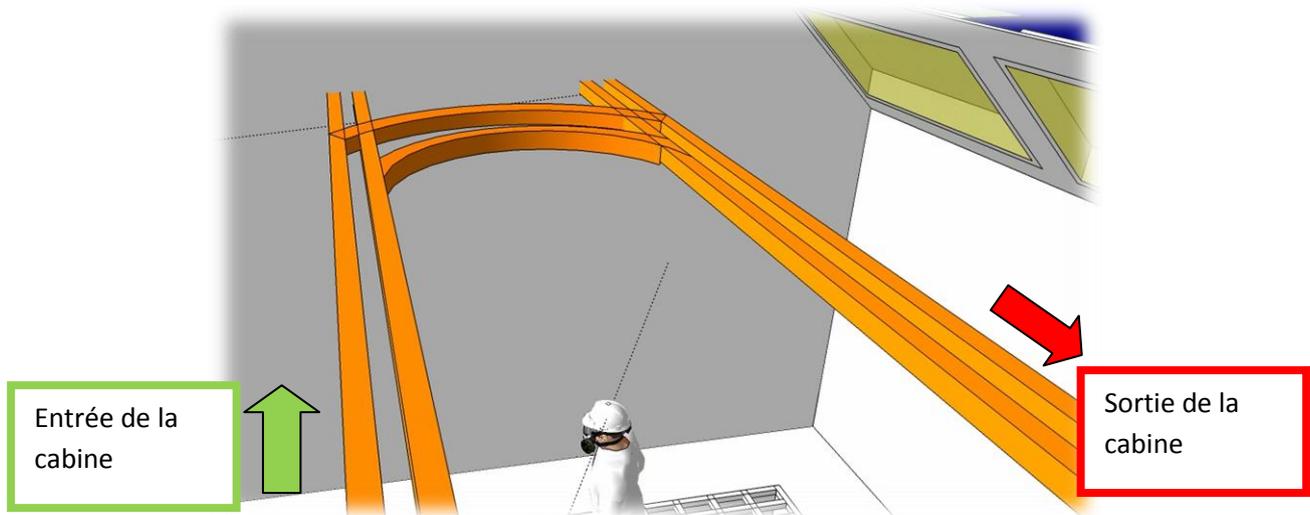


Figure 19 : Aperçu 3D de la cellule en U

3 Amélioration de l'ergonomie et des méthodes de travail :

3.1 Masquage par la cire SH25 :

3.1.1 Problématique :

Le masquage des pieds de cadre montrés ci-dessous se fait en scotch adhésif, cette tâche prend beaucoup de temps à cause de la complexité des pièces et à cause de la matière utilisée pour le masquage.



Figure 20 : Les pieds de cadre

On a calculé ainsi le temps passé pour le masquage de ce type des pièces pour trois opérateurs/opératrices , et on a trouvé les résultats suivants :

Nbre de pièces	Opéra 1 mm/ss	Opéra 2 mm/ss	Opéra 3 mm/ss
1ère pièce	15:02	14:41	17:14
2ème pièce	16:05	19:02	13:50
3ème pièce	16:17	20:22	16:26
4ème pièce	18:11	16:43	17:03
5ème pièce	19:14	18:04	15:39
6ème pièce	18:02	14:25	16:15
7ème pièce	18:40	16:45	20:51
8ème pièce	15:23	21:06	17:27
9ème pièce	15:36	17:27	14:04
10ème pièce	14:22	15:47	18:40
Moyenne	16 min	17 min	16 min

Tableau 12 : Le temps passé pour le masquage des pieds de cadre

D'après les résultats trouvés le temps moyen de masquage est à peu près 16 min, ce temps d'application est considéré comme un gaspillage de temps surtout que la méthode de masquage n'est pas contrôlée et en peut atteindre parfois jusqu'à 21 min pour le masquage de la même pièce !

L'amélioration des méthodes du travail est devenue parmi les composantes importantes du développement de la compétitivité des organisations, au même titre que leurs aspects commerciaux et financiers.

Ainsi, l'amélioration de la productivité, générée par les changements organisationnels, constitue une condition nécessaire au dynamisme à long terme de l'entreprise.

3.1.2 Analyse des besoins :

La bête à cornes est un outil de formulation du projet. Son objectif est de cadrer le contexte dans lequel le projet voit le jour. Cet outil s'interroge sur le pourquoi du projet. Il doit permettre de préciser le périmètre du projet.

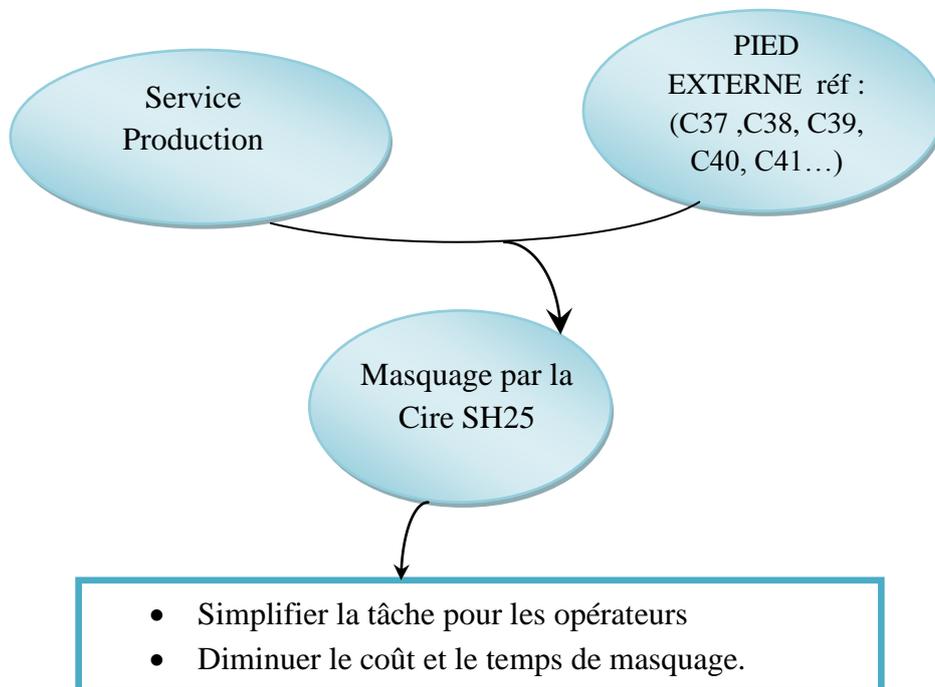


Figure 21: Diagramme d'analyse des besoins

3.1.3 Cadrage du projet :

Afin d'expliquer clairement le projet de la nouvelle méthode de masquage par cire , il s'avère nécessaire de rédiger une note de cadrage , ce document de synthèse consiste à rendre l'idée compréhensible et donc « accessible » à tous.

Projet : masquage par la cire SH25
NOTE DE CADRAGE

DEFINITION DU PROJET :

Enoncé général du besoin :

Le masquage actuel des Pieds externes par le scotch adhésif est une tâche qui consomme beaucoup de temps et de la main d'œuvre ce qui cause un retard avant l'application de la peinture qui est déjà un poste goulot ce qui engendre un retard sur toute la chaîne de production.

Même remarque pour le démasquage (perte de temps / main d'œuvre)

Bénéficiaire du Projet :

- La société SIMRA
- Client : (respect du délai de livraison)

Motif de demande de projet :

- Perte de temps lors du masquage et démasquage des Pieds
- Complexité de l'opération de masquage / démasquage

Objectif du projet :

- Mise en œuvre d'une nouvelle méthode de masquage basée sur l'utilisation de la cire SH25.
- Réaliser l'opération du masquage des pieds plus rapidement que la méthode actuelle.

Tâches Principales :

- Etude de faisabilité (Cahier des charges...)
- Estimation du coût et du temps (nouveau masquage)
- Achat des équipements nécessaires pour le masquage par la cire SH25 (Bacs, la cire SH25, câbles d'alimentation ...)

Tâches secondaires :

- Calcul du coût / et du temps d'application de la méthode actuelle
- Estimation de l'écart (coût et temps) entre le masquage actuel et la nouvelle méthode.

Tableau 13 : Note de cadrage

3.1.4 Analyse SWOT :

L'analyse SWOT, acronyme anglophone de (Strengths, Weaknesses, Opportunities et Threats), permet d'obtenir une vision synthétique d'une situation en présentant les Forces et les Faiblesses d'un projet ainsi que les Opportunités et les Menaces potentielles.

Elle permet aussi d'analyser les enjeux avant le lancement d'un nouveau projet .c'est une méthode facile d'utilisation et applicable rapidement, elle permet de définir la stratégie la plus adaptée pour chaque projet choisi.

<u>Atouts :</u>	<u>Faiblesses :</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Avantage coût • Savoir faire des opérateurs • Capacité à s'adapter • Niveau de compétences des employés • Respect des délais 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation des personnels sur la nouvelle méthode • Pas de définition de tâches • Le temps d'adaptation avec la nouvelle méthode de masquage • Ecriture des procédures
<u>Opportunités :</u>	<u>Menaces :</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration des conditions de travail • Diminution du temps de travail • Amélioration des conditions économiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'organisation • Niveau de guerre de prix (pas de guerre) • Concurrents • Modification de la prise en compte du temps de travail. • Qualité de masquage (dépassement de marquage trusquin)

Tableau 14 : La matrice SWOT

3.1.5 scénario proposé :

Diagramme FAST :

Un diagramme FAST présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de service en fonctions techniques, puis matériellement en solutions constructives. Il constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir améliorer la solution proposée.

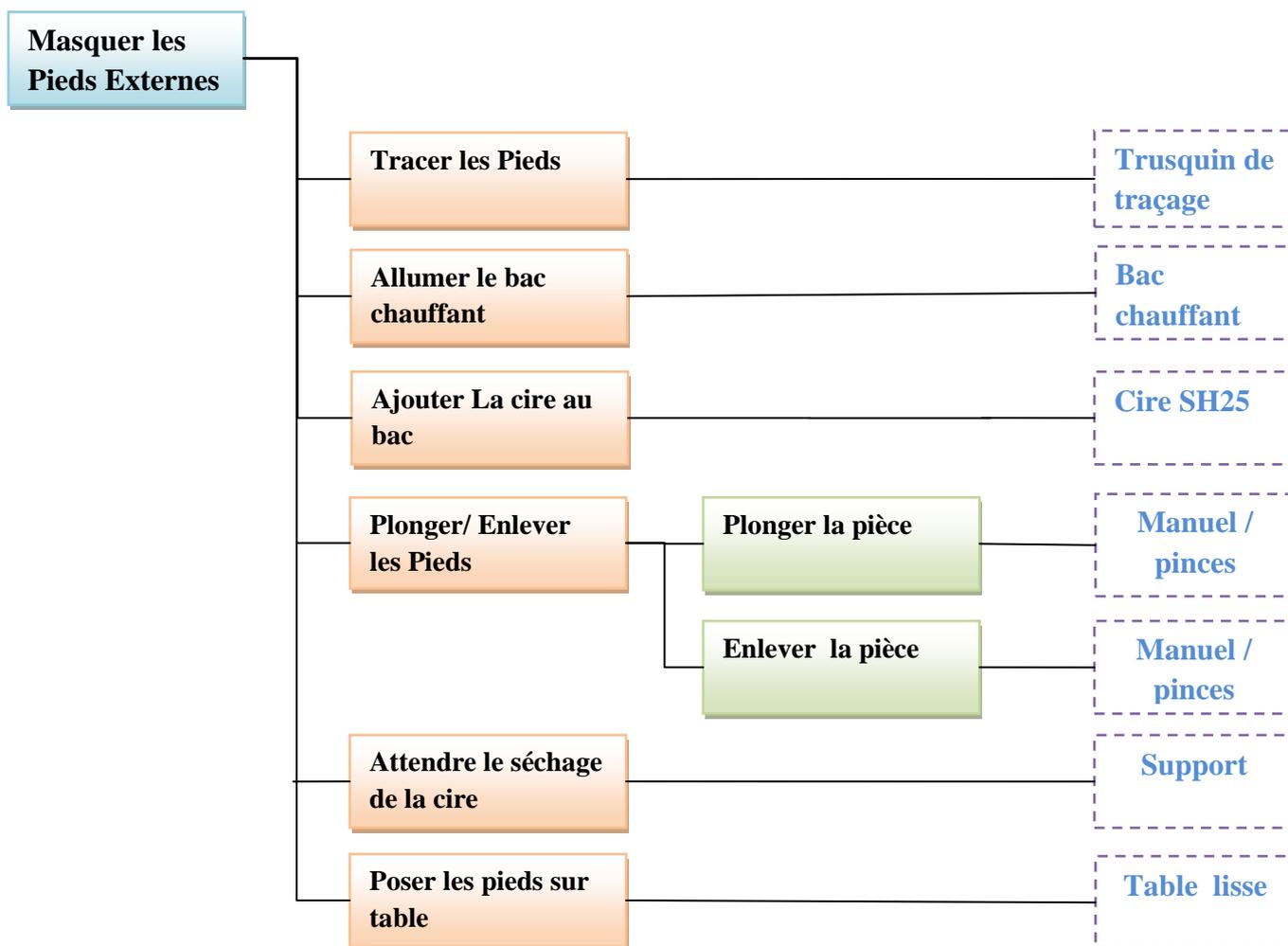


Figure 22 : Diagramme FAST du projet de masquage

3.1.6 Description des machines et moyens :

Les matériels utilisés pour la mise en place de ce projet sont :

Le bac chauffant	Les tables roulantes	La cire
		

Tableau 15 : Liste des matériels utilisés pour le masquage

3.1.7 Estimation de budget :

Calcul des charges fixes et des charges variables :

Les charges fixes et les charges variables calculées pour ce projet sont comme suit :

Charges fixes	Prix en DH	Charges Variables	coût en DH
Bac chauffant	12000	Cire SH25	54900
Table /support	5000	Détergent	4000
Salaires opérateurs	72000	Total	58900
Coût maintenance	1901,98		
Electricité	9600		
Total	100501,98		

Tableau 16 : Coûts des charges fixes et variables

On a fait des estimations pour calculer La marge sur coûts variables :

$$MCV = CA - CV = 1901982 - 58900 = 1843082 \text{ DH}$$

Le taux de marge sur coûts variables :

Une fois la marge sur coûts variables obtenue, on la traduit en pourcentage de chiffre d'affaires

$$TMCV = (MCV * 100) / CA = 96,90\%$$

Seuil de rentabilité de la 1^{ère} année:

$$\text{Seuil rentabilité} = (CF / TMCV) = 23000 / 0.9690 = 23735,81 \text{ DH}$$

Le chiffre d'affaire :

$$CA = 1901982 \text{ DH}$$

Ainsi, dès que les ventes dépasseront le montant du seuil de rentabilité 23735,81 DH .

On a estimé le coût en supposant que la pièce passe seulement par le procédé peinture or il est important de calculer les charges fixes et variables concernant le traitement de surface et l'emballage.

Le tableau ci-après représente tous les calculs indiqués précédemment :

Charges Fixes	coût en DH
Bac chauffant	12000
Table /support	5000
Salaires opérateurs	72000
Coût maintenance	1901,98
Electricité	9600
Total CF	100501,98
Charges Variables	coût en DH
Cire SH25	54900
Détergent	4000
Total CV	58900
Imprévu	coût en DH
Total IM	1500
Chiffre d'affaire	1901982
Marge sur Coût Variable	1843082
Taux de MCV	97%
Seuil rentabilité	103713,756

Tableau 17 : Calculs seuil de rentabilité

3.1.8 Comparaison entre les deux méthodes :

La comparaison entre la méthode actuelle et la nouvelle méthode c'est-à-dire le masquage par la cire donne les résultats suivants :

	nouvelle méthode	ancienne méthode
bac chauffant	12000	*
main d'œuvre	104100	312375
électricité	9600	*
Cire SH25	54900	*
Détergent	4000	*
Scotch adhésif	*	600
coût maintenance	1901,98	*
Coût total (DH)	186501,98 DH	312975 DH

Tableau 18 : Comparaison du coût pour les deux méthodes

D'après les résultats trouvés le coût de la nouvelle méthode est beaucoup inférieur à la méthode de masquage actuelle !

3.1.9 Conclusion :

Les projets étudiés précédemment sont tous validés par la direction de la production .On a contacté les fournisseurs pour vérifier la disponibilité des matériels utilisés pour le masquage par la cire, surtout, qu'on a passé beaucoup de temps pour la recherche du bac chauffant qui est compatible avec les caractéristiques de la cire .

Les actions menées pour l'implantation des 5S sont prise en compte par le service qualité et production , car cette étude coïncide avec la préparation pour accueillir une équipe d'audit pour la renouvellement de la norme EN 9100.

Chapitre 3

AMELIORATION DE LA ZONE MONTAGE

Etude et analyse des actions
d'améliorations de la zone
montage

1 Implantation des 5S

1.1 Problématiques

Le montage est considéré également comme étant un procédé critique par rapport aux autres procédés, donc l'implantation des 5S s'avère très importante pour amélioration du travail et de l'ergonomie.

Les solutions que je vais proposer par la suite ont un avantage ergonomique, bien qu'un avantage d'amélioration de la productivité et de la qualité.

Les difficultés d'implantation des 5S dans la zone montage peuvent apparaître dans les obstacles au changement qui s'accroissent, donc il faut prévoir une formation sérieuse pour les problèmes d'adaptation, de nombreuses projets d'implantation peuvent être considérés comme des échecs à cause de la violente réaction des salariés ou parfois de leurs chefs.



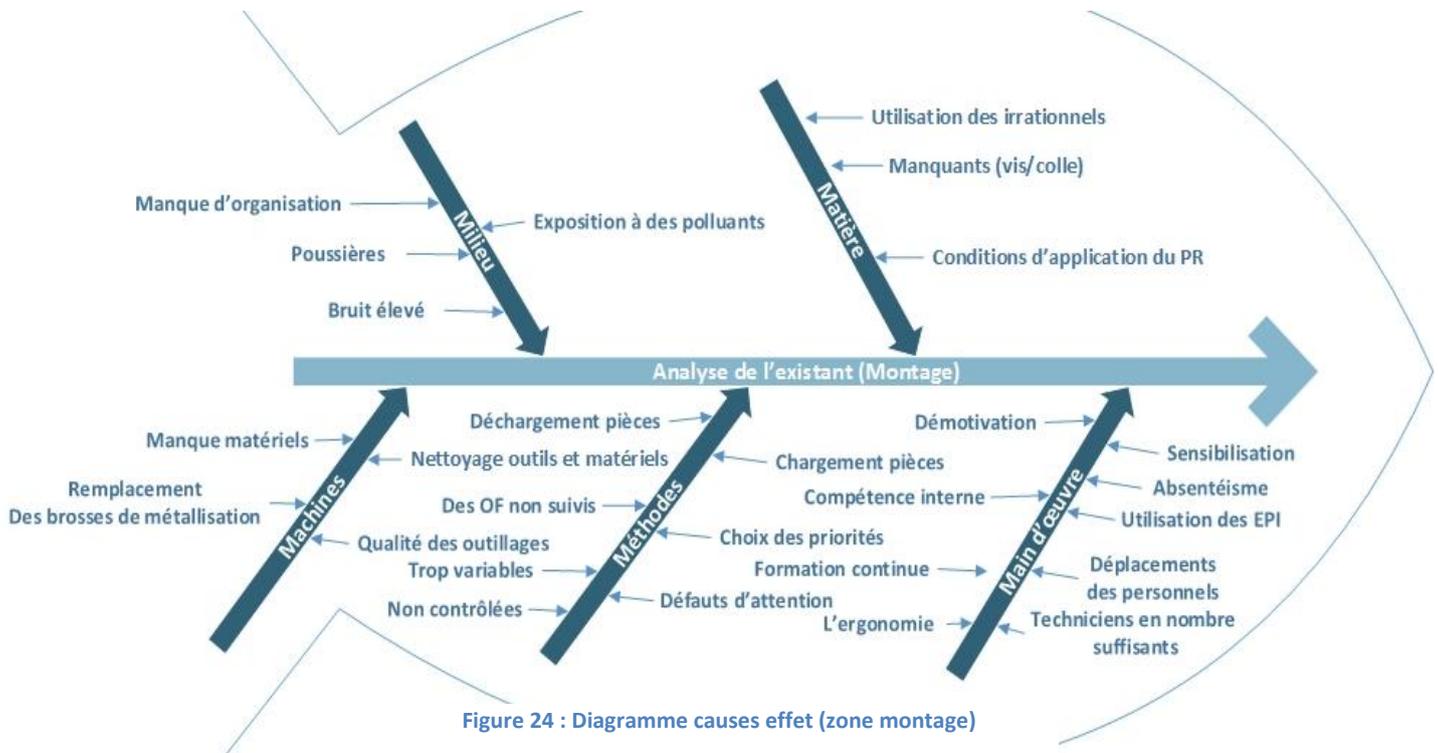
Figure 23: Rivetage des pièces dans le poste montage

On a suit la même démarche faite dans la zone peinture, donc on doit s'assurer à la fin que le travail et la sécurité des postes sont améliorés ; et de vérifier que chaque poste de travail soit propre, en ordre et doté des instruments appropriés et placés au bon endroit.

1.2 Solutions proposées

1.2.1 Diagramme causes-effet :

En se basant sur les propositions des salariés et des chefs d'équipes lors de plusieurs réunions brainstorming j'ai réalisé le diagramme causes-effet suivant :



Les solutions trouvées sont basées sur une étude et une analyse des procédures et des instructions du travail ainsi des règles d'ergonomie générales liées spécialement aux métiers liés au montage.

1.2.2 La méthode des 5G :

Avant le début d'implantation des 5S j'ai commencé par Observer et examiner ce qui se passe réellement sur le terrain, comment les processus sont réalisés et les différentes étapes du travail, Dans la nouvelle approche Lean Management c'est la première étape des 5G et plus précisément : le Gembutsu ou les observations

C'est une méthode japonaise de résolution des problèmes dont le but est essentiellement basé sur l'arbitrage du conflit entre la théorie (les concepts) et la pratique (la réalité) ce que nous voulons faire et ce qui peut être effectivement fait.

Les 5G : (Gemba, Gembutsu, Genjitsu, Genri, Gensoku) sont les 5 étapes fondamentales à accomplir l'une après l'autre, afin de résoudre efficacement un problème posé.

Gembutsu : les observations

- Observer, examiner ce qui se passe réellement sur le terrain :
- comment les processus sont réalisés ;
- les différentes étapes du travail ;
- les produits défectueux et la nature des défauts ;
- les documents mal traités
- les attitudes et pratiques des personnes

Genjitsu : la réalité

- Ressortir des statistiques sur les produits /documents / personnes / procédures ;
- Déterminer les causes réelles de chaque événement observable sur le terrain ;
- Evaluer les acquis et les besoins réels

Genri : la théorie

- Se référer à la documentation générale pour comprendre la théorie :
- Voir ce que prévoient les procédures ;
- Etudier l'essentiel de la documentation disponible
- Vérifier l'applicabilité des standards

Gensoku : les standards opérationnels

- Appliquer les standards de travail et restaurer les bonnes pratiques :

1.2.3 Description des procédés d'assemblage :

En construction aéronautique, les moyens courants d'assemblage pour la réalisation des divers ensembles sont :

- Le rivetage
- Le boulonnage et le vissage
- Le collage
- Le sertissage et l'agrafage utilisés pour des éléments secondaires

Le rivetage :

Les assemblages par rivetage sont encore actuellement ceux qui sont le plus souvent réalisés dans les structures d'avions. Comme pour un seul appareil. Le nombre de rivets atteint ou dépasse plusieurs centaines de mille, on conçoit que le rivetage est une opération primordiale en fabrication aéronautique.

Les avantages du rivetage sont :

- La sécurité.
- Une exécution relativement facile ne nécessite pas d'équipement coûteux.
- Un contrôle simple.

Il présente par contre les inconvénients suivant

- Diminution des sections de tôles par perçage
- Difficultés relatives d'étanchéité
- Prix de revient élevé.

Vissage et boulonnage :

Les assemblages par vissage et boulonnage sont fréquents dans les structures d'avions modernes. Ils sont réalisés au moyen de vis et écrous de différents modèles normalisés.

Les différents types de vissage et boulonnage :

- Les rondelles de base : pour répartir la pression, assurer la qualité du frottement et protéger la zone d'appui de la pièce contre la détérioration.
- Les rondelles spéciales : destinées au freinage.
- Les écrous hexagonaux : sont de différents types (écrous crénelés, écrous haut et bas, écrous auto-freineurs).

Collage par Mastics :

Les mastics utilisés en aéronautique sont des élastomères synthétiques vulcanisant à température ambiante (+23°C).

Les principales applications des mastics sont :

- Isolement électrique et électronique.
- Protéger contre la corrosion.
- Coller des éléments.

Montage humide ou PR :

Le but de montage humide c'est la diminution de corrosion et l'étanchéité partielle, pour les vis montées en interférence (montage manuel), le mastic doit être déposé sur la partie haute de la fixation.

L'application du PR se fait à l'intérieur d'un local correctement ventilé et respectant température et hygrométrie prescrites, les déchets générés par l'application de ce procédé feront l'objet d'une collecte spécifique.

Le PR est un produit à basse densité, il est efficace de -55°C à $+120^{\circ}\text{C}$ et possède une bonne résistance aux carburants (essences d'aviation et carburants pour réacteurs)

Après mélange, le produit polymérise pour donner un caoutchouc ferme et flexible, ayant une excellente adhérence sur l'aluminium, le titane, l'acier et de nombreux autres matériaux (peinture et composites).

1.2.4 Les problèmes et les solutions proposées

Après avoir réalisé des interviews avec le chef d'équipe de la zone montage on a pu comprendre les problèmes les plus importantes qui influencent le travail et la productivité.

On a ainsi créé une liste contenant les différents problèmes remarqués pendant la phase d'observation de cette zone.

Problème constaté

Solutions proposées



Table à Etagères non adéquate pour des pièces longues : risque de glissement des pièces par terre.



Table à étagères compatible pour les pièces longues (> 1m).



les Cordons sont longs et mal organisés
Les nœuds dans les cordons d'alimentation.
Les nœuds peuvent causer des courts-circuits ou des chocs électriques



Penser à bien organiser les câbles en utilisant par exemple des sangles ou Les attaches câbles qui sont fixées de manière permanente à un poteau vertical et s'enroulent autour de ce dernier. L'utilisation de ces outils est préférable pour gérer et organiser les câbles d'un réseau électrique.



les déchets en métaux sont jetés par terre cela rendre le déplacement des opérateurs très difficile/ Risque d'accident



Utilisation d'un conteneur à déchets métalliques



Outillage ou machine non utilisé

ZAD

Déplacer l'outillage ou la machine en zone d'attente de décision
Ou appliquer la méthode des étiquettes rouges pour savoir les objets qui ne sont pas utiles en permanence au poste pour effectuer le travail.



impossible d'identifier les pièces contrôlées et les pièces non contrôlées.
L'opérateur trouve une grande difficulté pour déplacer et contrôler les bacs.



Marquage du sol (zone des pièces contrôlés) et (zone d'attente)
Utilisation d'une table à rouleau pour faciliter le déplacement des bacs



Postes de travail non nettoyés :

Ajouter un conteneur de déchets métalliques à côté de la table / machine
Chaque opérateur consacrait les cinq dernières minutes de sa journée de travail à nettoyer la zone dont elle avait la charge.
Les personnels inoccupés durant les temps de changements de séries particuliers ou les pannes, sont invités à procéder à des nettoyages de plus grande ampleur que les cinq minutes quotidiennes n'autorisaient pas.
(Comme dans la zone de peinture)



Les Pièces sont mal positionnées / mal protégé et hors bacs.
Risque de perdre des pièces ou des OF
Difficile de savoir les pièces prioritaires



Etagères à rouleau (pour faciliter le déplacement des pièces ou bacs)



Risque d'endommager / couper le câble ou le cordon d'alimentation ou risque d'accident



Utilisation des protecteurs de fils électriques pour protéger l'ensemble des fils et câbles.



Lors du rivetage, il est difficile de garder la pièce fixe et horizontale (surtout pour les pièces lourdes)

Risque d'abîmer la surface de la pièce en cas de faux mouvement

Position n'est pas confortable pour l'ouvrier qui maintient la pièce



Utiliser une table / Support mobile réglable en hauteur



Perte de temps pour retrouver les outils



Panneau porte outils ou table servante porte outils



Epingles mélangés et en surnombre



Epingles triés et en nombre ajusté



Outils de métallisation même s'ils sont déjà utilisés (inutiles)

Perte de temps pour trouver le bon outil

Jeter les mauvaises brosses de métallisations, garder que les bonnes.

	
<p>les outils sont placés loin du lieu de travail difficile de rendre les pièces à leur place initiale</p>	<p>Tiroir modulaire pour faciliter l'accès aux outils</p>
	
<p>Déplacement difficile des tôles (3 ou 4 opérateurs pour déplacer la tôle) Risque d'accident</p>	<p>Utiliser des ventouses de manutention ou poignée aimantée pour panneaux ou tôles</p>

Tableau 19 : problèmes et solutions proposées pour la zone montage

1.2.5 Réunion de décision :

Les solutions suggérées précédemment permettent de réduire voire d'éviter le désordre, la perte des documents OF, et les accidents de travail.

Ces solutions sont choisies pour optimiser le temps de travail et les déplacements ce qui influence positivement la productivité et la qualité voire l'augmentation du chiffre d'affaire.

On a discuté ces propositions avec la direction de la production, elles ont été validées par le responsable production.

Néanmoins, ces actions ne vont pas être réalisées pendant ma période de stage, vu que la société SIMRA MAROC a commencé déjà le projet d'une extension d'un nouveau bâtiment pour le 2^{ème} semestre 2015 où plusieurs ateliers vont être déplacés y compris la zone Montage.

De ce fait, tous investissements pour implantation des 5S dans le local actuel seront considérés comme une perte d'argent.

Cela n'empêche d'éviter les problèmes et les erreurs signalées précédemment lors de l'installation nouvelle de la zone montage.

1.3 Déploiement d'un plan d'action de l'audit AIRBUS 80T Allemagne :

Dans le cadre de l'amélioration de la zone montage, le responsable qualité m'a confié le travail de la mise en place d'un plan d'action de l'audit de la norme AIRBUS 80T Allemagne.

Ce plan d'action présente une liste des non conformités rédigée par l'équipe d'audit de certification de la norme AIRBUS 80T Allemagne.

Le tableau ci-dessous présente le plan d'action à réaliser :

Non-conformité	Exigence	Cause principale	Actions correctives /Préventives
l'amélioration devrait être donnée en général, en utilisant un milieu ou un outillage pour maintenir les pièces pendant fraisage, perçage ou rivetage	EN 9100	Manque des bonnes pratiques de perçage, Exigence non identifiée	Généralisation de l'utilisation des canons de perçage, Achat d'une perceuse à colonne. Normalisation des bonnes pratiques via des photos
Le PR doit être déposé sur le fraisage du trou et sur la tête de rivet (interne) pour améliorer le mastic exsudé doit être présents autour de la tête du rivet après sertissage.	80-T-34-5803	Exigence non formalisée dans la procédure Bonnes pratiques insuffisamment acquises	Mise à jour de la procédure PS09.230 Création d'une instruction opératoire /rappel des bonnes pratiques ajouts du référentiel 80-T-34-580 Formation du personnel : rappel des bonnes pratiques présentation d'un support pédagogique métier et procédés Rivetage/Assemblage
Rappeler les opérateurs que l'excès de mastic frais lors de l'assemblage doit être nettoyé avec un chiffon sec au lieu d'un chiffon trempé dans un solvant	80-T-34-5803	Exigence non formalisée dans la procédure Bonnes pratiques insuffisamment acquises	Mise à jour de la procédure PS 09.230 : Création d'une instruction opératoire Rappel des bonnes pratiques Ajout du référentiel 80T-34-580 Formation du personnel
Une zone de préparation isolée pour l'activation des pièces à retoucher Cette zone doit être organisée de façon à ne pas contaminer les zones qui l'entour.	80-T-35-9120	N/A	Création d'une zone dédiée Préparation de surface pièces dans le cadre de l'extension du nouveau bâtiment (2 ^{ème} semestre 2015) Dans l'attente mise en place d'une zone délimitée

Tableau 20 : Plan d'action d'audit AIRBUS 80 T Allemagne

D'après ce plan d'actions les tâches et les actions qu'on doit réaliser sont :

- **Réalisation d'un support pédagogique métier et procédés Rivetage/Assemblage.(rappels des bonnes pratiques)**
- **Création d'une instruction opératoire rappel des bonnes pratiques pour application du PR.**
- **Assurer une formation pour les personnels.**
- **Assurer l'existence des procédures et des instructions demandées dans les zones de travail.**

La réalisation de ces tâches demande beaucoup d'informations techniques pour savoir les spécifications et les problèmes constatés pour chaque procédé.

Après la maîtrise des instructions et des procédures on a assuré une petite formation pour sensibiliser les personnels sur l'importance de suivre les instructions citées dans les nouveaux rappels .

Les détails de la réalisation des rappels des bonnes pratiques se trouvent dans le paragraphe suivant.

1.4 Rappels des bonnes pratiques : montage

1.4.1 Problématique :

Les observations faites au cours du stage nous ont permis d'identifier l'écart entre le travail en réalité, et les instructions et les règles trouvées dans les procédures.

Les rappels des bonnes pratiques aident à respecter les spécifications définies dans les instructions et parfois imposées par le client et qui permettent d'éviter tout risque remettant en cause la sécurité, la qualité, ou à l'efficacité du produit.

D'autre part, les rappels réalisés insistent sur les pratiques de travail et d'organisation en respectant les procédures de fabrication qui doivent être mises en place à tous les niveaux.

Cette action va apporter une méthodologie de travail adaptée à l'entreprise, de plus elle va être accompagnée par une formation et une sensibilisation des opérateurs aux risques liés à la non-maîtrise des procédures et ses conséquences économiques.

Les fiches de rappels des bonnes pratiques contiennent en général, des rappels réglementaires de travail, des principes de base, et les actions que les opérateurs font et qu'on doit éviter.

1.4.2 Aperçu sur les procédures spécifiques du montage :

1.4.2.1 Application mastic et étanchéité

Avant de procéder au mélange, la durée de conservation et le certificat de conformité des produits (base et durcisseur) doivent être vérifiés.

PREPARATION DE LA SURFACE :

L'intervalle de temps existant entre le nettoyage et l'opération suivante doit être réduit au maximum afin d'éviter que la surface ne soit contaminée.

Préparation sur FIXATIONS : RIVETS, VIS, BOULONS ET ECROUS

Les fixations n'ayant pas été recouvertes de peinture doivent être protégées au moyen de mastic d'étanchéité conformément au plan. Les fixations et leurs zones environnantes doivent être soigneusement dégraissées au moyen d'un chiffon imbibé de produit de nettoyage qualifié.

Le mastic d'étanchéité doit être appliqué une fois que le produit de nettoyage a été essuyé ou s'est complètement évaporé.

1.4.2.2 Perçage structural :

Les conditions précises d'exécution du perçage sont données par les fiches techniques : avant trou, conditions d'épingleage, outillage, etc....

Elles tiennent compte, sauf cas particulier, des principes généraux suivants :

- Les éléments à assembler, percés ensemble au moins au stade final, doivent être correctement positionnés et bridés pour éviter tout déplacement pendant le perçage.
- Le perçage doit être réalisé perpendiculairement à la surface.

1.4.2.3 Rivetage structural :

Une fois la mise en place des éléments à assembler réalisée d'après les plans et les gammes de fabrication (étanchéité, épingleage, etc...), on procède à l'introduction du rivet dans son logement et à l'opération de réalisation de la rivure. On s'assurera auparavant que les rivets sont conformes : dimensions, nature et état du matériau.

Sans mastic intercalaire :

Les pièces à river entre elles doivent être positionnées correctement et sans contrainte. Elles sont nettoyées au solvant ou à la soufflette, percées ensemble puis désassemblées, ébavurées et réassemblées par quelques agrafes avant rivetage.

Avec mastic intercalaire (hors programme A350) :

Les pièces à river entre elles doivent être positionnées correctement et sans contrainte. Elles sont percées ensemble puis désassemblées, ébavurées et dégraissées. Sur peinture vieillie un dérochage doit être effectué pour réactivation. Les pièces sont ensuite réassemblées par des systèmes d'épingleage provisoires appropriés, pendant le temps d'application du mastic, puis rivées définitivement, après polymérisation du mastic.

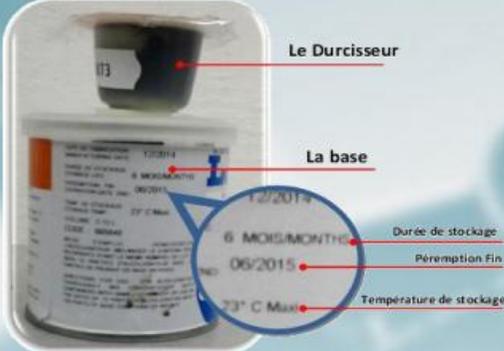
1.4.3 Les instructions et rappels des bonnes pratiques

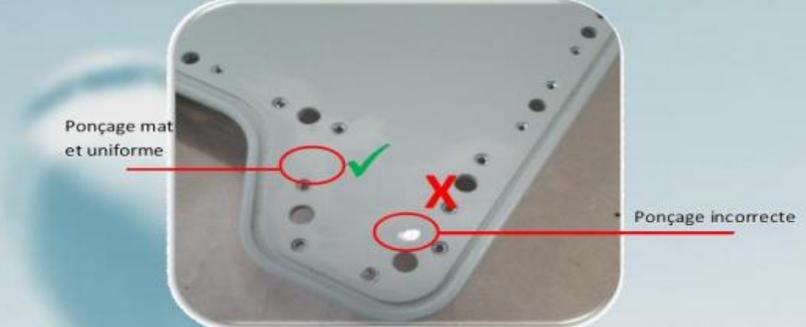
On a réalisé quatre fiches de rappels qui contiennent des instructions correctives pour simplifier le travail et pour éviter tout risque d'erreur.

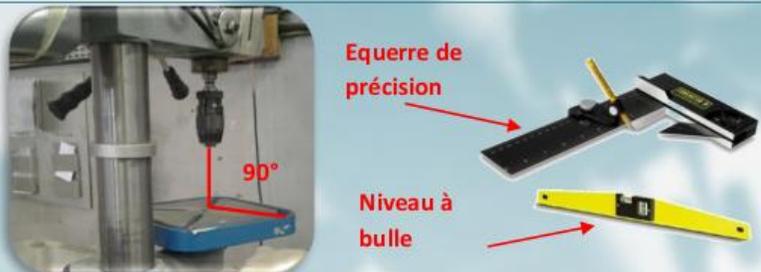
1.5 Conclusion :

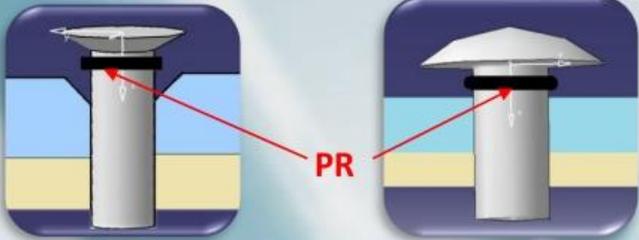
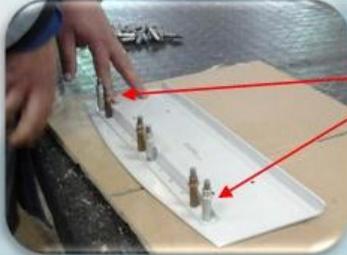
Malgré la complexité et la variété des procédés sur les quels on a travaillé , on a réussi à bien maîtriser les métiers liés au montage et on a assuré par la suite une formation aux personnels pour leur donner des instructions et des rappels sur les exigences des métiers .

Les fiches présentées ci-après ont été vérifiées et validées par le service production et le service qualité :

ETAPE PROCESSUS	INSTRUCTIONS DE TRAVAIL	PHOTOS / ILLUSTRATIONS
<p>Contrôle des conditions de travail</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que l'Hygrométrie est comprise entre : 20% < H < 85% • Vérifier que la température est comprise entre : 15°C < T < 35°C 	
<p>Prendre les DCT des produits</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôler la date de validité des produits. (Ex. Kit PR) 	
<p>Préparation du Mastic</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les outils en métal ne doivent pas être utilisés lors du mélange du PR. 	<p>Outils en métal</p> 

ETAPE PROCESSUS	INSTRUCTIONS DE TRAVAIL	PHOTOS / ILLUSTRATIONS
<p>Préparation de la surface</p>	<ul style="list-style-type: none"> S'assurer que le ponçage soit léger en utilisant un scotch brite ou avec des chiffons propres. 	
<p>Application du mastic/de la colle</p>	<ul style="list-style-type: none"> Pour réaliser un cordon, il est préférable d'utiliser un pistolet et une buse adaptée au travail à réaliser. Le pistolet doit être tenu à un angle compris entre 45° et 60°. L'excès de mastic frais lors de l'assemblage doit être nettoyé avec un chiffon sec au lieu d'un chiffon trempé dans un solvant. Après la mise en place de la fixation, le Mastic sur le filetage des écrous et vis doit être retiré à l'aide d'un tissu propre sans utiliser de produit de nettoyage. 	

ETAPE PROCESSUS	INSTRUCTIONS DE TRAVAIL	PHOTOS / ILLUSTRATIONS
Perçage manuel	<ul style="list-style-type: none"> Le perçage doit être réalisé perpendiculairement à la surface. 	
	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser les dispositifs assurant la perpendicularité du perçage (canons de perçage). 	 <p>Cannons de Perçage</p>
Perçage à colonne	<ul style="list-style-type: none"> S'assurer que la tablette réglable de la Perceuse à colonne est perpendiculaire et plane en utilisant une équerre de précision et un niveau à bulle 	 <p>Equerre de précision</p> <p>Niveau à bulle</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Pour percer des petites pièces, utiliser l'étau de serrage. Fixer l'étau sur la table à l'aide de vis et d'écrous. 	 <p>Etau de serrage</p>

ETAPE PROCESSUS	INSTRUCTIONS DE TRAVAIL	PHOTOS / ILLUSTRATIONS																																																												
<p>Préparation des moyens / outils</p>	<ul style="list-style-type: none"> Les rivets utilisés doivent correspondre à ce qui est demandé sur les plans. 	 <table border="1" data-bbox="1630 475 1899 639"> <thead> <tr> <th>Code</th> <th>Description</th> <th>Quantité</th> <th>Unité</th> <th>Observations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11000</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11001</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11002</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11003</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11004</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11005</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11006</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11007</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11008</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11009</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11010</td> <td>Rivet</td> <td>1000</td> <td>pièces</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Code	Description	Quantité	Unité	Observations	11000	Rivet	1000	pièces		11001	Rivet	1000	pièces		11002	Rivet	1000	pièces		11003	Rivet	1000	pièces		11004	Rivet	1000	pièces		11005	Rivet	1000	pièces		11006	Rivet	1000	pièces		11007	Rivet	1000	pièces		11008	Rivet	1000	pièces		11009	Rivet	1000	pièces		11010	Rivet	1000	pièces	
Code	Description	Quantité	Unité	Observations																																																										
11000	Rivet	1000	pièces																																																											
11001	Rivet	1000	pièces																																																											
11002	Rivet	1000	pièces																																																											
11003	Rivet	1000	pièces																																																											
11004	Rivet	1000	pièces																																																											
11005	Rivet	1000	pièces																																																											
11006	Rivet	1000	pièces																																																											
11007	Rivet	1000	pièces																																																											
11008	Rivet	1000	pièces																																																											
11009	Rivet	1000	pièces																																																											
11010	Rivet	1000	pièces																																																											
<p>Assemblage/ Bridage/Application De Mastic</p>	<ul style="list-style-type: none"> Le mastic doit être déposé sur la partie haute du fût de la fixation avant son introduction dans l'alésage. Le fluage du mastic pourra être réalisé avec les fixations temporaires ou définitives. 	 																																																												
<p>Contrôle dimensionnel</p>	<ul style="list-style-type: none"> Vérifier que les équipements de mesures sont étalonnés. (étiquette verte). 																																																													

Chapitre 4

OUVERTURE VERS LA ROBOTISATION

Etude de l'implantation de la robotisation dans la zone peinture, et analyse des besoins et des objectifs

1 Ouverture vers la robotisation de l'atelier de peinture :

1.1 Présentation du projet :

L'intégration de la robotisation dans le procédé peinture représente de lourds investissements et nécessite d'acquérir de nouvelles compétences en interne.

Tout d'abord investir dans une telle installation de mise en peinture nécessite de prendre en charge également sur site la préparation ou le traitement de la surface.

La société SIMRA MAROC dispose d'une ligne automatique du traitement de surface, les pièces reçoivent ce traitement contre la corrosion et passent ensuite à la phase peinture.

Mais il faut savoir qu'une pièce qui est prête à être revêtue d'une peinture ne peut rester plus de quelques heures sans recevoir la protection adéquate.

Autant dire l'enchaînement des opérations doit s'effectuer selon une même unité de lieu et de temps.

Dans ce contexte, on a remarqué que la capacité de travail de la ligne de traitement dépasse largement celle de la peinture : 8h de travail du Traitement est équivalent à 24 heures de travail continu du peintre !

Pour arriver à cette étape, doivent être nécessaires des gains de productivité et de qualité évidents. Le robot intégré doit être le plus efficace possible en adaptant la position du pistolet aux types de pièces en réglant l'intensité par rapport à chaque type d'application peinture.

Les objectifs d'intégration de la robotique dans la société SIMRA MAROC sont :

- **Accroître les volumes de production**
- **Améliorer la flexibilité des lignes de production**
- **Réduire les taux de rebuts et augmenter le rendement**
- **Réduire la surface au sol utilisée pour la production**
- **Réduire les stocks et les en-cours**

1.2 Organisation du projet : Planification

Le projet de robotisation est un processus de changement radical, qui doit suivre une trame structurée pour en garantir le succès.

Le projet de la robotisation se résume en trois grandes étapes qui sont

Avant projet :

Cette étape consiste à définir les besoins et les objectifs puis établir un cahier de charge en cherchant la validation et le chiffrage des solutions et l'évaluation de la rentabilité

Projet et formation :

Dans cette étape on commence le démarrage du projet, l'analyse fonctionnelle en assurant des formations de robotique de base et des formations de la conduite à l'installation et de la maintenance.

Bilan :

C'est la dernière étape d'un projet de robotisation dans laquelle on fait une évaluation générale du projet et capitalisation du savoir faire en créant une démarche d'amélioration continue

Dans ce chapitre on va traiter les différents axes de la première étape du projet : c'est L'avant projet.

1.3 Définitions des besoins et objectifs :

L'utilisation de la robotique pour l'application de peinture a pour caractéristique de réduire fortement la consommation de produit, augmentant l'efficacité de transfert de la peinture sur la pièce. Ceci a un impact important sur la réduction des coûts d'exploitation, des émissions de solvant et de leur traitement.

Aussi la robotisation permet d'augmenter la capacité de production qui va être adéquate avec la situation de l'entreprise (ligne de traitement automatique) et qui résulte la diminution des stocks et des en-cours dans les deux zones.

D'autre part l'application de la peinture est considérée comme un travail pénible, comme étant un peintre professionnel, il est en contact quotidien avec de nombreux produits chimiques dont certains présentent des risques, et ceci au cours de chacune des étapes des travaux.

L'avantage de la robotisation se montre dans la prise en charge des tâches les plus pénibles et de laisser les employés se concentrer sur d'autres, plus valorisantes.

1.4 Caractéristiques du robot :

Un robot est un système mécanique poly articulé mû par des actionneurs et commandé par un ordinateur qui est destiné à effectuer une grande variété de tâches.

On choisit le robot type bras robotique manipulateur selon plusieurs critères :

➤ **Critères techniques**

- Capacité de charge (masse et diagramme de charge)
- Rayon d'action
- Temps de cycle (conditionné par vitesse/accélération)
- Montage (sol, suspendu, mur, incliné)

➤ **Critères économiques :**

- Coût d'achat et d'intégration
- Coût d'exploitation et d'entretien

On a ainsi proposé le choix d'un bras robotique 6 axes spécialisé pour l'application de peinture.

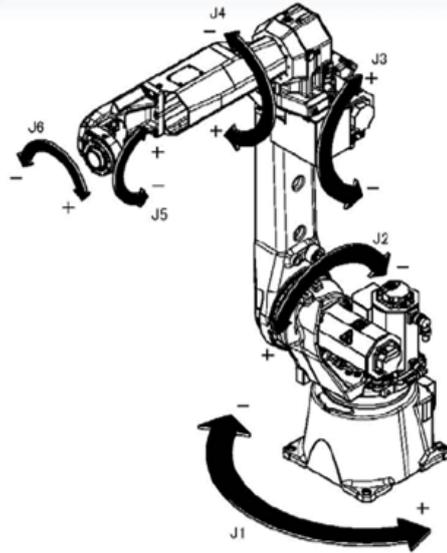


Figure 25 : Les 6 axes du bras robotique

Les constitutions d'un robot type bras manipulateur:

1. Poignet
2. Bras
3. Epaule
4. Bâti de rotation

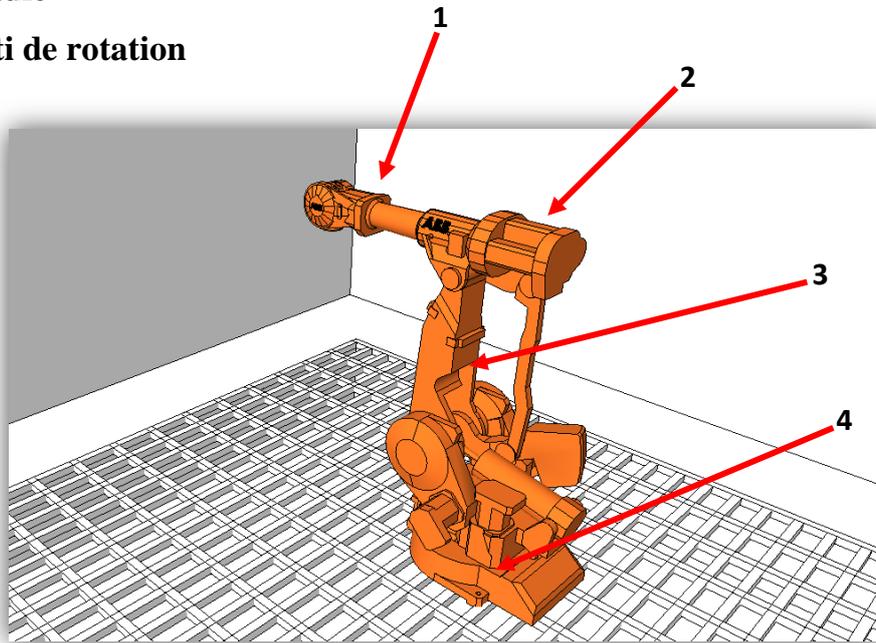


Figure 26: Conception 3D du robot proposé pour la peinture

1.5 Conception et choix d'implantation:

Afin de respecter les procédures peinture exigées par AIRBUS et les normes aéronautiques, et pour éviter toutes sources de contamination on a proposé que l'installation du bras robotique se fasse à l'intérieur de la cabine peinture.

Cette proposition a pour avantage de garder le contact machine-homme tout en évitant des risques d'accidents.



Figure 27: Exemple d'un bras robotique pour peinture à l'intérieur de la cabine

On a ainsi réalisé une conception de la zone peinture avec les bras robotiques à l'aide des logiciels CATIA V5 et SKETCHUP PRO pour l'assemblage.

On a supposé la mise en place du système de suspension pour que le projet soit rentable, et pour que l'installation du bras robotique à l'intérieur de la cabine soit possible. La figure ci-après montre la conception 3D réalisée de ce projet :

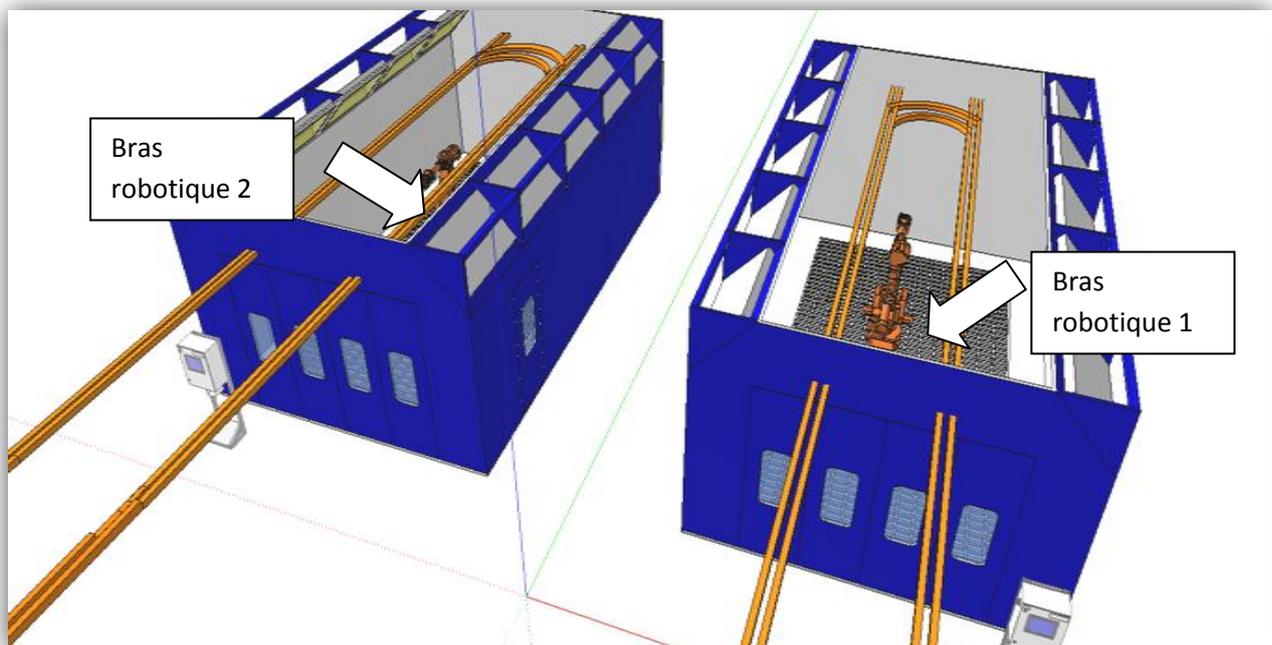


Figure 28: Conception de la robotisation de la zone peinture

1.6 Recherche des coûts :

Le calcul du retour sur investissement implique la prise en compte de nombreux paramètres, comme ceux cités précédemment. Il est cependant indispensable de considérer que la robotisation nous permet :

D'augmenter :

- **Le volume de production**
- **La qualité des pièces**
- **La flexibilité de production**
- **Le taux d'engagement des machines**

Et de Diminuer :

- **Les coûts de main-d'œuvre**
- **Le taux de rebuts**
- **Le coût de pièce**
- **Les stocks et encours**

La durée moyenne de retour sur investissement constaté pour une cellule robotisée est généralement inférieure à deux ans. Cette durée est le temps moyen indiqué par les moyens et les petites entreprises

1.7 Conclusion :

L'étude réalisée sur le projet d'implantation d'une bras robotique pour peinture est incomplète voire imprécise à cause du manque des données sur la capacité actuelle de la cabine et la capacité du travail d'un robot, la réalisation de ce projet peut avoir des risques au niveau d'intégration du personnels avec la nouvelle technologie.

Au vu des avantages exposés, la robotisation est rentable. Elle apporte un gain de productivité et rend l'entreprise plus compétitive. Et qui induit une dynamique et une appropriation naturelle du nouvel outil.

Conclusion générale.

Aujourd'hui la plupart des entreprises sont à la recherche de processus plus efficaces et être plus efficace.

Bien que ces outils soient une solution à de nombreux problèmes, leur mise en œuvre n'est pas si simple, il peut être facile s'ils sont appliqués suivant les procédures appropriées, avec patience, engagement et dévouement

Mon projet a porté sur certains procédés jugés critiques et prioritaires pour SIMRA MAROC. Les solutions présentées sont des solutions universelles où nous avons considérés toutes les problématiques et les particularités de SIMRA. la réalisation de ces solutions pourraient générer d'avantage gains, de temps, d'argent et d'espace.

Ces 3 mois de stage m'ont permis d'effectuer le travail d'une ingénieure débutante au sein d'une entreprise d'aéronautique comme SIMRA. Cela m'a permis à la fois de rentrer dans le métier de la mécanique, et de réaliser un projet réel. Grâce à ces premières expériences, j'ai pu réaliser la mise en place de méthodes Lean, et de proposer de nouveaux projets rentables en utilisant de nouveaux outils, ainsi que des connaissances académiques.

Durant mon stage, les plus grandes difficultés rencontrées furent le manque de précision et de données, en effet cela rend le travail et la détection du problème plus difficile.

En Outre, Pendant la durée de pilotage de la zone peinture j'ai rencontré beaucoup de difficultés concernant le management des hommes, surtout, que les 5S ne seront efficace que si les salariés se sont appropriés la méthode, Donc Il n'y a pas d'autre solution que de faire remonter les idées du terrain.

Bibliographie :

- Cours FM11 fixations d'IMA (Institut des Métiers de l'Aéronautique)
- Procédures de peinture, de Rivetage, Application de montage humide
- Cours de gestion de projet (3^{ème} année mécatronique)
- Guide pratique des 5S pour les managers et les encadrants de Christian Hohmann EYEROLLES Editions d'organisation 2005
- Explication des 5G et le Lean management :
<http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Methodes-optimisation/5G.htm>
- Fournisseur du bac chauffant pour le projet masquage :
<http://www.borelswiss.com/autres-equipements/bt-200/bt-200-45-petit-bac-de-trempe-200-c.html>
- Site web Christian Hohmann : <http://christian.hohmann.free.fr/>
- Gestion de production Alain Courtois, Maurice Pillet, Chantal Martin-Bonnefous Editions d'organisation -4^{ème} édition- 2003
- Définition d'un procédé spécial selon la norme EN 9100 : <http://www.france-certification.com/les-procedes-speciaux-en-9100/>