



RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Master Sciences et Techniques
Spécialité : Génie Mécanique et Productique

Thème :

Amélioration du temps d'assemblage de l'inverseur A320 néo

Présenté par :

-EL HAJJAJI Salma

-BATTAH Soumia

Encadré par :

- A.Aboutajeddine , Professeur département Génie Mécanique, FST Fès

- Benkirane Fayçal, Encadrant de la société

Effectué à : Safran Nacelles Casablanca

Soutenu le : 13/06/2017

Devant le jury :

• Pr. A. Aboutajeddine	Faculté des Sciences et Technique de Fès
• Pr. A.ELHAKIMI	Faculté des Sciences et Technique de Fès
• Pr. A. Seddouki	Faculté des Sciences et Technique de Fès

Dédicace

Je dédie ce travail, comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance:

A ma mère,

A mon père,

A mes sœurs,

A mon frère,

Je vous dis merci de m'avoir supporté dans mes décisions, merci pour votre amour et votre confiance.

A mes encadrants pour leur assistance et soutien.

A tous mes amis, de leur aide, leurs temps et leurs encouragements.

A tout le personnel de TR A320 néo, qui m'a aidé à améliorer mes connaissances en me donnant informations et conseils.

A tous les professeurs de FST Fès pour leur partage d'informations et savoir-faire.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

EL HAJJAJI Salma

Dédicace

A mes parents ... Que nulle dédicace ne puisse exprimer ce que je vous dois, pour votre bienveillance, votre affection, votre soutien et vos sacrifices...

A ma mère

A mon père

A ma sœur

A mon frère et ma Grande Famille.....

A mes amis ...

A tous celles et ceux qui m'aiment et m'encouragent...

A tout le personnel de TR A320 néo, qui m'a aidé à améliorer mes connaissances en me donnant informations et conseils.

A tous les professeurs de FST Fès pour leur partage d'informations et savoir-faire.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Mes VIFS REMERCIEMENTS.

Battah Soumia

Remerciements

C'est avec un immense plaisir que nous exprimons notre reconnaissance auprès de toutes les personnes, dont l'intervention au cours de ce projet, a favorisé son aboutissement.

Nous tenons à présenter notre profonde gratitude à la direction de « **Nacelles Maroc, groupe SAFRAN** » qui a accepté de nous accueillir au sein de son organisme.

Ainsi, Nous exprimons nos sincères remerciements à **Mr. Benkirane Fayçal** pour son parrainage, son assistance perspicace, ses orientations et ses instructions pertinentes tout au long de ce projet.

Nous présentons notre profonde gratitude à notre encadrant de l'école **Mr. Ahmed ABOUTAJEDDINE**, pour ses conseils précieux, sa directive pertinente, pour l'intérêt porté sur notre sujet, et surtout pour la qualité de son suivi durant toute la période de notre stage.

Nos vifs remerciements sont aussi alloués à l'ensemble du personnel de l'entreprise pour leur hospitalité, et leur implication dans la réalisation de ce projet, notamment **Mr. Ribqi Noureddine** qui n'a épargné aucun effort pour nous aider et encourager.

Nous ne saurions d'oublier de remercier tout le corps professoral de **l'FST de Fès**, pour la formation prodigieuse et prestigieuse qu'il nous a prodigué.

Nous remercions également tous les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger notre travail.

Enfin, nos reconnaissances vont à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'accomplissement de ce projet.

Résumé

Le présent document constitue la synthèse de notre travail dans le cadre du projet de fin d'étude qui s'est déroulé au sein de *Safran Nacelles Maroc*, une filiale française leader dans le domaine d'aéronautique. Ce projet vise l'amélioration du temps d'assemblage de l'inverseur d'*A320 néo* qui se portera principalement sur l'élimination du gaspillage.

Pour se faire, nous avons eu recours à la méthodologie Lean Six Sigma, mise en place par la démarche *DMAIC* qui est l'acronyme des cinq étapes : Définir « *Define* », Mesurer « *Measure* », Analyser « *Analyse* », Améliorer « *Improve* » et Contrôler « *Control* » ; cette démarche constitue le pilier du déploiement du Lean Six Sigma. De ce fait, nous avons commencé par la collecte des données relatives à la voix du client afin d'extraire ses attentes et besoins, ce qui va nous servir de base pour identifier les critères à mesurer, et à analyser afin d'établir un plan d'action pour mettre fin aux causes racines de chaque anomalies relevée, finalement nous avons contrôlé le processus pour calculer le gain des actions mises en place. La réalisation de ce projet a permis à la chaîne d'assemblage *A320 néo* une amélioration du cycle induite par la réduction du temps d'assemblage.

Abstract

This document summarizes our work done as part of our end of study internship, in nacelles Morocco, a leading French Firm in the field of aeronautics. This project aims to improve the cycle time & assembly in the chain assembly *A320 néo* which will concern mainly, the number of the dispensations and the wasting in the phases of inspection. To do so, we resorted to the methodology *Lean Six Sigma*, set up by the approach **DMAIC** which is the acronym of five phases: Define Measure, Analyze, Improve and Check Control.

The **DMAIC** constitutes the pillar of *Lean Six Sigma* deployment. Therefore, we began with the data collection relative to the voice of the customer to extract his expectations and needs, what is going to be of use to us as basis to identify the criteria to be measured, and to be analyzed in order to establish action plans to eliminate the causes roots of every anomalies found. Finally we checked the process to measure the efficiency of the organized actions. The main result of this project is the improved cycle of the assembly chain *A320 néo*, caused by reducing the dispensations and the alterations.

Liste des figures

Figure 1: les métiers du groupe SAFRAN.....	16
Figure 2: Filiales du groupe SAFRAN	18
Figure 3: SAFRAN nacelles dans le monde.....	19
Figure 4: SAFRAN nacelles Maroc.....	19
Figure 5: Organigramme de SAFRAN Maroc	21
Figure 6: demi-inverseur d'A320 Néo.....	22
Figure 7: synoptique de la ligne d'assemblage A320 néo	22
Figure 8: Processus d'assemblage	22
Figure 9: cadre avant	23
Figure 10: structure fixe	23
Figure 11: Moving line.....	24
Figure 12: portique hydraulique	24
Figure 13: La règle SMART.....	28
Figure 14: Les 7 formes de gaspillage.....	29
Figure 15: Amélioration par Lean et Six sigma	31
Figure 16: les étapes de la phase définir.....	34
Figure 17: définition du projet par QQQQC.....	35
Figure 18: Charte de projet.....	36
Figure 19: Périmètre du projet.....	37
Figure 20: SIPOC	38
Figure 21 : élimination des gaspillages	45
Figure 22: Synthèse des mesures de l'opération 150.....	46
Figure 23: Répartition des NVANU par Opération.....	47
Figure 24 : Répartition des VA/NVAU/NVANU Dans la phase du Moving Line	47
Figure 25: Evolution des gaspillages.....	51
Figure 26: Diagramme spaghetti des déplacements	52
Figure 27: Pareto des déplacements	53
Figure 28: Arbre des causes pour déplacement Outils	53
Figure 29: Arbre des causes pour déplacement fixations	54
Figure 30: Pareto des attentes.....	55
Figure 31: arbre des causes pour dépassement de pause	56
Figure 32: Pareto des retouches.....	56
Figure 33: Manipulation avec le comparateur.....	58
Figure 34: Diagramme Ishikawa des retouches de pose fixations.....	58

Figure 35: Pareto de recherches.....	60
Figure 36:Evolution des NVAU	62
Figure 37: Arbre des causes pour le nettoyage	62
Figure 38: Moving Line A320 Néo avant le marquage au sol	68
Figure 39: Moving Line A320 Néo après le marquage au sol.....	68
Figure 40:Standard 5S	71
Figure 41: Indicateur 5S	72
Figure 42: Système alimentation fixations actuel.....	73
Figure 43: Système alimentation fixations proposé.....	74
Figure 44:jauge de mesure de diamètre	75
Figure 45: Diagramme de pieuvre	78

Liste des tableaux

Tableau 1: Les données clé de Nacelles Maroc.....	21
Tableau 2: les opérations du Moving Line	42
Tableau 3: Opération 150	44
Tableau 4: le temps passé dans l'opération 150	46
Tableau 5: le temps passé dans la phase du Moving Line	47
Tableau 6:désaffleurement des fixations	57
Tableau 7: 5 pourquoi pour recherche fixation.....	60
Tableau 8: 5 pourquoi pour recherche outils	61
Tableau 9: plan d'action	67
Tableau 10:Gestion des outillages.....	72
Tableau 11: Plan d'action des familles du gaspillage.....	79
Tableau 12: Gains en termes de temps et les gains financiers des actions mise en place pour les gaspillages	82
Tableau 13: Gains en termes de temps et les gains financiers des actions mise en place pour les NVAU	83

Liste des acronymes

A

AMC : Ajusteur Monteur Cellules(Opérateur)

C

CAV : Cadre avant

I

IFS: Inner Fixed Structure (Revêtement interne)

M

MRB : Material Review Board

ML: Moving Line

N

NVA U: non-valeur ajoutée utile

NVA NU : non-valeur ajoutée non utile

O

OP : Opération

P

PDVL: Produit de durée de vie limité

PH : Portique Hydraulique

S

SAP : Système Application

Production

T

TR: Thrust reverser

V

VA : Valeur Ajouter

Table de matière

Remerciements	3
Résumé	4
Abstract	5
Liste des figures.....	6
Liste des tableaux	8
Liste des acronymes	9
Table de matière	10
Introduction générale.....	13
CHAPITRE 1: Présentation de l'organisme d'accueil	15
Introduction	16
I Présentation du groupe SAFRAN	16
1 Métiers de SAFRAN.....	16
1.1 Propulsion aéronautique et spatiale	17
1.2 Equipements aéronautiques	17
1.3 Défense	17
1.4 Sécurité	17
2 Filiales de SAFRAN	18
II Présentation de Safran nacelles.....	18
III Présentation de Safran Nacelles Maroc	19
1 Produits de nacelles Maroc	20
2 Organigramme de Nacelles Maroc	20
3 Données clés de Nacelles Maroc	21
IV Présentation du programme A320 néo	21
Processus d'assemblage A320 néo :	22
1 Synoptique de la ligne.....	22
2 Le processus d'assemblage	22
2.1 Zone 1: Cadre Avant	23
2.2 Zone 2: Structure fixe	23
2.3 Zone 3: Moving line	24
2.4 Zone 4: portique hydraulique	24
Conclusion :	25
CHAPITRE 2: Cadre général du Projet.....	26
Introduction	27
I Cahier des charges.....	27
1 Contexte.....	27
2 Problématique	27
3 Périmètre.....	27
4 Objectif du projet.....	27

5	Les gains financiers	28
II Démarche Lean Six Sigma :		29
1	Qu'est-ce que « Lean » ?	29
2	Qu'est-ce que « six sigma » ?	30
3	« Lean six sigma »	30
4	La démarche DMAIC	31
	Définir (Define)	31
	Mesurer (Measure).....	31
	Analyser (Analyze).....	32
	Améliorer (Improve).....	32
	Contrôler (Control)	32
Conclusion.....		32
CHAPITRE 3 : « DEFINE » Définir le cadre du projet		33
Introduction		34
Cadre du Projet Lean Six-Sigma		34
I Définition du projet		34
II Charte de projet.....		35
III Périmètre du projet :		37
IV Cartographie du processus		37
Conclusion.....		39
CHAPITRE 4: « MEASURE » MESURER LE PROCESSUS		40
Introduction		41
Mesure de la performance du processus.....		41
I Moyens de mesure.....		41
II Suivi des opérations		41
III Méthode de mesure :		42
Visualiser les premiers potentiels d'amélioration.....		45
Conclusion.....		48
CHAPITRE 5: « ANALYSE » ANALYSER LE PROCESSUS		49
Introduction		50
Phase Analyser		50
I Présentation des outils utilisés.....		50
1	Diagramme d'Ishikawa	50
2	5 POURQUOI.....	50
3	L'arbre des causes.....	51
II Analyse de la NVANU		51
1	Analyse des déplacements	52
	1.1 Déplacement pour Outils	53
	1.2 Déplacement pour fixations	54
2	Analyse des attentes.....	55

2.1 Attente Outil	55
2.2 Dépassement de pause	55
3 L'analyse de la non-qualité : les retouches	56
3.1 Retouche de poses fixations	57
4 Analyse des recherches	60
4.1 Recherche fixations	60
4.2 Recherche outils	61
III Analyse de la NVAU	61
1 Nettoyage de l'inverseur	62
2 Réunions	63
3 Remplissage fiche suiveuse et pointage.....	63
4 Nettoyage et rangement de poste	63
Conclusion.....	64
CHAPITRE 6: « IMPROVE »AMELIORER LE PROCESSUS	65
Introduction	66
Améliorer.....	66
I Les plans d'actions des NVANU(gaspillage)	66
II La mise en place des actions.....	67
1 Inventaire outillage	67
2 Formation 5S	67
3 Management visuel.....	68
3.1 Marquage au sol	68
3.2 Affiche 5S	69
3.3 Indicateur 5S	71
4 Procédure de gestion des outillages	72
5 Recherche fixations.....	73
6 Retouche de poses fixations.....	74
III Les plans d'actions des NVAU	79
Conclusion.....	80
CHAPITRE 7: « Control » CONTROLER LE PROCESSUS	81
Introduction	82
I Gains réalisés après l'élimination des gaspillages	82
II Gain réalisés après amélioration des NVA U	83
Conclusion.....	84
Conclusion générale & perspectives.....	85
Webographie & Bibliographie.....	86
Annexes	87
Annexe 1 : chronométrage des opérations du Moving Line.....	87
Annexe 2 : Liste des outillages manquants	102
Annexe 3 : Besoin du Moving Line en fixations.....	103

Introduction générale

L'aéronautique au Maroc profite de la mutation vers l'externalisation à l'échelle mondiale. Le secteur compte une centaine d'entreprises, ayant réalisé au titre de l'exercice 2009, un chiffre d'affaires de 750 millions d'euros. Des investissements cumulés depuis 2002 de 3.6 milliards de dhs et un effectif de plus de 10000 personnes.

Le secteur s'oriente vers le développement de métiers à plus forte valeur ajoutée. Ainsi, toute entreprise doit rationaliser son patrimoine constitué de son personnel, ses équipements et son savoir-faire pour augmenter sa productivité et par conséquent continuer à subsister.

Partant de ce constat, Safran nacelles Maroc du groupe SAFRAN qui aspire à devenir plus compétitive sur un marché très affecté par la mondialisation, s'oriente davantage vers la maîtrise des coûts, l'assurance d'une qualité irréprochable, le respect des délais et surtout l'adaptation aux besoins en produits de plus en plus variés.

Dans ce contexte, une gestion de production et des flux, s'appuyant sur un ensemble d'outils d'analyse, d'amélioration et de résolution des problèmes, est nécessaire pour assurer :

- L'utilisation optimale de la ressource disponible en main d'œuvre et en moyens industriels.
- L'élimination des sources de gaspillage et des causes du non qualité.

Notre projet a pour objectif d'initier ces concepts dans le cadre de « l'amélioration du temps d'assemblage de l'inverseur A320 néo en le diminuant de 120H à 77H dans la Phase du Moving Line » en nous basant sur la démarche DMAIC ; démarche d'amélioration adoptée par Safran nacelles Maroc.

Ce travail consiste à maîtriser et optimiser le flux en chassant toute source de perte d'efficacité et de gaspillage. Ceci est détaillé selon la démarche DMAIC.

Le présent rapport développe les axes suivants :

- Présentation de l'organisme d'accueil en termes d'activités et d'organisation interne. La bonne gestion et la structuration de cet organisme nous a aidé à mener notre projet dans des bonnes conditions.

- La démarche de travail «DMAIC» et ses critères de choix parmi les outils adoptés par l'entreprise.

- La phase 'Définir' : Cette étape définit l'objet de l'étude, son périmètre, ses objectifs et identifier également les gains du projet ainsi que les besoins client ; tout en mettant en place divers outils : SIPOC, QQOCCP et la charte de projet.

- La phase 'Mesurer' : L'objectif de cette étape est de rechercher les données mesurables caractérisant le processus d'assemblage et de mesurer les paramètres à l'origine de la variabilité.

- La phase 'Analyser' : Le but de cette étape est de déterminer les causes premières et les formaliser par des données mesurables pour déterminer finalement les causes racines ; et ce, en adoptant des outils comme Ishikawa, les 5 Pourquoi et l'arbre des causes.

- La phase 'Améliorer' : Cette phase cible l'amélioration du processus par l'élaboration et la mise en place des solutions pertinentes.

- La phase 'Contrôler' : L'objectif de cette phase est de calculer les gains et le cout de chaque action proposée.

Et finalement, une conclusion générale qui détaillera le travail effectué tout au long du projet et les perspectives éventuelles.

CHAPITRE 1: Présentation de l'organisme d'accueil

Introduction

Dans ce premier chapitre introductif, nous allons commencer par une brève présentation de l'organisme d'accueil, pour une meilleure compréhension du contexte de notre projet de fin d'études.

I Présentation du groupe SAFRAN

SAFRAN est un groupe international de haute technologie et résulte de la fusion réalisée le 11 mai 2005 de Snecma avec Sagem. SAFRAN est la société holding qui détient l'ensemble des filiales des deux sociétés et Présent sur tous les continents dans plus de **30 pays**, le Groupe emploie plus de **61400 personnes** et a réalisé en 2010 un chiffre d'affaires de **10,8 milliards d'euros**.

1 Métiers de SAFRAN

Les activités du groupe SAFRAN sont réparties en trois branches :

- ✓ Propulsion aéronautique et spatiale
- ✓ Equipements aéronautiques
- ✓ Défense Sécurité

Chacune d'entre elles, sous l'autorité d'un Directeur général adjoint de branche, coordonne les activités des sociétés qui la composent. Quant à son activité de télécommunications, Safran en est totalement sorti en 2007.

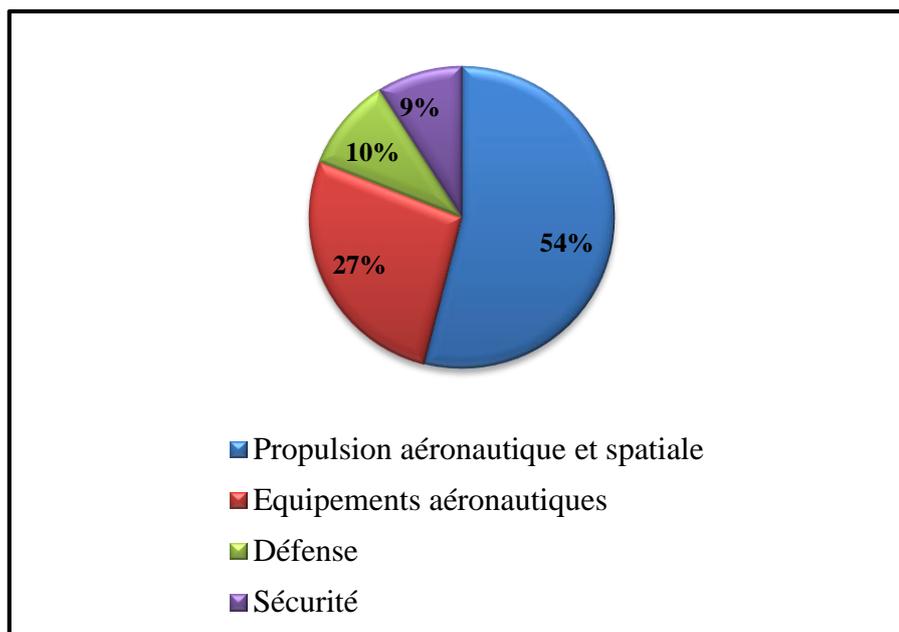


Figure 1: les métiers du groupe SAFRAN

1.1 Propulsion aéronautique et spatiale

Ce métier rassemble toutes les activités du Groupe liées aux systèmes de propulsion des avions, hélicoptères, missiles et lanceurs, sur les marchés civils, militaires et spatiaux. Les sociétés du groupe interviennent, tant en première monte (conception, production, commercialisation, essais) qu'en services, maintenance et réparation, sur les grands programmes aéronautiques et spatiaux mondiaux. Safran réalise la moitié de son chiffre d'affaires dans la propulsion.

1.2 Equipements aéronautiques

Ce métier rassemble toutes les activités du Groupe liées à la conception, production, commercialisation, maintenance et réparation des systèmes et équipements destinés aux avions et aux hélicoptères civils et militaires. Safran détient des positions de leader dans les nacelles (carène du moteur, entrée d'air et inverseur de poussée) via sa filiale Nacelle, dans les systèmes d'atterrissage via Messier-Dowty et Messier-Bugatti, dans les systèmes de transmissions de puissance, au travers d'Hispano-Suiza, et dans les câblages avec Labinal.

1.3 Défense

L'activité du Groupe dans ce secteur s'exerce dans des domaines divers et se décline sur les marchés civils, militaires et spatiaux : équipements de navigation et de guidage inertiels (senseurs mécaniques, senseurs à fibre optique, senseurs à gyrolaser), équipements et systèmes optroniques (visée nocturne, notamment), systèmes d'avionique (commandes de vol, par exemple), systèmes de drones, équipements et systèmes aéroterrestres.

1.4 Sécurité

Dans le métier de la sécurité, le Groupe propose une offre complète allant de l'identification des personnes jusqu'au contrôle de bagages. Safran est un expert mondial des technologies biométriques (acquisition et traitement des empreintes digitales et palmaires, reconnaissance faciale ou de l'iris) et de leur utilisation conjointe via la multi biométrie. Le Groupe est également acteur dans les domaines de l'identification, des documents sécurisés (passeports, carte d'identité), des systèmes de détection d'explosifs, des terminaux de transactions sécurisées et cartes à puce.

2 Filiales de SAFRAN

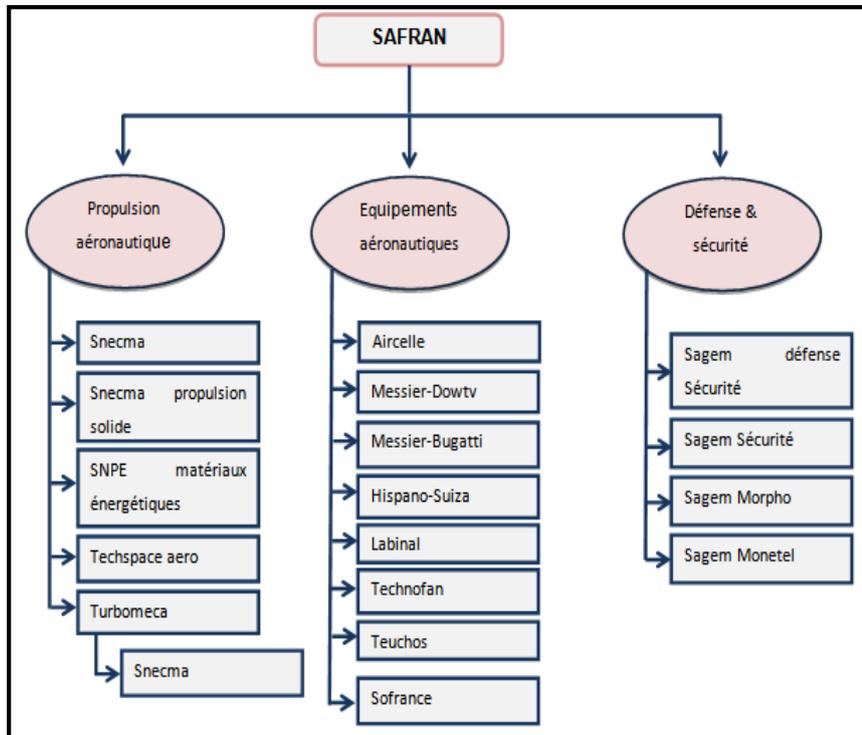


Figure 2: Filiales du groupe SAFRAN

II Présentation de Safran nacelles

Safran Nacelles est un des leaders du marché mondial des nacelles pour moteurs d'avions commerciaux. Il conçoit, produit et intègre des nacelles complètes et fournit à ses clients et utilisateurs les services de maintenance et réparation. Présent sur les programmes aéronautiques les plus récents, Nacelle est notamment le nacelliste intégrateur unique pour les deux motorisations de l'Airbus A380.

Safran Nacelles est présente sur les segments de marché suivants : Grandes Nacelles, Petites Nacelles et Aérostructures, au travers de sa filiale SLCA. La société développe ses activités dans le domaine du support clients et de la réparation.

Nacelles, un des pôles d'excellence du groupe SAFRAN pour les matériaux composites, produit également des pièces composites des moteurs et des aérostructures.

Nacelles est le nom contracté d'Airbus-Nacelles. Cette coentreprise fut créée en 1999 par Airbus et la Snecma pour casser le monopole du fabricant de nacelles américain Goodrich qui équipait jusque-là tous les projets de l'avionneur Européen (A300, A310, A320, A319, A321), Société du Groupe SAFRAN, Nacelle emploie 3,000 personnes sur 7 sites, en France, en Angleterre et au Maroc.



Figure 3: SAFRAN nacelles dans le monde

III Présentation de Safran Nacelles Maroc

Safran Nacelles Maroc est une filiale de la société mère Safran Nacelles le Havre. Elle est implantée au technopôle de Casablanca en Février **2005** et elle est opérationnelle depuis **13/02/2006**. Elle compte à ce jour **650 personnes** dans son effectif.

Nacelles Maroc s'occupe de la fabrication de l'inverseur de poussée, qui est l'élément de la nacelle contribuant à ralentir l'avion pendant la première phase d'atterrissage, juste après le toucher des roues. Il inverse le flux de poussée des réacteurs vers l'avant pour provoquer la décélération. Le principe consiste à retourner le jet propulsif vers l'avant. Ce principe est appelé contre poussée. A l'atterrissage, lorsque l'avion est en phase de roulage, l'inverseur bloque et dévie le flux au moyen d'un obstacle solide. La contre poussée participe jusqu'à **50%** au freinage de l'avion.

Cette filiale est destinée à l'assemblage des pièces de structures de nacelles et à la fabrication de pièces en matériaux composites pour l'industrie aéronautique en s'appuyant sur les technologies les plus avancées (autoclaves et salle blanche).



Figure 4: SAFRAN nacelles Maroc

❖ Définition de la nacelle :

NACELLE = **Entrée** + **Capots Fan** + **Inverseur de poussée** + **Tuyère**



1 Produits de nacelles Maroc

Elle réalise actuellement des portes d'inverseurs et des IFS (InnerFixed Structure, la peau interne d'une nacelle). Ces équipements complexes, de haute technologie, sont destinés aux nacelles des moteurs CFM56 qui équipent les Airbus de la famille A320 et des moteurs Rolls- Royce BR710 destinés aux avions d'affaires Bombardier Global Express et Gulf-Stream 500 et 550.

Nacelles Maroc produit également des inverseurs complets notamment le BR710 livré directement à Rolls-Royce, et le SAM146 pour l'avion SukhoiSuperjet 100, Et finalement les capots FCD SAM146 également pour l'avion SukhoiSuperjet 100.

2 Organigramme de Nacelles Maroc

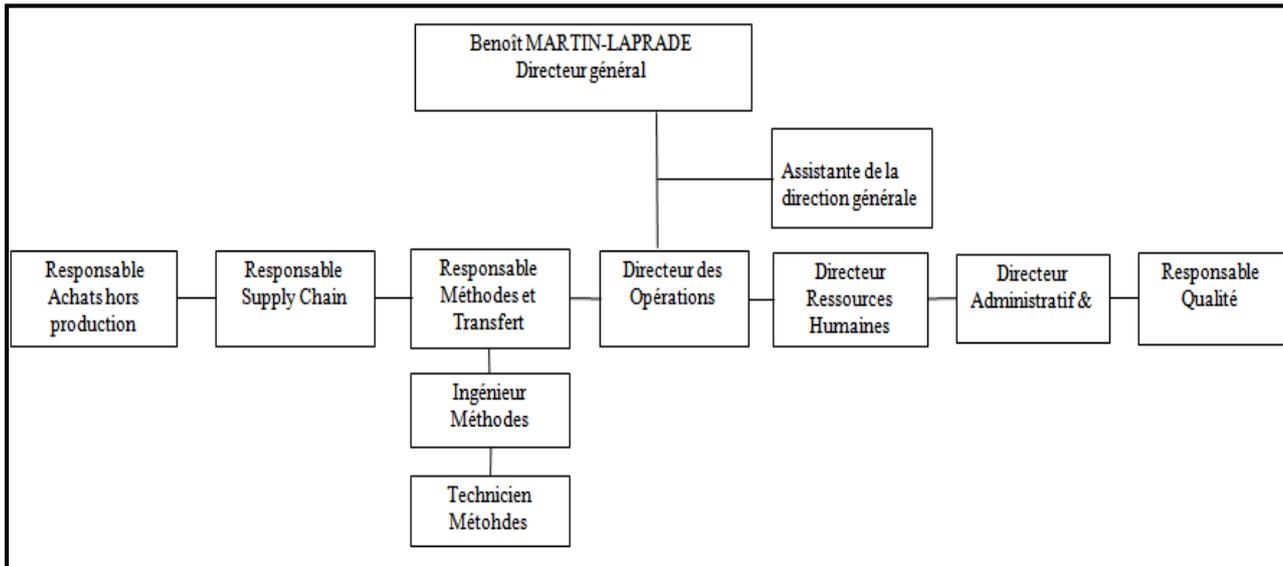


Figure 5: Organigramme de SAFRAN Maroc

3 Données clés de Nacelles Maroc

Capital	45 million de dirhams
Résultat net	20 million de dirhams
Personnel	650 personnes
Création	En février 2005
Forme juridique	Société anonyme à directoire et conseil de surveillance
Siège social	BP 80 - Technopôle Aéroport Mohamed V Nouasseur Casablanca, Maroc
Direction	Benoît Martin-Laprade, Directeur Général
Site web	www.aircelle.com

Tableau 1: Les données clé de Nacelles Maroc

IV Présentation du programme A320 néo

La chaîne d'assemblage A320 néo est un programme qui a débuté au HAVRE et a été transféré fin 2016 au Maroc. Depuis son implémentation au Maroc une dizaine d'inverseurs de poussée ont été livrés.

Le processus d'assemblage comprend **4 zones** distinctes répartis dans deux lignes, une gauche et une autre droite, chacune assemble un demi-inverseur pour obtenir à la fin un jeu d'inverseur constitué d'un demi-inverseur droit et d'un demi-inverseur gauche qui va être livré vers le site



Figure 6: demi-inverseur d'A320 Néo

Processus d'assemblage A320 néo :

1 Synoptique de la ligne

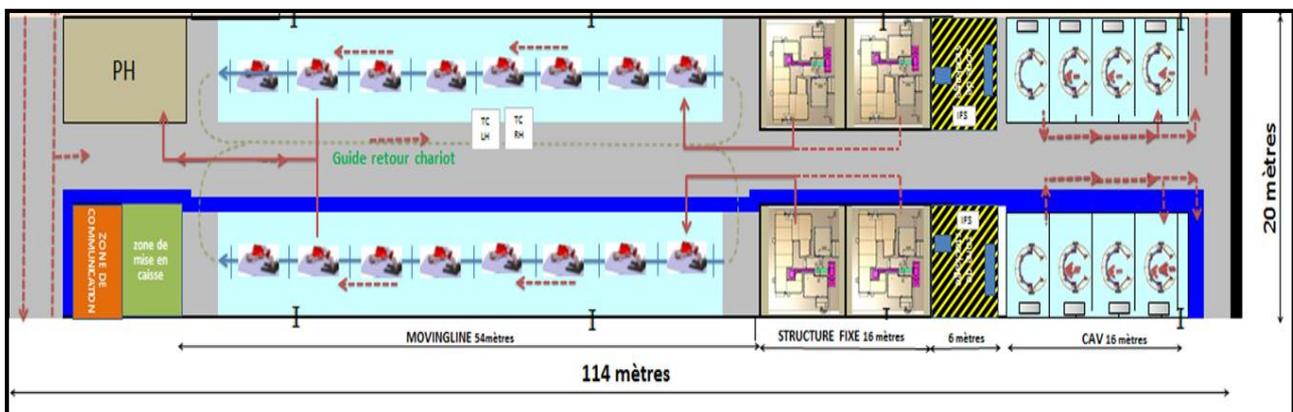


Figure 7:synoptique de la ligne d'assemblage A320 néo

2 Le processus d'assemblage

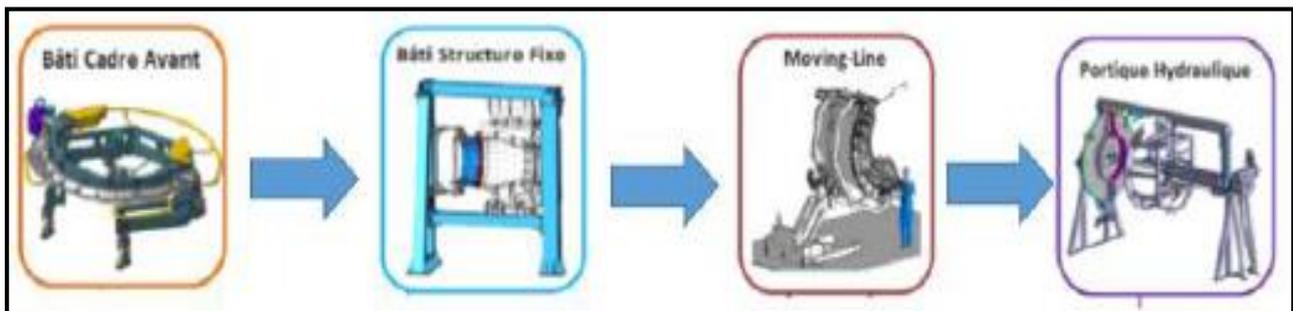


Figure 8:Processus d'assemblage

2.1 Zone 1: Cadre Avant

Opérations réalisées dans cette zone:

- Montage des cornières
- Montage des fronts de panel
- Montage des tôles feu
- Montage des BDD

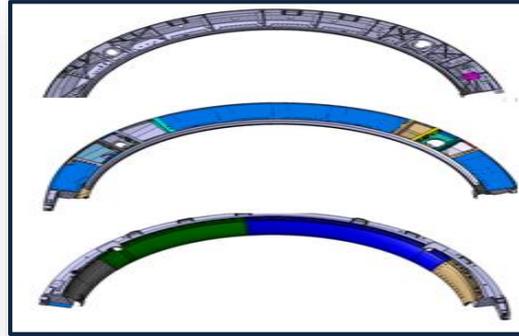


Figure 9:cadre avant

2.2 Zone 2: Structure fixe

Opérations réalisées dans cette zone:

- Montage du CAV
- Montage de l'IFS
- Montage de L'ACC

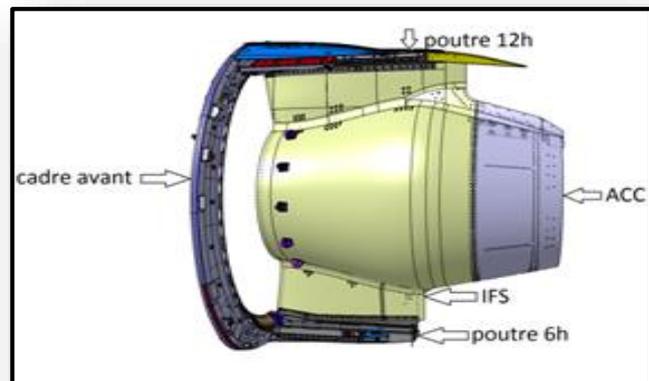


Figure 10:structure fixe

2.3 Zone 3: Moving line

Opérations réalisées dans cette zone:

- Montage tôle feux
- Montage des Vérins
- Montage des canalisations
- Montage du câblage
- Montage du transcowl

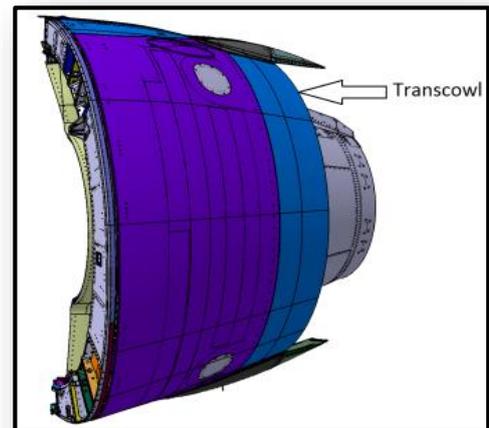
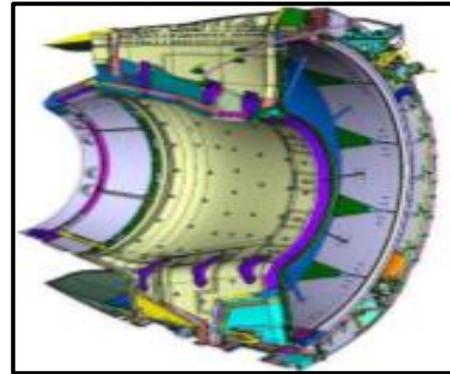


Figure 11: Moving line

2.4 Zone 4: portique hydraulique

Opérations réalisées dans cette zone:

- Test d'étanchéité
- Test de fonctionnement

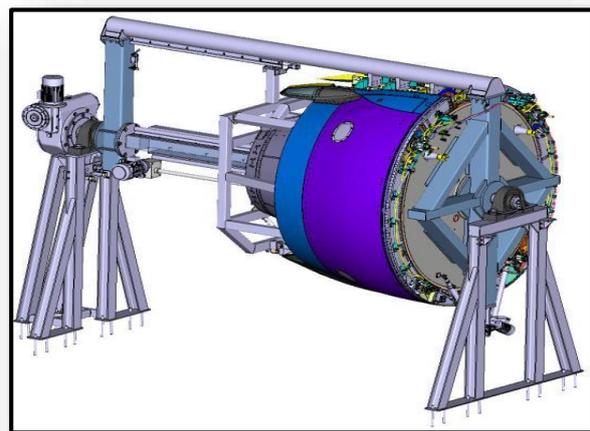


Figure 12: portique hydraulique

Conclusion :

Dans cette partie, nous avons décrit l'environnement du travail. En commençant par une présentation du groupe SAFRAN et ses différents métiers. Ensuite, nous avons passé en revue la présentation de Safran Nacelles puis Safran Nacelles Maroc. Enfin, nous avons présenté la chaîne d'assemblage en détaillant ses différentes phases.

Le chapitre suivant pose la problématique de ce projet de fin d'études et présente la méthodologie adoptée pour y répondre.

CHAPITRE 2: Cadre général du Projet

Introduction

Dans cette étape du projet, nous allons commencer par définir le cadre du projet en élaborant un cahier de charge qui décrit les principales composantes délimitant l'envergure du projet, ensuite nous allons présenter la méthodologie du travail suivie pour l'implémentation du démarche Lean Six Sigma.

I Cahier des charges

1 Contexte

Dans le cadre d'un chantier « **Lean Six Sigma** » lancé par le responsable du programme A320 néo, notre mission consiste à diminuer et fiabiliser les temps d'assemblage afin d'améliorer les conditions de travail.

2 Problématique

La ligne d'assemblage A320 néo est une ligne récemment implantée au sein de Nacelles Maroc. Elle connaît plusieurs problèmes de défaut de performance et de non-respect du cycle et de temps de gamme, qui sont du a des modifications montée en cadence, formation des Nouveaux AMC, manque d'outillage...

Ceci engendre des gaspillages importants et des écarts du cycle d'assemblage chose qui entraîne des retards significatifs de livraison.

3 Périmètre

Le projet est mis en place dans la chaîne d'assemblage de l'inverseur A320 néo en focalisant notre projet sur la phase du Moving Line.

4 Objectif du projet

Les objectifs du projet sont définis d'après la règle SMART présentée dans le schéma suivant :

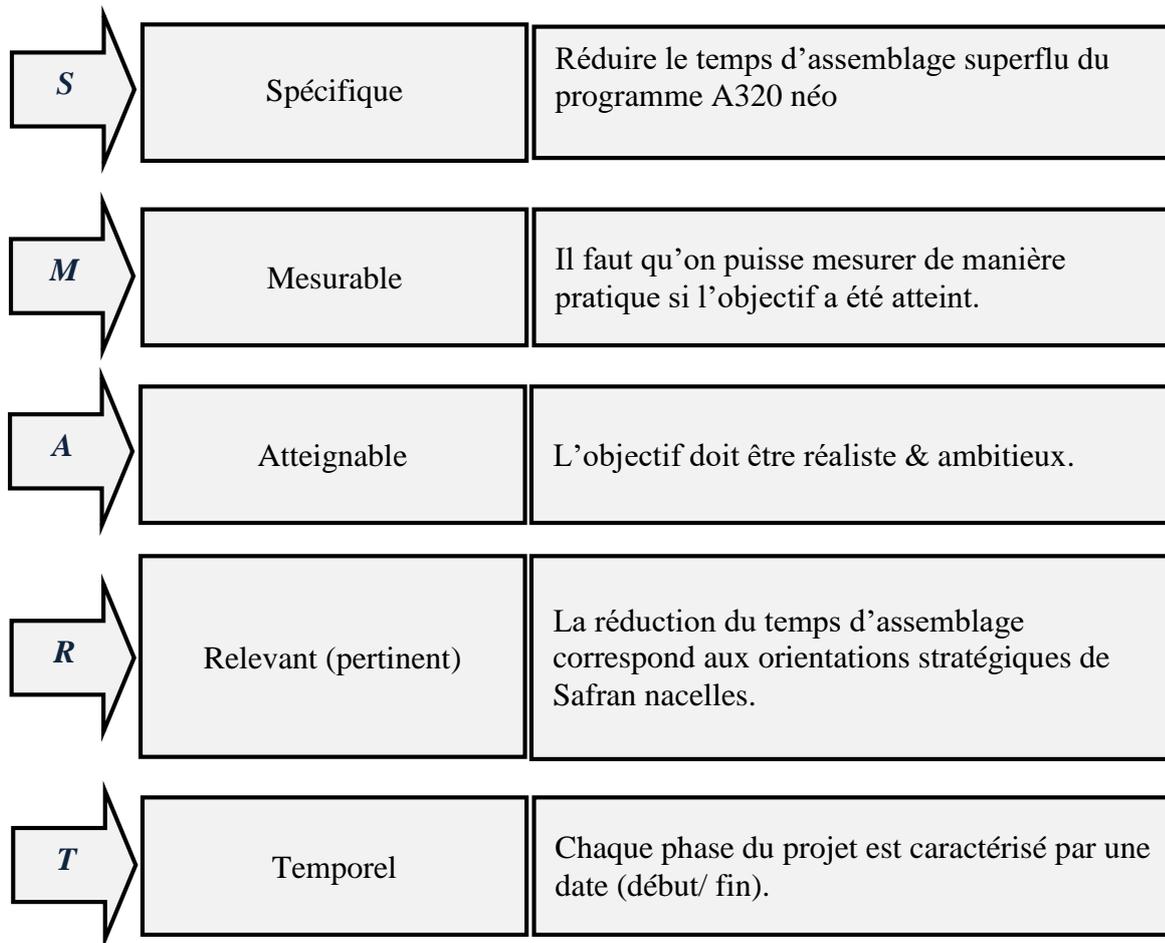


Figure 13: La règle SMART

Les objectifs du projet sont :

- Réduction du temps d'assemblage de 120 h à 77 h / demi inverseur (hors SF)
- Amélioration des conditions de travail
- Amélioration de la satisfaction client

5 Les gains financiers

✓ *Gain sur le temps de production*

Etant donné que le taux horaire est de **25euros/heure**, nous avons calculé le gain sur le temps de production :

$$(120-77)*25\text{euros/heure} = 1075 \text{ euros/inverseur}$$

II Démarche Lean Six Sigma :

1 Qu'est-ce que « Lean » ?

Le Lean management est traduit littéralement par “management au plus juste”, il est né à partir des années 1950 chez TOYOTA pour répondre à des problématiques de l'industrie automobile. Il repose sur l'idée de dépenser moins d'énergie et de se concentrer sur la finalité pour être plus performant.

C'est une approche orientée processus client qui vise à s'adapter à tous les changements de situation. Il a pour but principal l'optimisation de la valeur ajoutée pour le Client, par l'élimination systématique des sept gaspillages appelés « *Mudas* » et sont les suivants :

- ✓ **La Surproduction** : Toute matière ou ressource mal affectée à une production non vendue : continuer à produire alors que l'ordre de production est soldé...
- ✓ **Les attentes** : Pourcentage de temps perdu à cause d'une défaillance d'un équipement ou d'un changement de série ou d'une indisponibilité d'outils...
- ✓ **Le transport** : Tout déplacement ou transport d'une pièce entre les machines ne lui confère aucune valeur ajoutée.
- ✓ **Processus / Traitement** : Tendance des opérateurs à atteindre un niveau de spécification au-delà des attentes de clients : opération inutiles, perfectionnisme...
- ✓ **Les stocks** : Tout stock est de l'argent immobilisé soumis à des risques de détérioration, de vols et d'obsolescence outre le gaspillage de temps dans la recherche de références.
- ✓ **Mouvements inutiles** : Une mauvaise conception des postes de travaux peut induire des déplacements inutiles des personnes pour chercher un outil ou une information.
- ✓ **Rebus/Rejets** : Le coût du non qualité dépasse celui de la pièce : pièce défectueuse, erreur dans l'information.

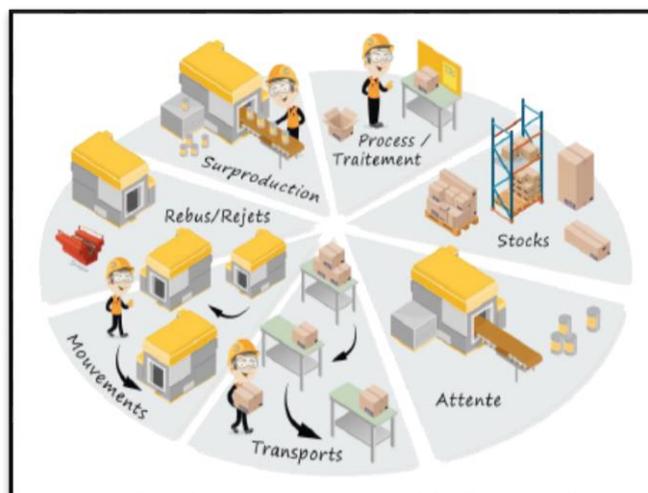


Figure 14: Les 7 formes de gaspillage

➤ Outils de Lean :

Les outils du Lean management sont nombreux, nous citons les plus connus :

*Le Kanban

*Les 5S...

2 Qu'est-ce que « six sigma » ?

Six Sigma constitue une des approches possibles ayant pour but l'amélioration de la performance et la rentabilité des entreprises. Née aux États-Unis, l'approche Six Sigma bénéficie désormais d'une diffusion mondiale et s'affirme comme étant incontournable pour un management performant.

Souvent classée parmi les méthodes qualité, c'est aussi une nouvelle approche de management, fondée sur une certaine culture de la qualité visant la réduction de la variabilité.

➤ Outils de Six Sigma

Parmi les outils de la démarche six Sigma, on peut citer :

*SIPOC

*Ishikawa

*Management visuel...

3 « Lean six sigma »

Lean Six Sigma est la combinaison des deux approches : Lean et Six Sigma. Ces dernières sont orientées par rapport à la perception du client. Lorsqu'elles sont mises en œuvre avec circonspection, les avantages délivrés sont tout à fait compatibles et complémentaires.

-Le Lean contribue fortement à améliorer Le Processus en moyenne (Réduction de temps).

-Les Six Sigma contribuent fortement à améliorer la maîtrise de la dispersion du Processus.

-L'ajout de chaque approche conduit à une **Performance élevée du Processus**.

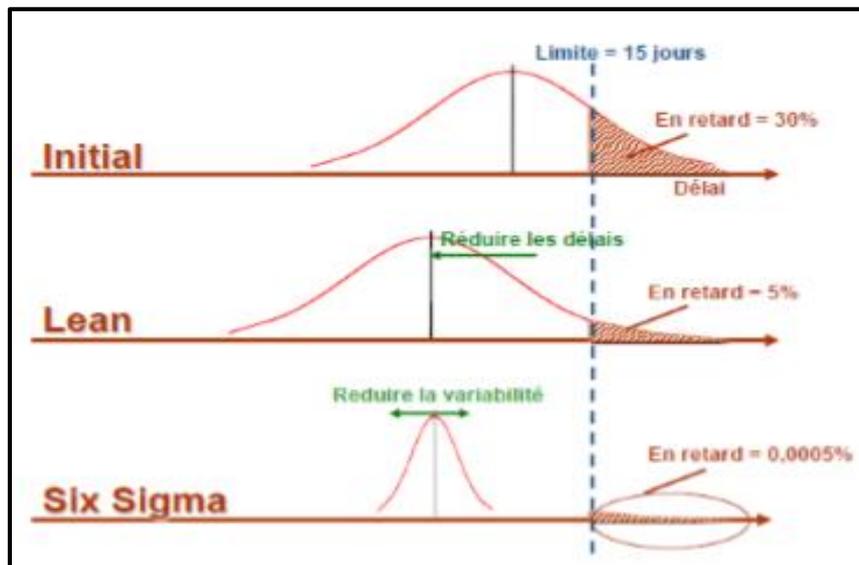


Figure 15: Amélioration par Lean et Six sigma

4 La démarche DMAIC

DMAIC est une démarche de résolution de problème, utilisée pour la mise en place de la méthodologie Lean Six Sigma, c'est un acronyme décrivant la séquence des cinq étapes fondamentales ci-dessous :

Définir (Define)

C'est la première étape de la démarche DMAIC, elle se décompose principalement en trois parties:

- ✓ La préparation de la charte du projet. Il s'agit de compléter un document de synthèse décrivant le problème et les objectifs attendus, de constituer l'équipe et de sélectionner les parties prenantes, de reporter les enjeux financiers, enfin, de préparer la planification du projet.
- ✓ La réalisation d'une cartographie SIPOC (Suppliers, Input, Process, Output, Customer), en français FIPEC (Fournisseur, Intrants, Processus, Extrants, Clients).
- ✓ La collecte de la voix du client afin d'identifier ses attentes.

Mesurer (Measure)

La phase de mesure inclut généralement :

- ✓ Une déclinaison des paramètres qui influencent le processus, à partir de la voix des clients, pour établir une première collecte des données.

- ✓ Un récolte des données, à l'aide du chronométrage approprié, afin d'évaluer la performance du processus.
- ✓ Une analyse des données, à partir de graphiques, afin de dégager des tendances qui seront approfondies dans la phase d'analyse.

Analyser (Analyze)

L'objectif de l'étape c'est: La recherche des causes potentielles de défaillance par l'utilisation de plusieurs outils notamment Pareto, ISHIKAWA, Les cinq pourquoi...

Améliorer (Improve)

Cette étape de génération d'idées se dissocie en plusieurs phases :

- ✓ La revue de chacun des paramètres influents, déterminés à la phase d'analyse, pour générer une liste de solutions potentielles.
- ✓ La créativité qui permet de générer des solutions, notamment pour les paramètres difficiles à améliorer ou ceux pour lesquels plusieurs solutions sont possibles.
- ✓ La sélection de solutions qui retiendra les solutions à appliquer.

Contrôler (Control)

Dans la phase de contrôle du processus, toutes les améliorations trouvées au cours du projet sont intégrées au processus et l'on valide le fait que les nouveaux standards atteints satisfont bien les demandes du client. Cette étape de contrôle permet aussi de valider l'atteinte des objectifs financiers. Cette dernière phase du cycle DMAIC permet de restituer au Sponsor un processus qui présente un nombre de défauts très faible (quasi-inexistant). La réalisation du processus permet ainsi de maximiser les gains au niveau de la qualité des résultats obtenus et au niveau de l'atteinte des objectifs techniques et financiers.

Conclusion

Ce chapitre a permis de bien cadrer le projet en définissant le cahier des charges et la méthodologie du travail suivie, par la suite on va entamer les différentes étapes de la méthode.

CHAPITRE 3 : « DEFINE » Définir le cadre du projet

Introduction

Dans cette première étape de la méthodologie DMAIC, nous avons mis en place les étapes à suivre pour définir le problème :

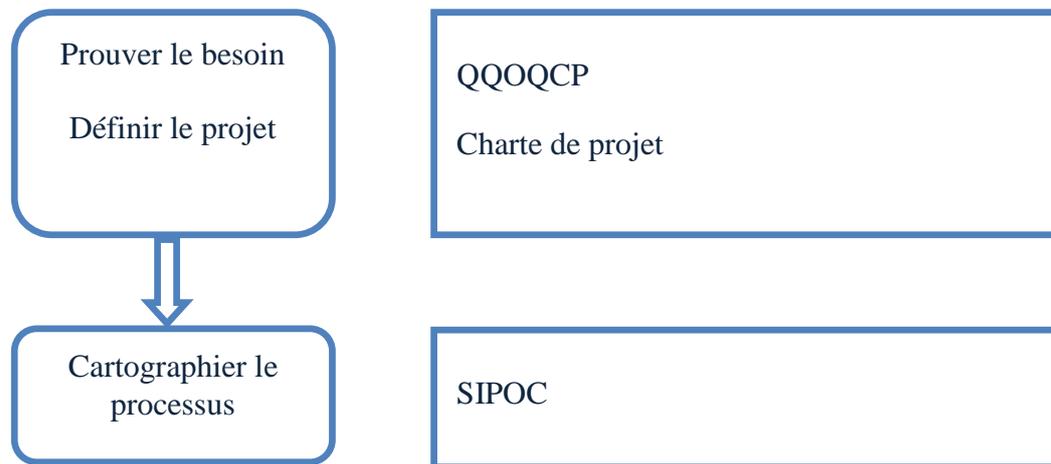


Figure 16: les étapes de la phase définir

Cadre du Projet Lean Six-Sigma

I Définition du projet

Pour identifier les aspects essentiels en tenant compte de toutes les dimensions du problème, nous avons adopté la méthode QOOQCP. C'est une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique :

Q = *Quoi* ? De quoi s'agit-il ? Quel est le défaut ?

Q = *Qui* ? Qui est concerné ? Qui a détecté ce défaut ?

O = *Où* ? Où cela se produit-il ? Où est-ce localisé ?

Q = *Quand* ? Quand est-ce que cela s'est produit ? A quelle fréquence ?

C = *Comment* ? Comment cela arrive-t-il ? Comment l'a-t-on détecté ?

C = *Combien* ? Combien de fois cela s'est-il passé ? Combien ça a coûté ?

P = *Pourquoi* ? Pourquoi cela s'arrive-t-il ? Pourquoi ne l'a-t-on pas détecté avant ?

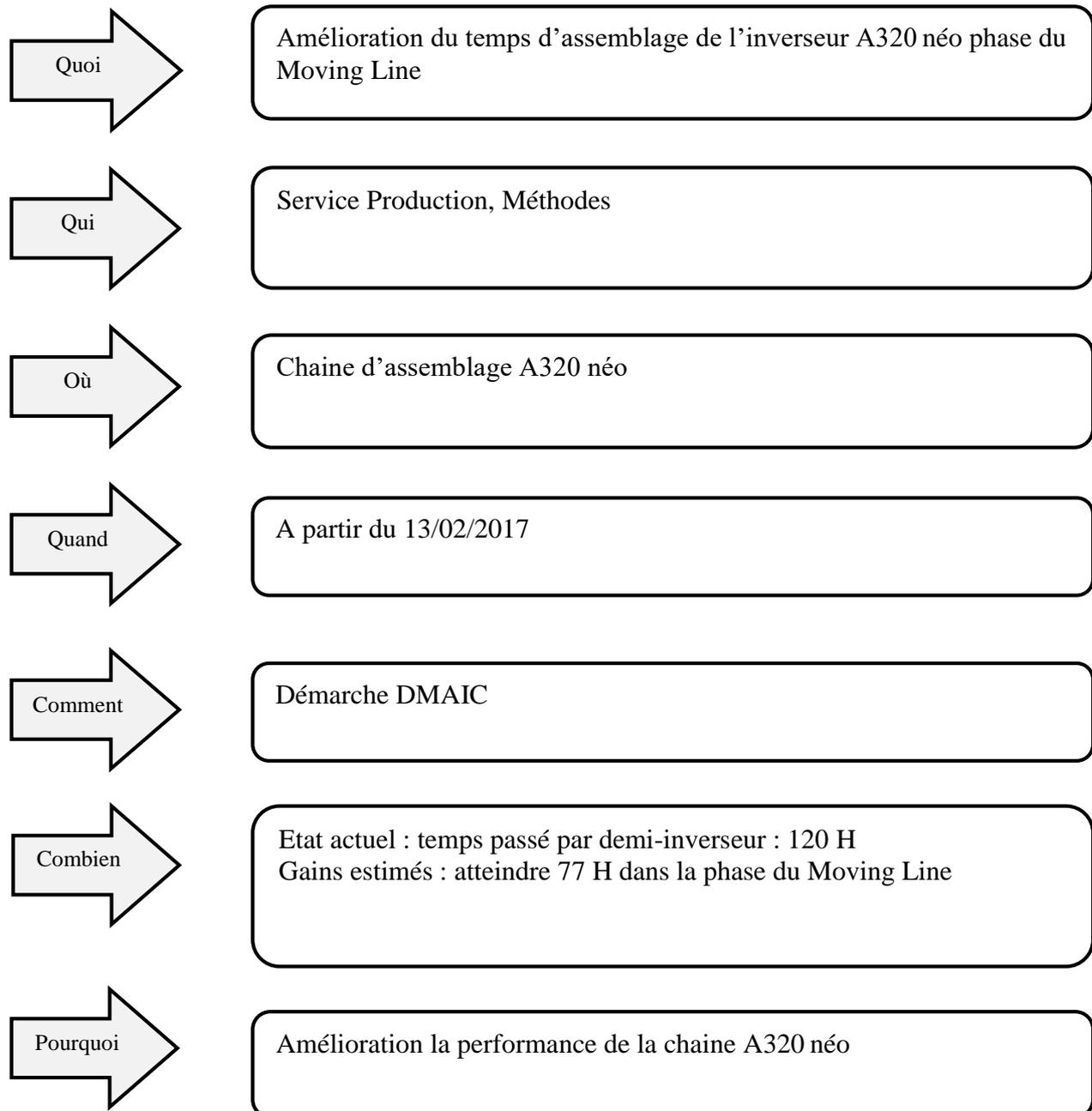


Figure 17: définition du projet par QOOQC

II Charte de projet

Il s'agit d'un document de synthèse qui décrit le problème, le périmètre, les objectifs attendus et les gains financiers. Il permet de mettre en place une planification du projet en tenant compte des risques qui peuvent entraver la réussite du projet.

charte de projet																		
Intitulé du projet		Contexte de projet						Enjeux du projet										
Amélioration du temps d'assemblage du programme A320 néo		Dans le cadre de la montée en cadence s'inscrit ce projet qui vise à diminuer le temps d'assemblage de la ligne A320 néo en éliminant les gaspillages						*Satisfaire notre client actuel *Faire de safran nacelles un "Great place to work"										
Objectifs																		
*Réduire le temps d'assemblage de 120H à 77H *Améliorer la satisfaction client		Planning																
Gains		Semaines/mois	Février				Mars				Avril				Mai			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1075 euros/demi-inverseur		Définir																
		Mesurer																
		Analyser																
		Améliorer																
		Controler																
Equipe de projet																		
*GOISRAMÉ Thomas (Sponsor du projet) *Battah Soumia & EL HAJJAJI Salma (stagiaire pilote de projet) *RIBQI Nouredine (responsable atelier) *BENKIRANE Faïçal (responsable transfert) *SADOQ Fatimaezzahra (ingénieur transfert) *GOURARI Ahmed (leader Moving line)		Prémètre du projet						Démarche										
		Le projet est mis en place dans la chaîne d'assemblage d'A320 néo précisément phase du Moving line						DMAIC										

Figure 18: Charte de projet

III Périmètre du projet :

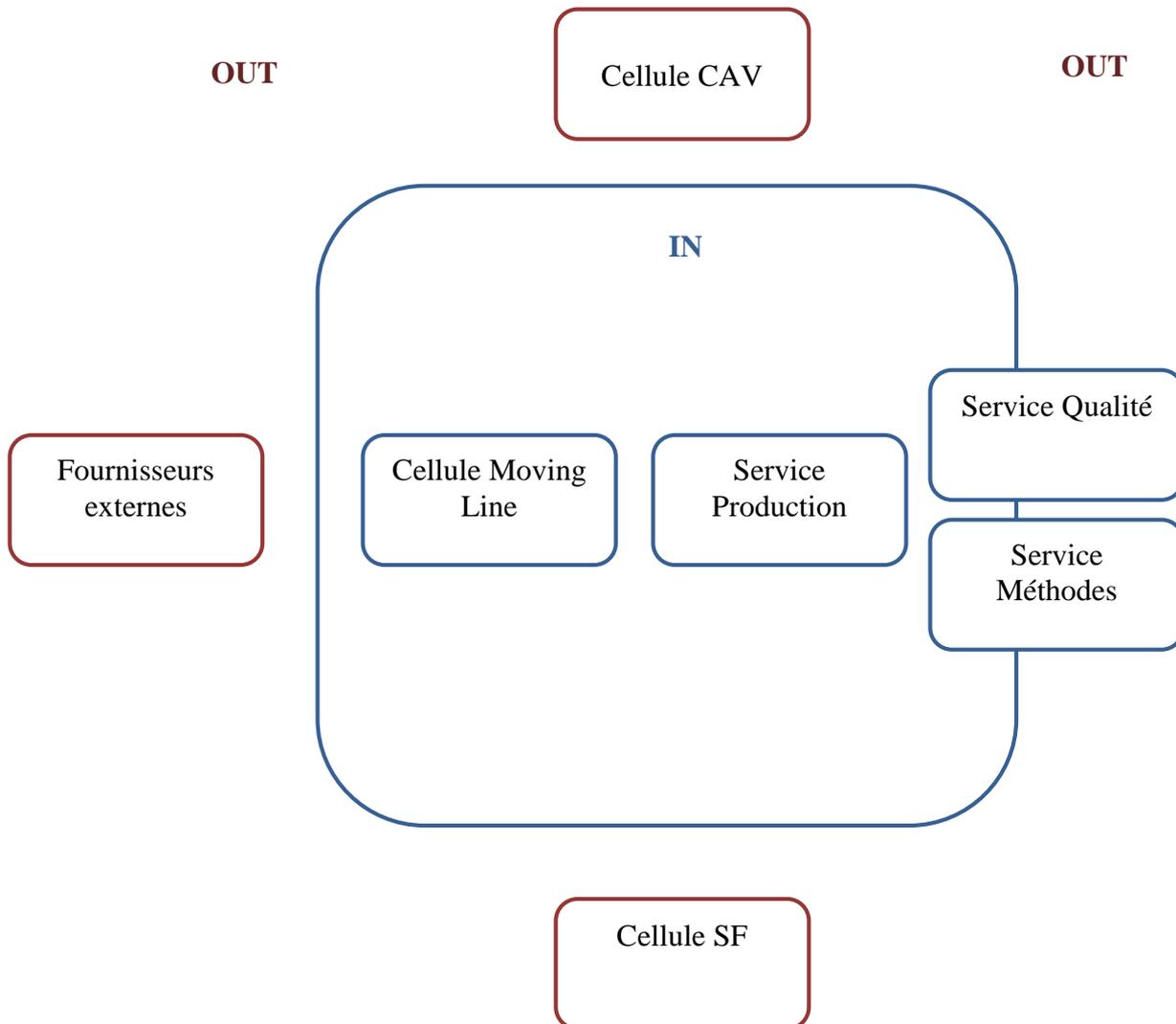


Figure 19: Périmètre du projet

IV Cartographie du processus

Le SIPOC est l'acronyme de **Suppliers** (Fournisseurs), **Inputs** (Intrants ou Entrées), **Process** (Processus), **Outputs** (Extrants ou Sorties), **Customers** (Clients). Cet outil de visualisation va donc permettre d'identifier tous les éléments pertinents (S, I, P, O, C) qui vient d'alimenter un processus.

Le principe de cet outil est très simple, on pose aux personnes interrogées ces question :

Supplier : qui te fournit l'ingrédient/la matière/l'information qui déclenche ce que tu vas transformer et que l'on peut considérer comme étant « la valeur ajouté »

Input : quel ingrédient/matière/information déclenche ce que tu vas transformer ?

Process : par quelle étape de transformation va-t-on passer pour apporter la valeur ajoutée ?

Output : quel est le résultat de cette transformation ?

Customer : qui (personne, service, système...) va utiliser ce que l'on vient de réaliser ?

La figure ci-dessous présente le résultat obtenu à travers cet outil

Suppliers(fournisseurs)	Input(entrées)	Process(Processus)	Output(livrables)	Customers(Clients)
Gestion de production Magasin Méthodes	<ul style="list-style-type: none"> *Fiche suiveuse *Gammes de fabrication *Outillages *Pièces et fixations *Consommables *Check-lists de contrôle 	<p>Phase1 :CAV Assemblage Cadre nu avec : Les cornières Les fronts de panel Les tôles feu Les BDD</p>	Cadre avant assemblé	<p>Inspection Cellule structure fixe</p>
Magasin Méthodes Cellule CAV	<ul style="list-style-type: none"> *Fiche suiveuse *Gammes de fabrication *Outillages *Cadre avant, ACC et IFS *Pièces et fixations *Consommables 	<p>Phase2 :Structure fixe Assemblage Cadre avant avec l'IFS et l'ACC</p>	CAV, IFS et ACC assemblé	<p>Inspection Cellule Moving line</p>
Magasin Méthodes Cellule structure fixe	<ul style="list-style-type: none"> *Fiche suiveuse *Gammes de fabrication *Outillages *Pièces et fixations *Consommables *Check-lists de contrôle 	<p>Phase 3:Moving Line Montage tôle feu Montage des vérins Montage des canalisations Montage du cablage Montage du transcowl</p>	Demi-inverseur assemblé	<p>Inspection Cellule portique hydraulique</p>
Qualité Méthodes	<ul style="list-style-type: none"> *Fiche suiveuse *Gammes de fabrication *Outillages *Check-lists de contrôle 	<p>Phase 4 : Contrôle PH Test d'étanchéité Test de fonctionnement</p>	Inverseur contrôlé	Inspecteur P2
Qualité Inspecteur Bureau d'études	<ul style="list-style-type: none"> *Fiche suiveuse *Outillages *Check-lists de contrôle *Validation de fin de phase 	<p>Phase 5: Contrôle final</p>	Inverseur mis en caisse	Inspecteur P2+

Figure 20: SIPOC

Conclusion

Cette première phase de la démarche DMAIC a été consacrée à définir :

- Le contexte de notre projet;
- La charte, les objectifs et les gains ;
- Cartographie du processus ;

Ensuite, nous allons procéder à un diagnostic de la situation actuelle afin d'obtenir une image claire et détaillée de l'existant et d'évaluer la performance du processus. Ce travail constitue la phase 'Mesurer' de la démarche DMAIC

CHAPITRE 4: « MEASURE » MESURER LE PROCESSUS

Introduction

Dans la phase Mesurer de la démarche DMAIC, nous allons procéder au prélèvement des mesures nécessaires et à la collecte des données, dans le but de situer la performance actuelle du processus.

Mesure de la performance du processus

I Moyens de mesure

Nous avons effectué le suivi de 27 opérations sur un demi-Inverseur gauche d'A320 néo. Ceci dénote des efforts déployés pour collecter les données sur le terrain et ceci à travers deux moyens:

- Un chronomètre pour mesurer les temps d'assemblage.
- Des feuilles d'enregistrement pour noter les opérations et leur temps.

II Suivi des opérations

Equipées des deux moyens de mesure cités préalablement, nous avons mesuré le temps de chaque opération de la gamme d'assemblage en commençant par l'opération 150 jusqu'à l'opération 430 du processus d'assemblage y compris les phases de contrôle et les retouches. Nous citons ci-dessous ces différentes opérations :

Numéro de l'opération	Opération
150	Perçage beavertail
160	Cale beavertail & Montage Sliders
170	Rivetage Front Panels & BDD 6H et 12H part 1
180	Front Panels, BDD 6H part 2 & Tôle feu 12H avant
190	Perçage Rivetage Tôle feu poutre 12h arrière part 1
200	Tôle Feu poutre 12 H AR part 2
210	cheminement joint 6H AR part 1
220	cheminement de joint 6h arrière part 2
230	cheminement de joint 6h arrière part 3
240	Tôle feu 6H avant
250	Montage cadre arrière secondaire track blank off transcowl

260	Montage transcowl & canalisation
270	Montage canalisation TLS & câble
280	Manutention vers Structure fixe
285	Contrôle géométrique demi-inverseur
290	Manutention vers le Moving Line
300	Montage Slate panel + joints
310	Montage joints part 2
320	Montage PTH part 1
330	Montage PTH part 2
340	Montage PTH part 3
350	Montage PTH part 4
360	Finition montage spigots, pads, bandes téflon et pivot
370	Bandes téflon & Contrôle continuité électrique
400	Montage bielle HOR
410	Marquage structure fixe & demi-inverseur
422	Retouche Revue et Qualité
430	contrôle masse & masse en caisse

Tableau 2: les opérations du Moving Line

III Méthode de mesure :

Pour effectuer les mesures, nous avons adopté les étapes suivantes :

- Faire le suivi du déroulement des opérations du processus d'assemblage.
- Dresser un tableau qui contient des informations détaillées des tâches menées par les opérateurs depuis l'entrée sur chaîne jusqu'au pointage de sortie.

Un exemple des opérations chronométrées de la phase du Moving Line est présenté sur le tableau suivant :

Description AMC	Le temps (min)	Famille	Type
OP 150 : Perçage beavertail			
SOP : Protéger l'ACC			
AMC cherche le film plastique	4	Déplacement	NVANU
AMC cherche le ciseaux	2	Recherche	NVANU
AMC coupe le film plastique	3	Préparation	NVAU
Le temps total	19		
VA	10		
NVAU	3		
NVANU	6		
%VA	52,63157895		
%NVAU	15,78947368		
%NVANU	31,57894737		
SOP : Présentation de l'outillage			
SOP : Monter le sous ensemble de référencement dans le rail de la poutre 12H			
SOP : Monter le sous ensemble de positionnement Beaver Tail			
SOP : Mettre l'outillage en configuration			
AMC cherche le gabaret	2	Déplacement	NVANU
Le temps total	12		
VA	10		
NVANU	2		
%VA	83,33333333		
%NVANU	16,66666667		
SOP : Epingler la Beavertail			
VA	6		
SOP : Déterminer l'épaisseur de la cale			
AMC cherche jeu de cale	4	Déplacement	NVANU
AMC cherche les cales	10	Déplacement	NVANU
Le temps total	18		
VA	4		
NVANU	14		
%VA	22,22222222		
%NVANU	77,77777778		
SOP : Percer, aléser et fraisurer			
AMC cherche une foret	5	Déplacement	NVANU
AMC cherche Alésoire	3	Déplacement	NVANU
AMC cherche une fraise	5	Attente	NVANU
Le temps total	30		
VA	17		
NVANU	13		
%VA	56,66666667		
%NVANU	43,33333333		
SOP : Retirer la Beaver tail			
VA	2		

SOP : Fraisurer l'IFS			
AMC cherche une fraise	12	Déplacement	NVANU
Le temps total	23		
VA	11		
NVANU	12		
%VA	47,82608696		
%NVANU	52,17391304		
SOP :Démonter et ébavurer			
AMC cherche ebavereur	2	Recherche	NVANU
Le temps total	8		
VA	6		
NVANU	2		
%VA	75		
%NVANU	25		
SOP :Mettre l'outillage en position contrôle			
VA	3		
SOP : Fixer la cale et la Beaver tail			
AMC cherche couple serrage	5	Déplacement	NVANU
Le temps total	16		
VA	11		
NVANU	5		
%VA	68,75		
%NVANU	31,25		
SOP : Contrôler la Beaver tail sur 8 points			
Amc cherche lic	10	Déplacement	NVANU
AMC cherche comparateur	4	Déplacement	NVANU
AMC remplit lic	2	traçabilite	NVAU
Le temps total	25		
VA	9		
NVAU	2		
NVANU	14		
%VA	36		
%NVAU	8		
%NVANU	56		
Fin de l'opération			

Tableau 3: Opération 150

Visualiser les premiers potentiels d'amélioration

Certaines des étapes traversées par le flux physique transforment la matière et contribuent ainsi à créer de la valeur pour le client. D'autres ne sont pas créatrices de valeur. Ainsi une répartition de ces opérations a été faite selon ce critère : VA, NVA et Gaspillage.

Action à Valeur Ajoutée : Une action qui change la nature, la forme ou les caractéristiques d'un produit en lui apportant une plus-value réelle que le client est prêt à payer

BUT : Augmenter le ratio d'activité à valeur ajoutée

Action à Non-Valeur Ajoutée Utile : Une action indispensable pour réaliser le produit au regard des contraintes internes ou externes à l'entreprise. Mais elle n'apporte aucune valeur au Client.

BUT : Réduire les actions à non-valeur ajoutée si possible

Action à Non-Valeur Ajouter Non Utile (Gaspillage) : Action non nécessaire qui pénalise le processus et qui peut être éliminée sans porter de préjudice au produit.

BUT : éliminer les différents types de gaspillages continuellement afin de réduire les temps de défilement.

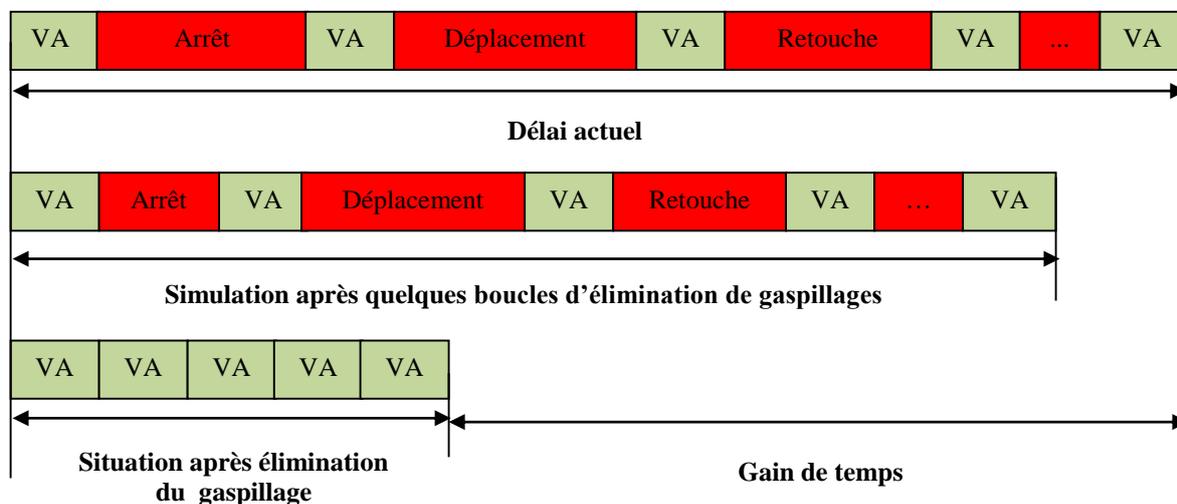


Figure 21 : élimination des gaspillages

Pour chaque opération, nous avons élaboré des tableaux illustrant le temps en heures dans la phase mesurée, ainsi que des graphes donnant les pourcentages des VA, NVA et gaspillages et des types les gaspillages.

La figure suivante représente un exemple pour l'opération 150, pour les autres opérations voir Annexe 1.

➤ **Opération 150 : Perçage beavertail**

	Le temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	2.7	100
La somme des VA	1.483	55
La somme des NVAU	0.083	3
La somme des NVANU	1.133	42

Tableau 4: le temps passé dans l'opération 150

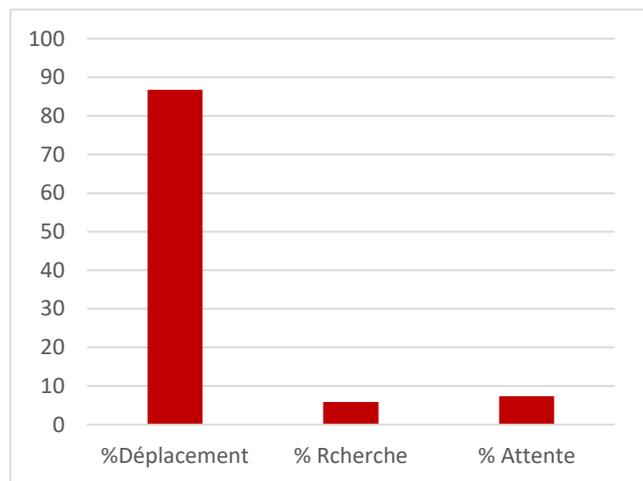
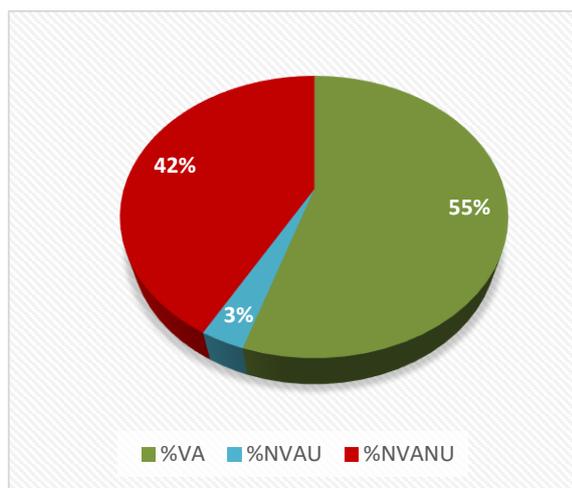
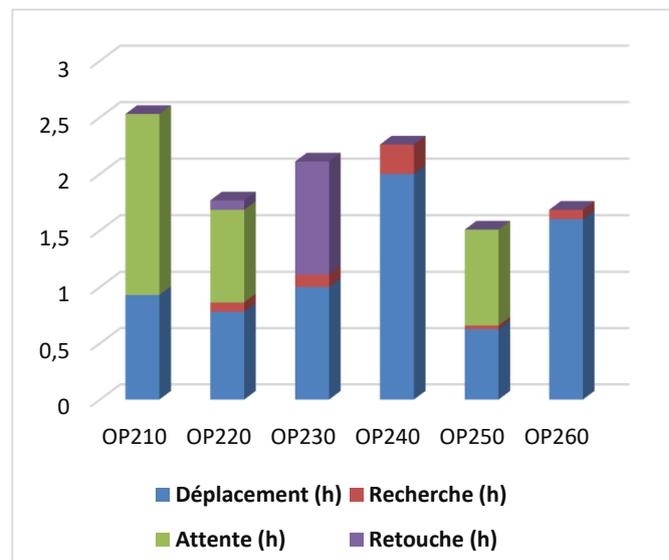
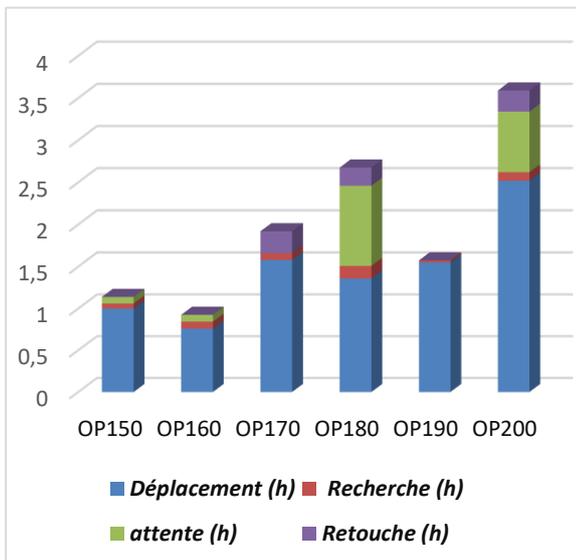


Figure 22: Synthèse des mesures de l'opération 150

- Les graphes ci-dessous donnent les heures des NVANU (Gaspillages) pour chaque opération dans le périmètre assemblage A320 néo dans la phase du Moving Line :



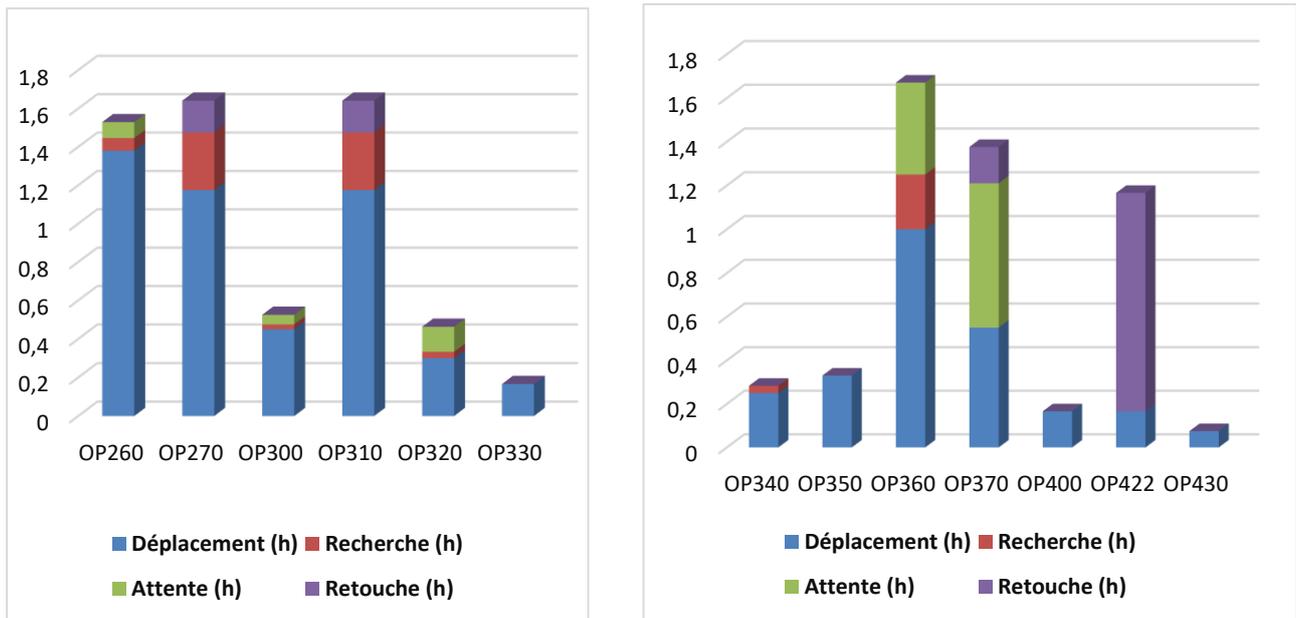


Figure 23: Répartition des NVANU par Opération

- Pour récapituler, le graphe ci-dessous donne les temps des VA/NVA/Gaspillages pour la phase du Moving Line :

	Temps en (H)
Le temps total du Moving Line	94.262
La somme des VA	56.086
La somme des NVAU	5.196
La somme des NVANU	32.98

Tableau 5: le temps passé dans la phase du Moving Line

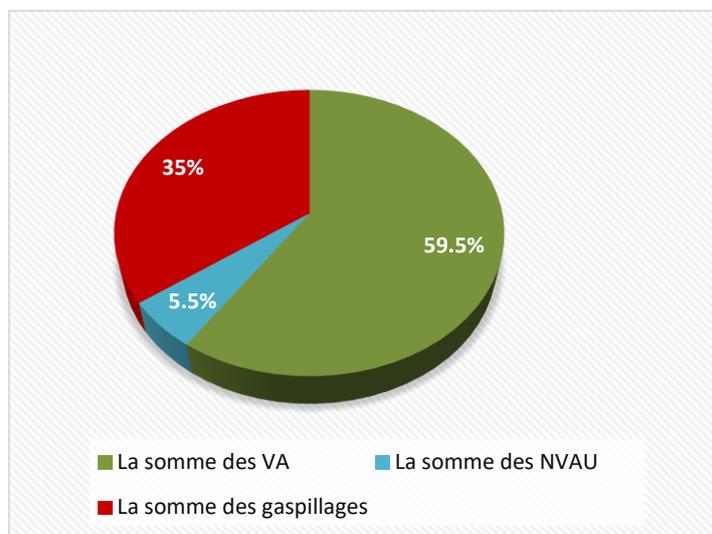


Figure 24 : Répartition des VA/NVAU/NVANU Dans la phase du Moving Line

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons collecté les données et mesurer le temps d'assemblage de la phase du Moving Line de l'inverseur A320 néo, pour pouvoir interpréter les données récoltées dans la phase Analyser.

CHAPITRE 5: « ANALYSE » ANALYSER LE PROCESSUS

Introduction

Après avoir défini notre projet et effectuer les mesures sur la ligne A320 néo, nous nous focalisons dans le présent chapitre à l'Analyse des NVANU (gaspillages) et NVA U relevé après le chronométrage.

Phase Analyser

Après les étapes de la définition et de la mesure, l'étape de l'analyse a pour but de récolter les causes de gaspillage, d'en déterminer les causes racines et les sources d'insatisfaction afin de les traiter dans la prochaine phase de l'étude.

De ce fait divers outils simples d'analyse et de résolution de problèmes ont été déployés tels que :

- ✓ 6M (Diagramme Ishikawa)
- ✓ 5 Pourquoi
- ✓ Arbre des causes

I Présentation des outils utilisés

1 Diagramme d'Ishikawa

Ishikawa, arrêtes de poisson ou 5M (6M) est un outil qui sert à visualiser synthétiquement toutes les causes possibles d'un effet et de les répartir selon six catégories :

- Moyens : équipements, outillages, locaux, ...
- Main d'œuvre : personnel, formation, qualification, expérience, ...
- Méthodes : gammes, procédures, plan, instructions, ...
- Matière : matériaux, composants, matières premières, consommables,...
- Milieu : poussière, ergonomie, chaleur, éclairage ...
- Mesure : autocontrôle, audit ...

2 5 POURQUOI

« Les 5 POURQUOI ? » est une méthode d'analyse qui permet de rechercher les causes d'un problème, souvent la cause qui paraît logique n'est que la conséquence d'autres anomalies sous-jacentes. L'objectif est de rechercher les causes à l'origine des problèmes provoquant le dysfonctionnement.

3 L'arbre des causes

La méthode de l'Arbre des Causes consiste à analyser et à représenter les causes ayant contribué à l'occurrence d'une défaillance en se basant généralement sur des retours d'expérience. L'Arbre des causes est plutôt une méthode pour organiser les informations recueillies à propos d'une défaillance et donc l'analyser. Elle se focalise généralement sur la représentation de l'ensemble des combinaisons de causes d'un scénario de défaillance particulier afin d'expliquer la défaillance qui est apparue.

La construction de cet arbre se fait de la manière suivante:

- Formuler l'anomalie en termes d'effet constaté.
- Poser une succession de questions **POURQUOI / PARCEQUE** pour descendre pas à pas de l'effet constaté à tous les évènements susceptibles de conduire aux causes possibles
- Tracer l'arbre des causes

II Analyse de la NVANU

La NVANU représente les opérations qui n'ont pas de valeurs ajoutées au produit mais qui sont considéré comme étant du gaspillage.

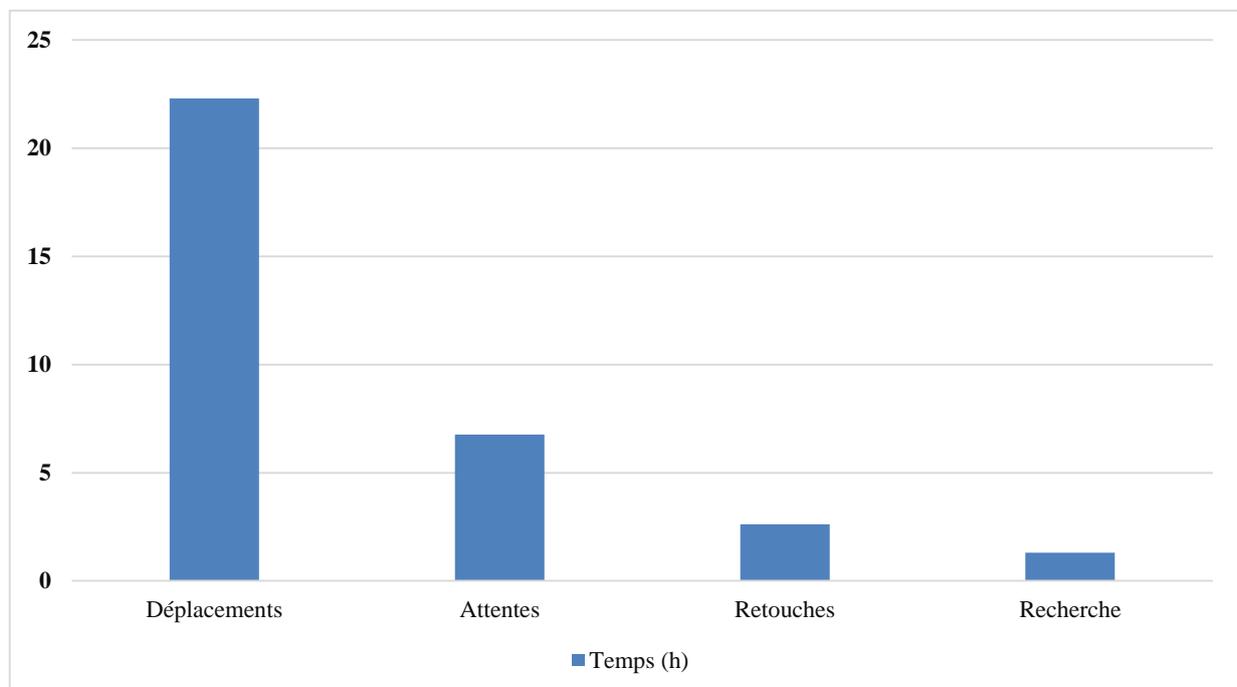


Figure 25: Evolution des gaspillages

1 Analyse des déplacements

Le diagramme spaghetti est un outil qui sert à donner une vision claire du flux physique des pièces ou des individus. Cette visualisation sert à identifier les flux redondants, les croisements récurrents et à mesurer le trajet parcouru par chaque produit ou personne.

Il aide à la réimplantation ou réorganisation géographique des machines ou des services pour limiter les temps des déplacements et leur non-valeur ajoutée.

La figure ci-dessous, explicite les déplacements des AMC pour rechercher tous types d'outillages ou Produit dont ils auront besoin.

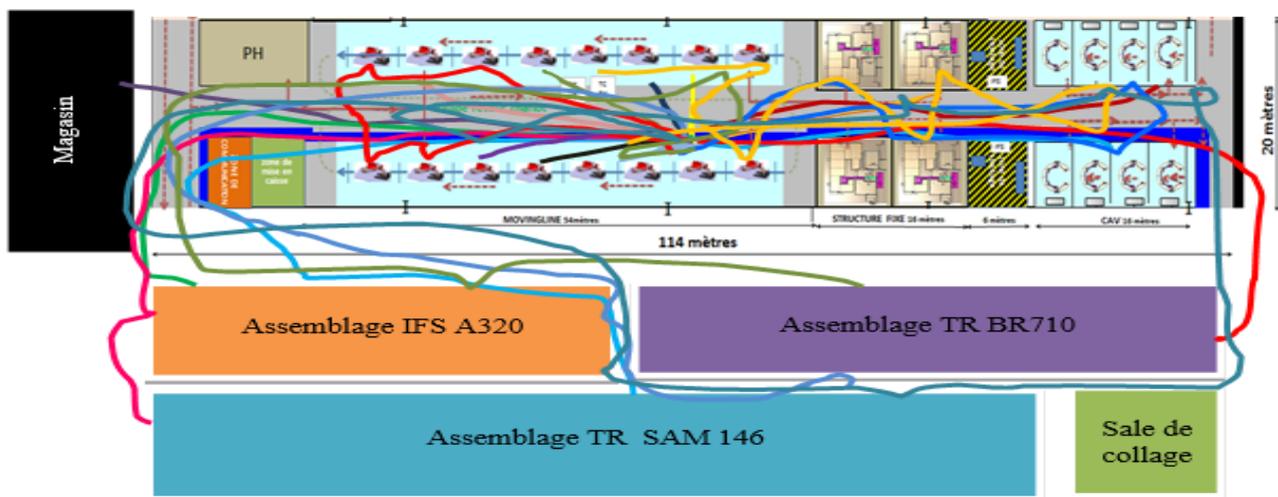


Figure 26: Diagramme spaghetti des déplacements

Diagramme de Pareto

Le diagramme de Pareto est un graphique représentant l'importance de différentes causes d'un phénomène. Ce diagramme permet de mettre en évidence les causes les plus importantes sur le nombre total d'effet et ainsi de prendre des mesures ciblées pour améliorer une situation.

Pareto des déplacements

Nous remarquons que le schéma est assez complexe et représente des flux différents, pour mieux les analyser nous allons nous focaliser sur chaque type de déplacements selon le diagramme Pareto suivant :

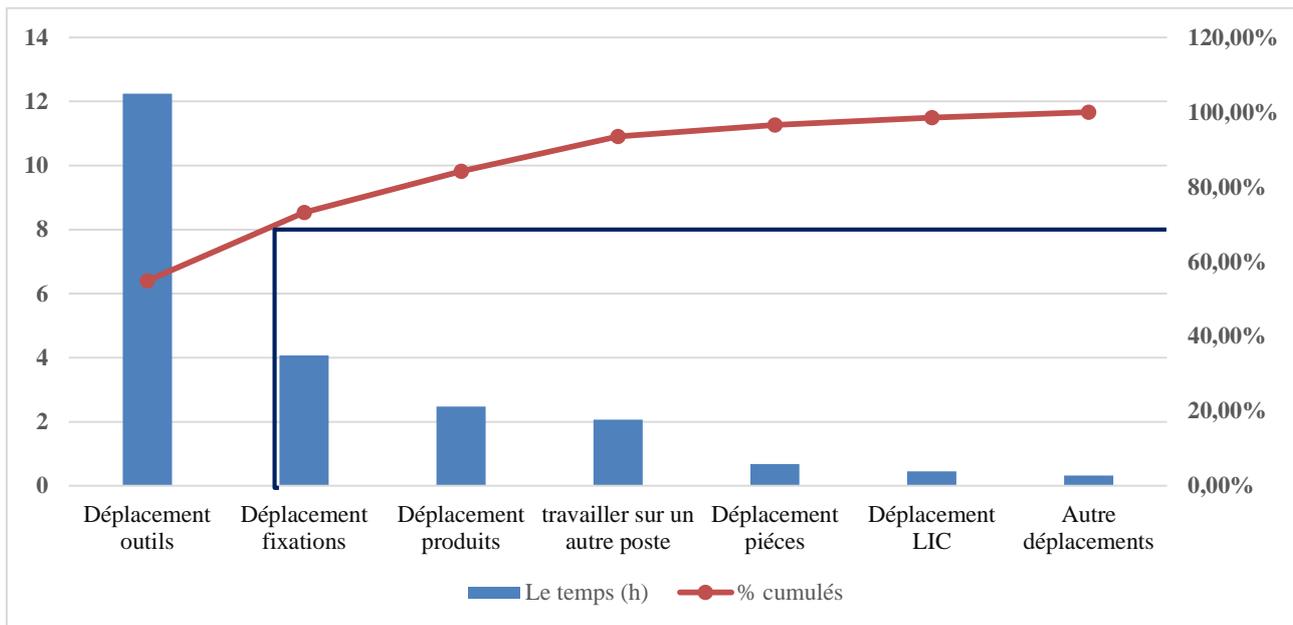


Figure 27: Pareto des déplacements

1.1 Déplacement pour Outils

La famille recherche outil englobe les déplacements de l'AMC pour rechercher tous les outils dont il a besoin pour réaliser son travail.

Une analyse nous a permis de relever les causes racines :

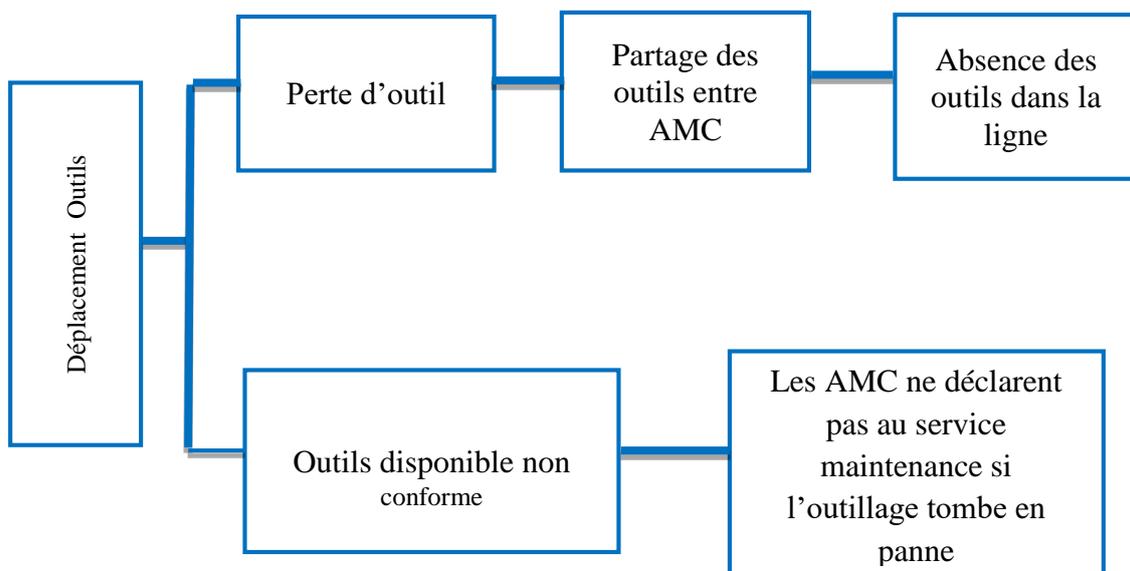


Figure 28: Arbre des causes pour déplacement Outils

Les causes racines sont :

- Absence des outils dans la ligne
- Absence de déclaration si l'outillage est en panne

1.2 Déplacement pour fixations

L'alimentation de la ligne en termes de fixation se fait par le magasinier qui les dépose dans des bacs mise en place dans chaque poste. L'AMC doit se rendre à se bac pour chercher les fixations mais se trouve souvent obligé de se rendre au magasin pour les chercher lui-même.

Une analyse avec l'arbre des causes nous permet d'en relever les causes racines :

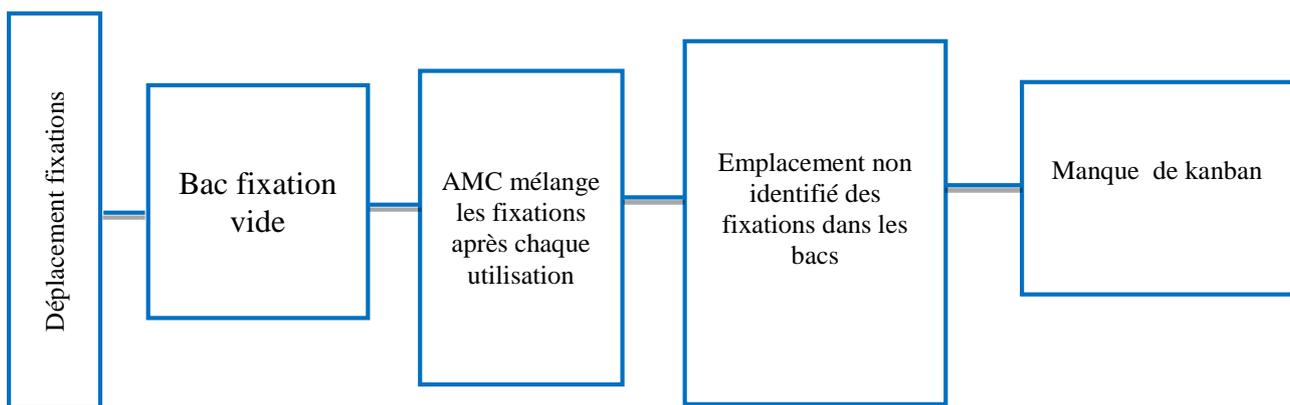


Figure 29: Arbre des causes pour déplacement fixations

La cause racine est :

- Les fixations ne sont pas gérées par le KANBAN

2 Analyse des attentes

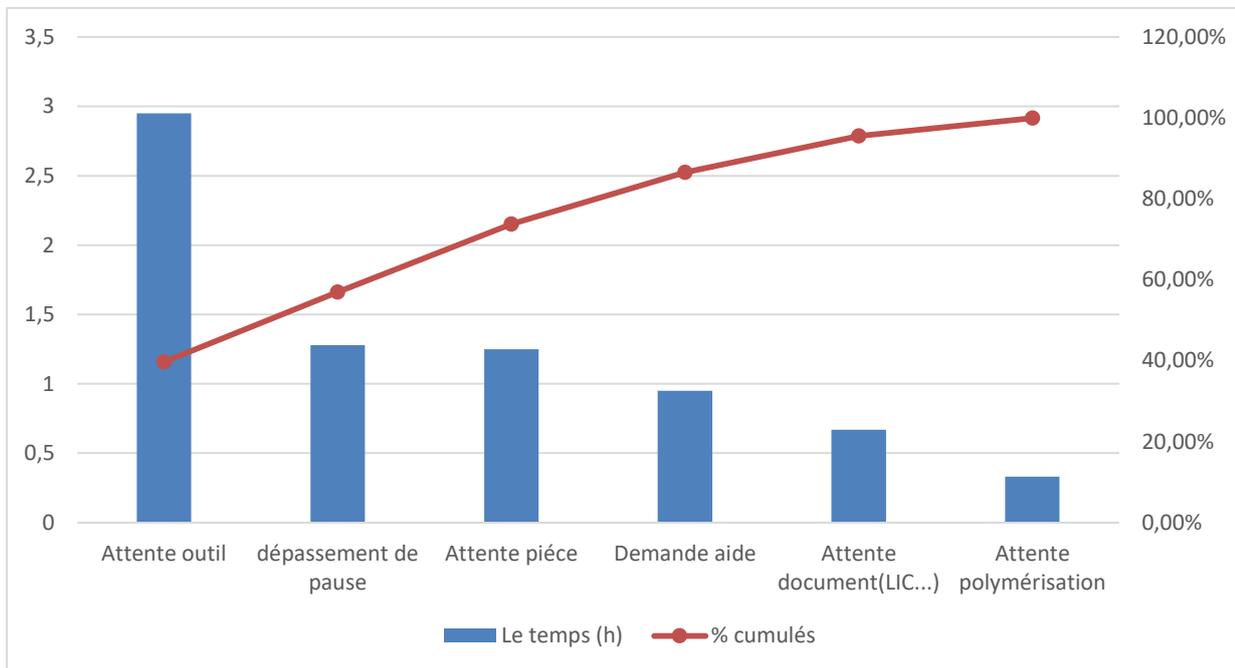


Figure 30: Pareto des attentes

2.1 Attente Outil

L'analyse de cette famille de gaspillage est similaire à l'analyse de la famille déplacement outil, dont les causes racines sont à titre de rappel :

Les causes racines sont :

- Manque d'outillage
- Partage des outils entre AMC

2.2 Dépassement de pause

Cette famille de NVANU représente le non-respect du temps alloué au temps de début du travail le matin, à l'heure de sortie l'après-midi et également les pauses de petit déjeuner à 9h30 ainsi que la pause de déjeuner à midi.

L'analyse à l'aide de l'arbre des causes a permis de relever les causes suivantes:

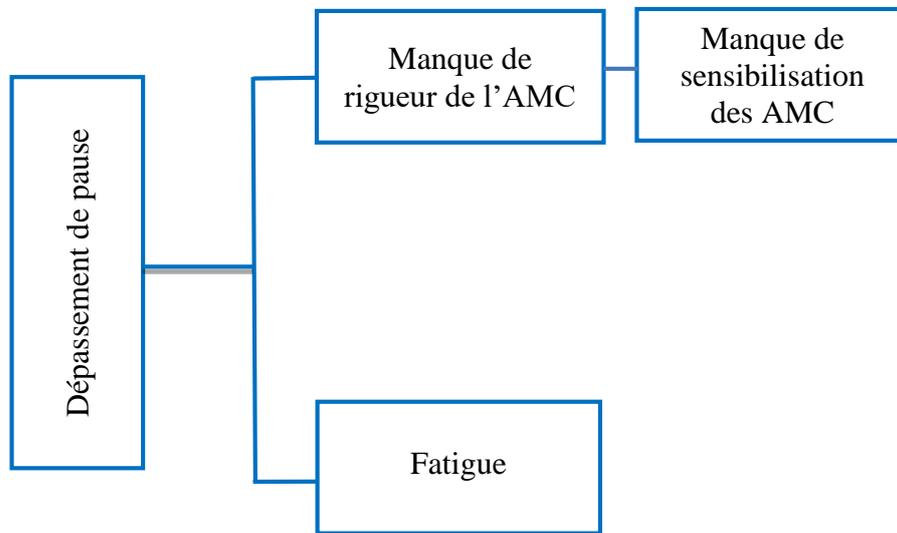


Figure 31: arbre des causes pour dépassement de pause

La cause racine est : Le manque de sensibilisation des AMC.

3 L'analyse de la non-qualité : les retouches

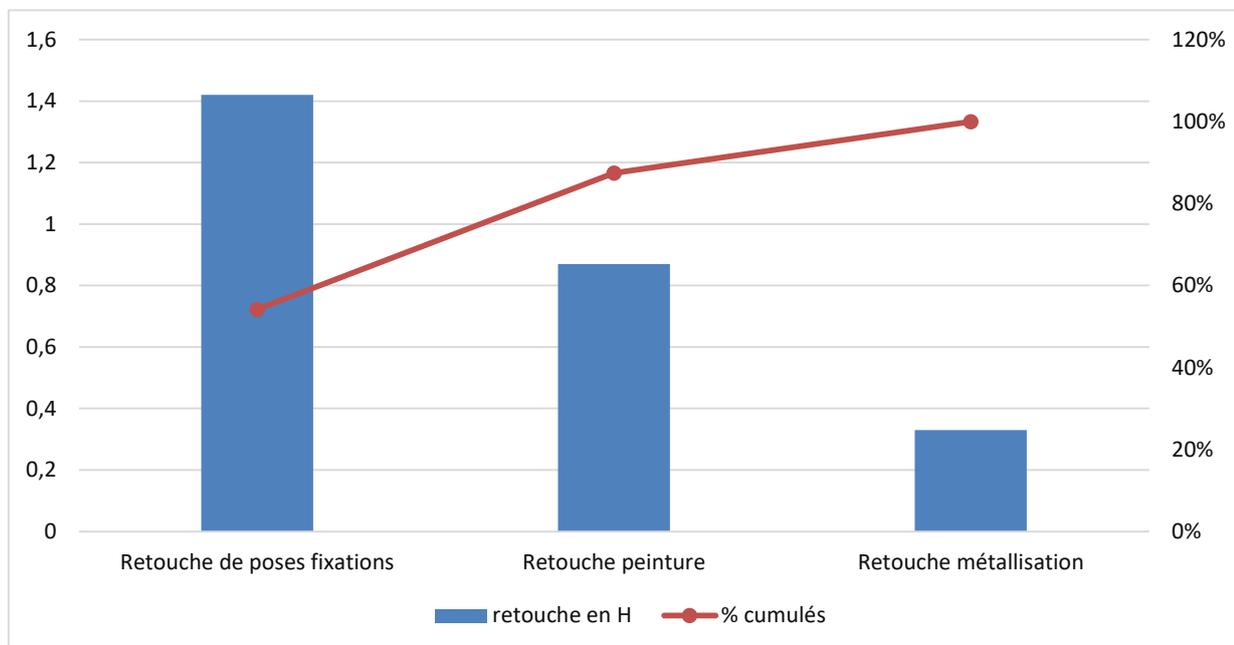


Figure 32: Pareto des retouches

3.1 Retouche de poses fixations

La ligne A320 néo connaît depuis son implantation un robuste problème de retouche poses fixations qui engendre des inconvénients considérables :

- 10 millions de fixations consommées par an.
- 1,4 millions d'euro de surcoût de pose liés aux défauts générés.

Définition du problème :

La retouche de poses fixations se produit clairement quand l'AMC dépasse la tolérance exigée par la gamme d'assemblage en effectuant le fraisurage avec la porte fraise afin d'intégrer la tête de fixation dans la matière ce qui permet d'obtenir en conséquence un fraisurage profond qui cause un désaffleurement non-conforme

- Si la profondeur $> +0.15$ mm : il faut dériveter la fixation et essayer de riveter une autre mais cela peut causer un trou ovale et risque d'endommager le produit
- Si la profondeur < -0.15 mm : une dérogation c-à-d ce défaut ne peut pas être traités sans traçabilité c'est pour cela qu'il faut avoir eu recours au MRB en effectuant une demande de dérogation interne (DDI) pour le traitement de la non-conformité, après analyse du Défaut il faut attendre la délivrance d'une gamme de récupération qui montre les étapes à suivre pour retoucher le défaut. Les dérogations sont les défauts qui influencent le plus la qualité du produit, vu qu'elles dégagent des coûts importants.

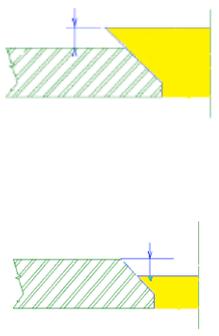
Non-conformité	Définition	Image	Critères d'acceptation
Désaffleurement	<p>-Le niveau de la tête fraisée de la fixation dépasse celui de la surface de la pièce</p> <p>-Le niveau de la tête fraisée est plus profond que celui de la surface de la pièce</p>		-0,15 / +0,15 mm

Tableau 6:désaffleurement des fixations

Contrôle de la pose de fixation :

La vérification de la conformité de désaffleurement s'effectue visuellement et au touché mais en cas de doute il faut faire une mesure avec le comparateur en suivant les étapes :

- 1/ Placer le comparateur sur la surface de la pièce au plus proche de la fixation et faire le zéro,
- 2/ glisser le comparateur sur la tête de fixation et observer la valeur mesurée affichée sur le tripode
- 3/ Appliquer ce protocole sur 3 points de la fixation
- 4/ Si un des trois points est hors tolérance, la fixation est non-conforme.



Figure 33: Manipulation avec le comparateur

Ce contrôle se fait après le rivetage de la fixation ce qui provoque une augmentation du nombre de fixations consommées dans le cas de non-conformité de désaffleurement.

Pour identifier toutes les causes possibles de cette non-conformité, nous avons fait un brainstorming avec les AMC de différentes phases de la chaîne ainsi que les membres du projet. Par la suite, nous les avons classés sous forme d'un diagramme d'Ishikawa.

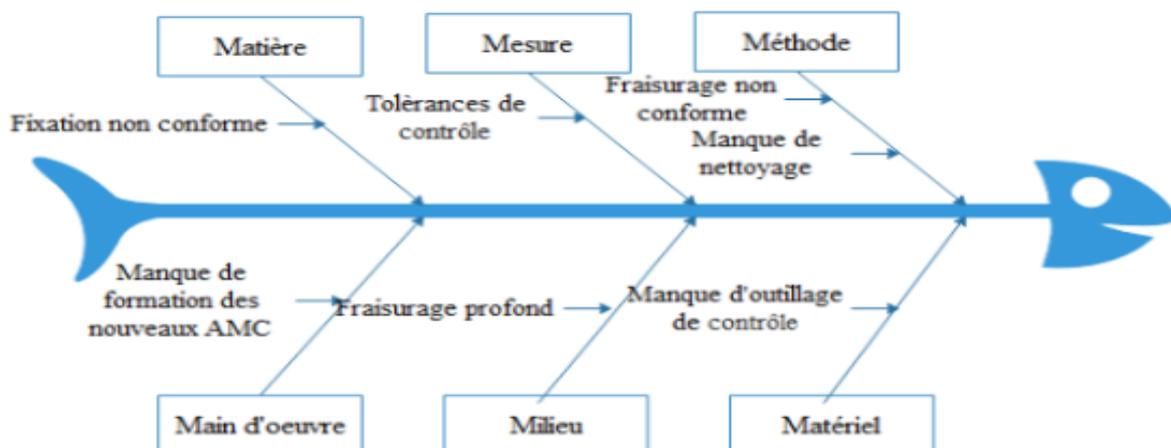


Figure 34: Diagramme Ishikawa des retouches de pose fixations

✓ **Matière**

Pour vérifier la conformité des fixations

✓ **Mesure**

Mauvais réglage de la porte fraise cause souvent un désaffleurement qui dépasse les tolérances exigées.

✓ **Méthodes**

Le fraisurage non conforme représente la cause racine des retouches fixation en raison de manque d'outillage de contrôle et de réglage.

Le manque de nettoyage des copeaux au fur et à mesure de perçage, conduit à des résidus qui se loge dans l'emplacement de la fixation et crée des non-conformités au niveau des fixations d'où la nécessité d'effectuer des retouches.

✓ **Main d'œuvre**

Le manque de formation des nouveaux AMC au niveau de fraisurage représente l'une des causes de la non-conformité des fixations

✓ **Milieu**

Le fraisurage profond peut causer un mauvais rivetage, ce qui conduit à changer la fixation.

Les causes racines sont :

- Problème de réglage des portes fraises
- Manque de formation des nouveaux AMC

4 Analyse des recherches

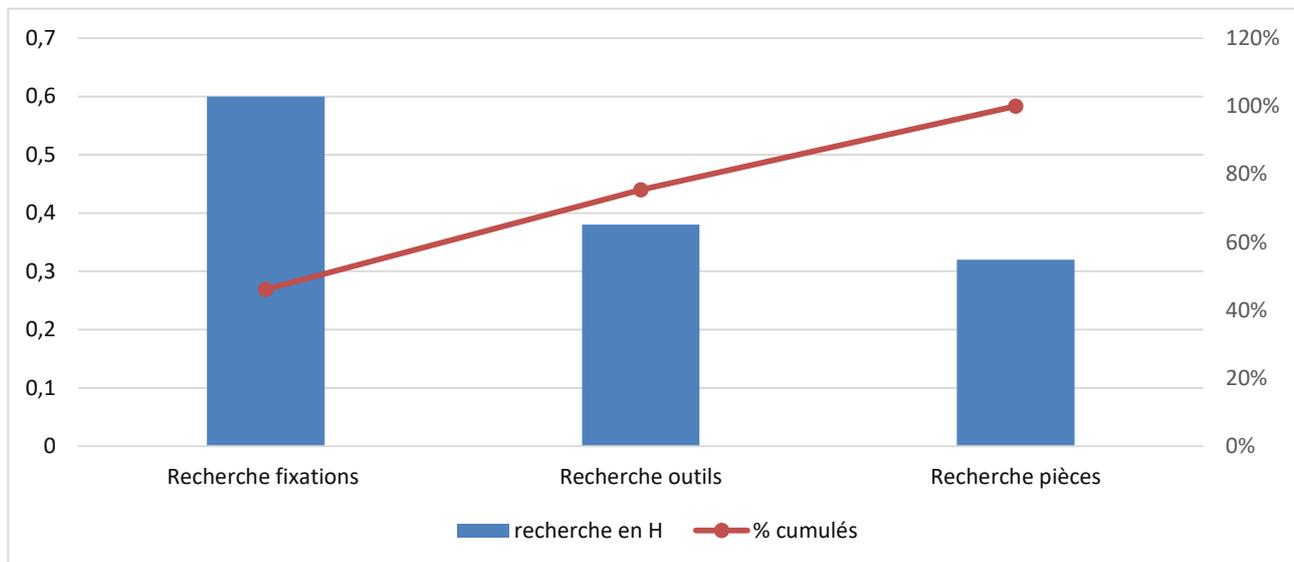


Figure 35: Pareto de recherches

4.1 Recherche fixations

L'alimentation de la ligne en termes de fixation se fait par le magasinier qui les dépose dans des bacs mise en place dans chaque poste de la ligne. L'AMC doit se rendre à ce bac pour chercher les fixations mais se trouve souvent obligé de perdre le temps pour les trouver

Une analyse avec 5P nous permet d'en relever les causes racines :

1	Pourquoi...	Chercher les fixations ?
	Parce que...	Emplacement non prévu des fixations
2	Pourquoi...	L'emplacement non prévu des fixations ?
	Parce que...	Le magasinier n'alimente pas les bacs correctement
3	Pourquoi...	Le magasinier n'alimente pas les bacs correctement ?
	Parce que...	Manque d'organisation en magasin et manque de KANBAN
La cause racine est		Manque d'organisation en magasin & Manque de KANBAN

Tableau 7: 5 pourquoi pour recherche fixation

4.2 Recherche outils

La famille recherche outil englobe les recherches de l'AMC dans la servante ou dans son poste sur les outils dont il a besoin pour travailler

Une analyse nous a permis de relever les causes racines :

1	Pourquoi...	Chercher les outils ?
	Parce que...	Les outils sont mélangés dans la servante
2	Pourquoi...	Les outils sont mélangés dans la servante ?
	Parce que...	AMC n'organise pas les outils dans la servante après chaque utilisation
3	Pourquoi...	AMC n'organise pas les outils dans la servante après chaque utilisation ?
	Parce que...	AMC ne respecte pas les 5S
4	Pourquoi...	AMC ne respecte pas les 5S ?
	Parce que...	Manque de sensibilisation des AMC
La cause racine est		Manque de sensibilisation des AMC

Tableau 8: 5 pourquoi pour recherche outils

III Analyse de la NVAU

La méthode ABC

De même que pour les NVANU, nous avons adopté la méthode ABC pour déterminer les familles de NVAU engendrant des pertes de temps importantes qui seront traitées au niveau de cette partie. La figure ci-dessous donne la répartition en 3 classes. L'analyse portera sur la première classe.

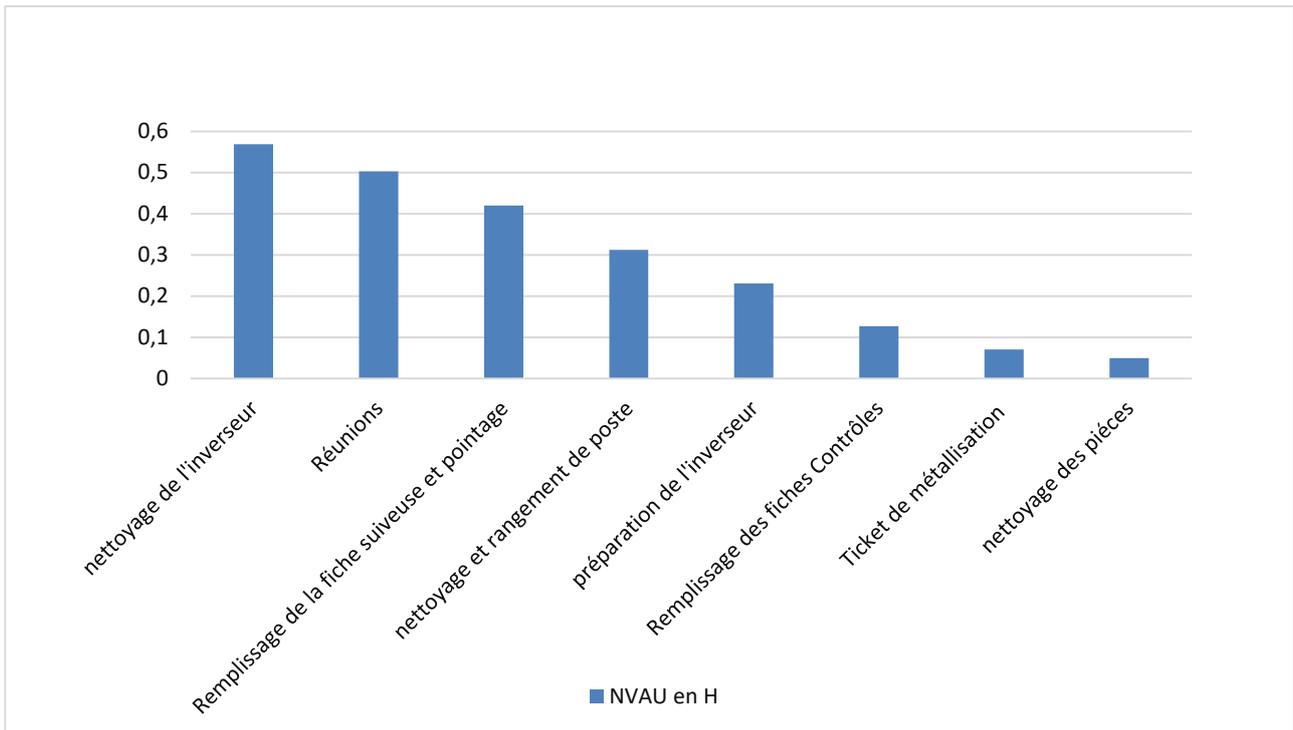


Figure 36: Evolution des NVAU

1 Nettoyage de l'inverseur

Le nettoyage de l'inverseur est une opération qui se répète fréquemment durant le processus d'assemblage. A l'aide de l'arbre des causes, nous avons pu soulever les causes racines de cette opération :

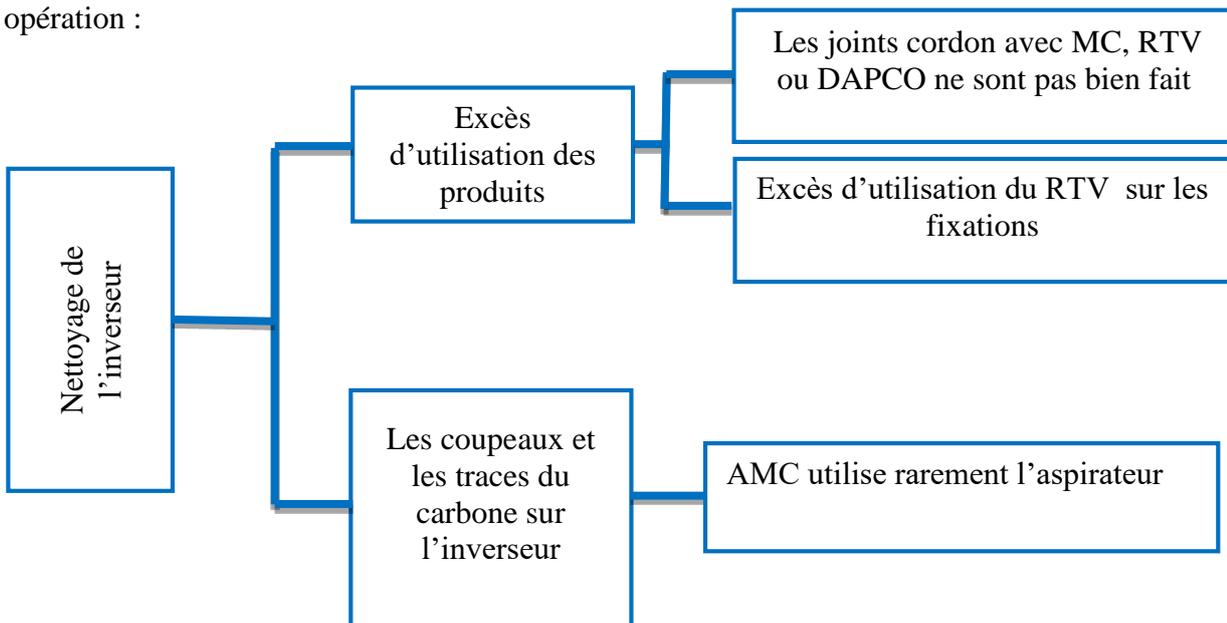


Figure 37: Arbre des causes pour le nettoyage

La cause racine :

- Excès d'utilisation du MC, RTV sur les fixations...

2 Réunions

Les réunions se divisent en deux :

- Les flashes 5 : des réunions de 5 min entre le leader et les AMC sont tenu chaque jour pour communiquer l'objectif du jour et parler de problèmes rencontrés lors du déroulement du travail.
- Les flashes 30 : des réunions de 30 min entre le chef d'atelier , les leaders , les inspecteurs et les AMC sont tenu une fois par semaine pour parler de l'objectif de la semaine, les prévisions de la cadence d'assemblage et mettre le point sur les différents problèmes de la ligne en général.

En raison des différents points à discuter et les problèmes rencontrés, le respect du temps alloué aux réunions s'avère difficile et est généralement dépassé.

3 Remplissage fiche suiveuse et pointage

Le domaine de l'aéronautique accorde une très grande importance à la traçabilité et l'archivage de toutes les opérations d'assemblage effectuées. D'où l'utilité de la fiche suiveuse sur laquelle on trouve tous les détails concernant les opérations effectuées , les références des pièces assemblées et des produits utilisés...De même pour le pointage à la fin de chaque opération pour garder une trace numérique du suivie des opérations.

Ceci-dit, les AMC perdent de temps à remplir les fiches suiveuses et pointer les différentes opérations en raison du détail de la fiche suiveuse.

4 Nettoyage et rangement de poste

Afin de travailler dans les conditions les plus ergonomiques possibles, l'AMC est amené à effectuer des opérations de rangement et nettoyage de son milieu de travail des outillages de travail, ces opérations ne sont pas mené comme-il se doit et génère de la perte de temps en raison de :

- Manque du nettoyage au fur et à mesure du travail.
- Manque d'outillage propre à chaque poste oblige les AMC à partager les outillages entre eux, chose qui crée le désordre dans la ligne et rend le rangement difficile.

Conclusion

Dans cette étape, nous avons précisé les causes racines des problèmes qui induisent aux NVAU, NVANU : attente, déplacement. Dans le chapitre suivant nous donnons des solutions pour réduire ou éliminer les actes générateurs des dysfonctionnements et nous contrôlons la mise en place de ces solutions.

CHAPITRE 6: « IMPROVE » AMELIORER LE PROCESSUS

Introduction

L'amélioration de l'ensemble du système de production dans l'attente d'une productivité globale optimale est une obligation, face à laquelle l'équipe projet s'est entièrement impliquée, dans le cadre de la phase 'Améliorer', pour mettre en œuvre des actions permettant l'amélioration du processus. Dans ce sens, un plan d'actions a été élaboré pour éliminer les déplacements inutiles, également pour les points analysés dans chaque phase distinctement

Améliorer

I Les plans d'actions des NVANU(gaspillage)

Famille de gaspillage	Causes racines	Actions
Déplacement, recherche & attente outils	<ul style="list-style-type: none"> -Manque outillages -Partage des outils entre AMC -Servante non sécurisées -Non-respect des 5S -Les AMC ne déclarent pas au service maintenance si l'outillage tombe en panne 	<ul style="list-style-type: none"> -Lister les outils nécessaires dans chaque station de la chaîne. -Lancer la Commande des outils manquants. -Formation 5S pour le personnel -Equiper les servantes avec les outils nécessaires. -Mettre en place un indicateur 5S. -Mettre en place une checklist 5S. -Renforcement du management visuel -Définition d'une zone pour outils défectueux.

Déplacement & recherche des fixations	-Les fixations ne sont pas gérées par le KANBAN	La mise en place d'un système KANBAN double bac
Dépassement de pause	-Manque de sensibilisation des AMC	Sensibiliser les AMC des conséquences de ce comportement par le Leader
Retouche fixation	-Problème de réglage des portes fraises -Manque de formation des nouveaux AMC	Mettre à disposition l'outil adéquat pour régler la porte fraise avant de fraiser

Tableau 9: plan d'action

II La mise en place des actions

1 Inventaire outillage

La cause majeure des déplacements est la recherche des outillages. Afin de radier ces mouvements inutiles, nous avons établi un inventaire des outillages pour déterminer et chiffrer le besoin, nous avons constaté que la plupart des outillages ne sont pas achetés dès le début du programme . Afin d'éliminer les déplacements pour la recherche des outillages, nous avons lancé une commande des outillages nécessaires en calculant le nombre et le type des outillages manquants(annexe2).

2 Formation 5S

Afin de réduire les temps liés aux déplacements et dans le but d'améliorer l'environnement de travail, nous avons programmé une journée de formation 5S pour le personnel du programme A320 néo dont nous avons expliqué les principes, les objectifs ainsi que les enjeux des 5S.La réalisation de cette formation été faite avec l'aide des référents métiers.

3 Management visuel

3.1 Marquage au sol

Une entreprise performante doit pouvoir être pilotée avec les yeux. Les bonnes pratiques doivent être visibles si l'on veut les respecter. Pour la mise en place du management visuel, nous avons commencé par définir les différentes zones et emplacements tels que les zones de stockage, les bâtis et servantes. Pour ce faire, nous avons réalisé un marquage au sol avec du scotch de couleur.



Figure 38: Moving Line A320 Néo avant le marquage au sol

Le tableau ci-dessous présente le résultat de la mise en place du marquage au sol :

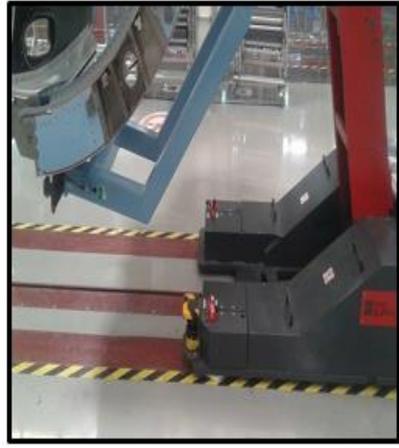
	STANDARD 5S	PROGRAMME: A320neo ZONE : CAV
<p>Marquage au sol: code couleur BLANC Elements fixes(Zone de stockage, plan de travail, armoire.....)</p> 	<p>Marquage au sol: code couleur BLEU Elements mobiles(Servantes, panoplie.....)</p> 	<p>Marquage au sol: code couleur NOIR ET JAUNE Bâtis</p> 

Figure 39: Moving Line A320 Néo après le marquage au sol

3.2 Affiche 5S

En collaboration avec le responsable amélioration continue, nous avons élaboré des affiches rappelant les standards 5S

STANDARDS 5S		PROGRAMME: A320neo ZONE : Moving Line
Quoi ?	1 -Enlever tout objet inutile de ma zone de travail : absences des FOD. - Ne garder au poste que ce qui est lié à l'exécution du travail.	2 -Avant tout débarras, s'assurer que l'objet n'est pas lié à une opération spécifique.
Servante, Panoplie, bâti...		3 Jeter les déchets et respecter le tri sélectif

STANDARDS 5S		PROGRAMME: A320neo ZONE : Moving Line	
Où ?	1 Action	Où ?	2 Action
Servante	- Tous les outils doivent être remis en place après l'emploi. - Vérifier que chaque outil est rangé à sa place. - Prévenir le leader si un outil vient à manquer	Panoplie	- Après l'emploi, ranger le reste des fixations dans le panoplie. -Prévenir le leader si fixations/pièce vient à manquer
			3 Action
			- Respecter le marquage au sol NOIR ET JAUNE: Bâtis Bleu: Elements mobiles(Servantes,panoplie.....)

	STANDARDS 5S		PERIODICITE : 1 fois/Jour	INTERVENANT : OPERATEUR	PROGRAMME: A320neo		
			DUREE : 5 min		ZONE : Moving Line		
Quoi ?	1 Action	Quoi ?	2 Action	Quoi ?	3 Action	Quoi ?	4 Action
Servante (FACOM)	- Nettoyer et dépolir la servante. Outillages: Aspirateur, chiffon.	Panoplie	- Nettoyer et dépolir la panoplie à fixations. Outillages: Aspirateur,	bâti	- Aspirer la poussière et les copeaux. - Enlever la peinture, MC et RTV séchées. Outillages: Aspirateur, chiffon, spatule.	SOL	- Nettoyer le sol de toutes salissures (poussière, RTV, Peinture...) Outillages: Aspirateur, balai, pelle, chiffon.

	STANDARD 5S			PROGRAMME: A320neo	DATE :	
				ZONE : Moving Line	REDACTEUR :	
N°	OU/Quoi ?	STANDARD	OUTILLAGE	DUREE OPERATION	PERIODICITE	
					JOUR	SEMAINE
1	Servante, panoplie, bâti, sol...	Enlever tout objet inutile de ma zone de travail (servante, bâti, chariot, sol ...), absences des FOD	Chiffon	2 MIN		
2	PANOPLIE	Ranger les fixations et pieces à leurs places respectives		2 MIN		
3	Servante, bâti	Nettoyer les outils, ranger chaque outil à sa place		1 MIN		
4	SOL	Nettoyer le sol de toutes salissures (poussière, RTV, Peinture...)		1 MIN		
5	SOL	Respecter le marquage au sol	Balai, pelle	2 MIN		
6	POUBELLE	Jeter les déchets et respecter le tri selectif		0 MIN		
7	Document, Outil...	Prevenir le leader si un outil/piece/document vient à manquer		2 MIN		

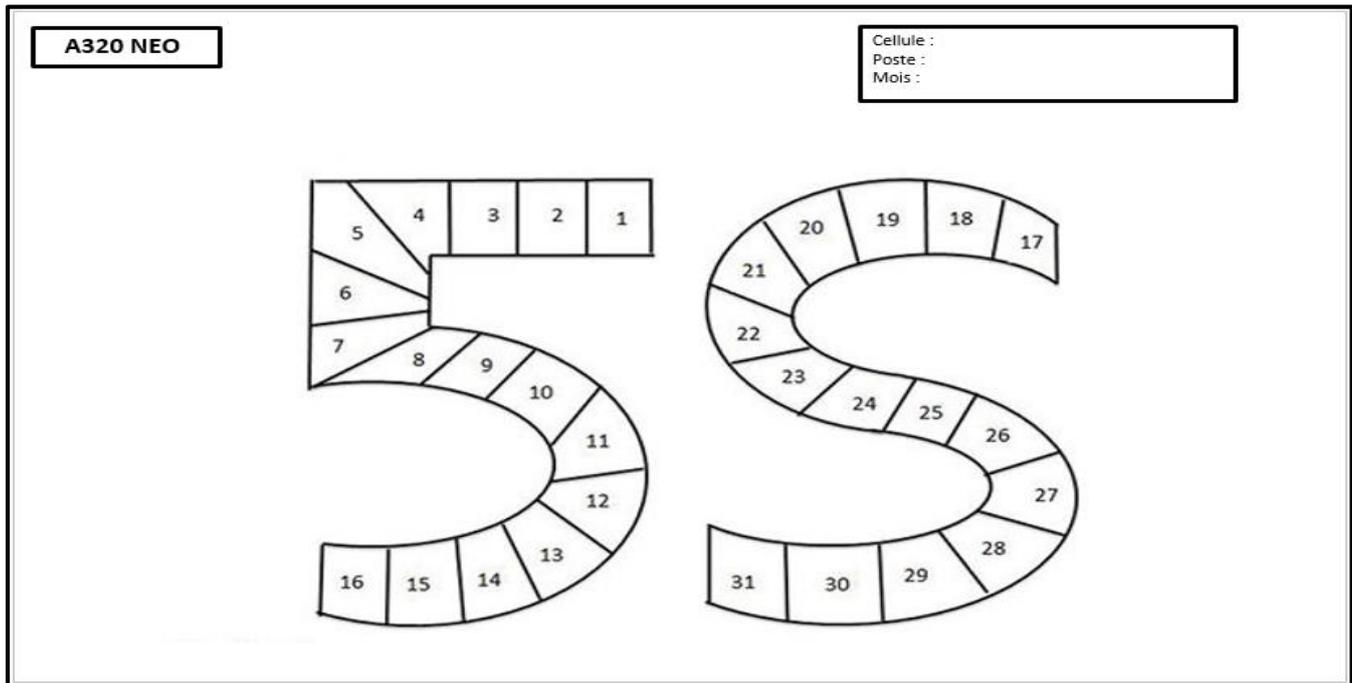


Figure 41: Indicateur 5S

4 Procédure de gestion des outillages

Pour éviter la perte des outillages, il faut responsabiliser les AMC, en posant une procédure de gestion. Le leader de chaque cellule est chargé de distribuer la fiche que nous avons élaborée sur les AMC de toute la cellule. L'AMC doit faire un inventaire des outillages disponibles à la fin de ses heures de travail. Ensuite, il est censé remplir une fiche quotidienne ci-dessous comme suit : S'il dispose de tous les outillages il doit poinçonner dans la rubrique « outillages complets oui », sinon, c'est-à-dire s'il trouve un écart, il doit cocher la rubrique « outillages complets non » et préciser le type et le nombre dans la rubrique « outillages manquants ». Finalement, il doit poinçonner pour prouver qu'il a effectué l'inventaire journalier. Toute réclamation de perte doit être remontée par le leader au responsable de l'atelier

Phase	Outillages complets			Outillages manquants	Réclamation de perte	Poinçon sur l'inventaire journalier	Décision (en cas d'écart)
	Poste	OK	NOK				
Moving Line	1						

Tableau 10: Gestion des outillages

5 Recherche fixations

Afin d'éliminer les déplacements pour la recherche des fixations, nous avons commencé par un inventaire de la situation actuelle, Lors de l'inventaire, nous avons constaté :

- Les fixations ne sont pas gérées par le KANBAN.
- Les fixations sont mélangées dans les bacs.

Ensuite, nous avons collecté les données relatives aux fixations demandées dans la gamme, dans le but de calculer la quantité globale de chaque type de fixation de la phase du Moving Line (annexe2)

Fonctionnement actuel :

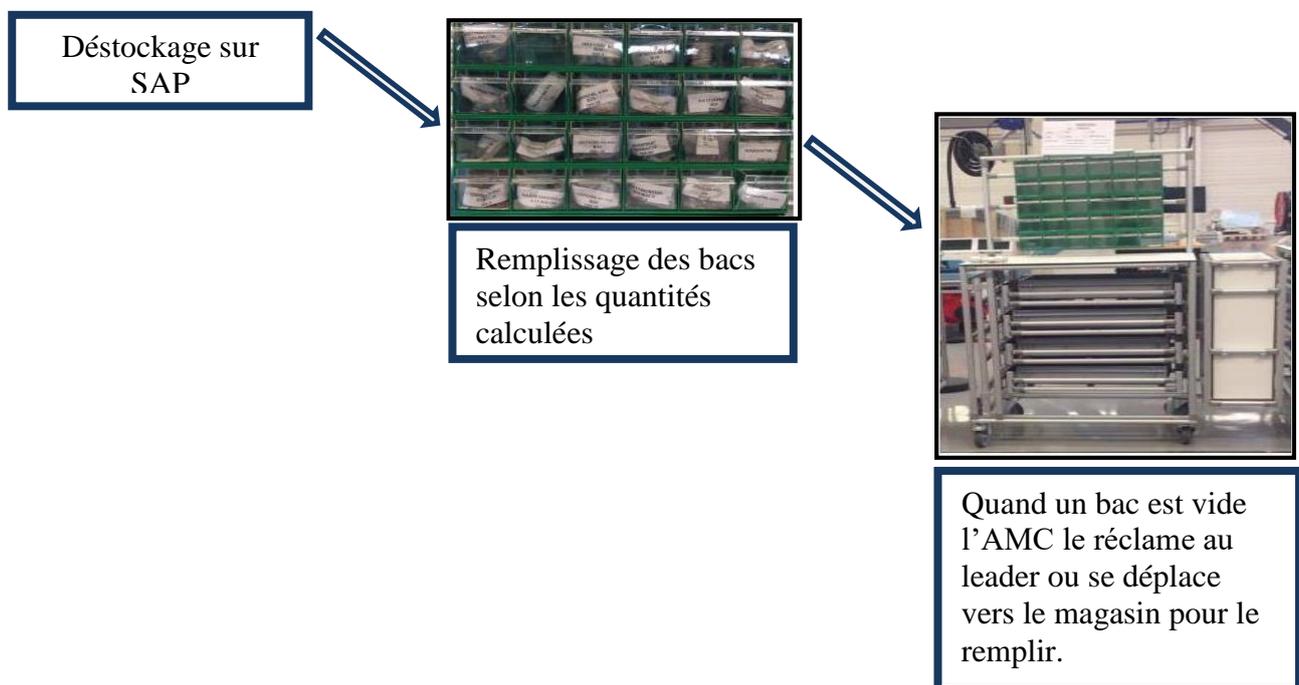


Figure 42: Système alimentation fixations actuel

Fonctionnement

Le principe du double bac consiste à mettre à disposition des fixations et des pièces dans deux bacs (Boite verte rouge).

Pour la consommation, on alimente les deux bacs. Lorsque le premier bac vert est vide, il se remplace par le deuxième rouge, qui sera repris par le magasinier pour remplissage.

L'alimentation est calculé par rapport la quantité planifiée sur le plan directeur de production.

Le KANBAN double bac est basé sur la méthode point de commande, le déclencheur du point de commande étant le retour du back rouge.

Règles de fonctionnement

Ne pas retirer les pièces du bac rouge tant que le vert est toujours plein

-Ne pas mélanger les pièces, ni changer l'emplacement des bacs dans le meuble

-Ne jamais mettre des pièces défectueuses dans les bacs

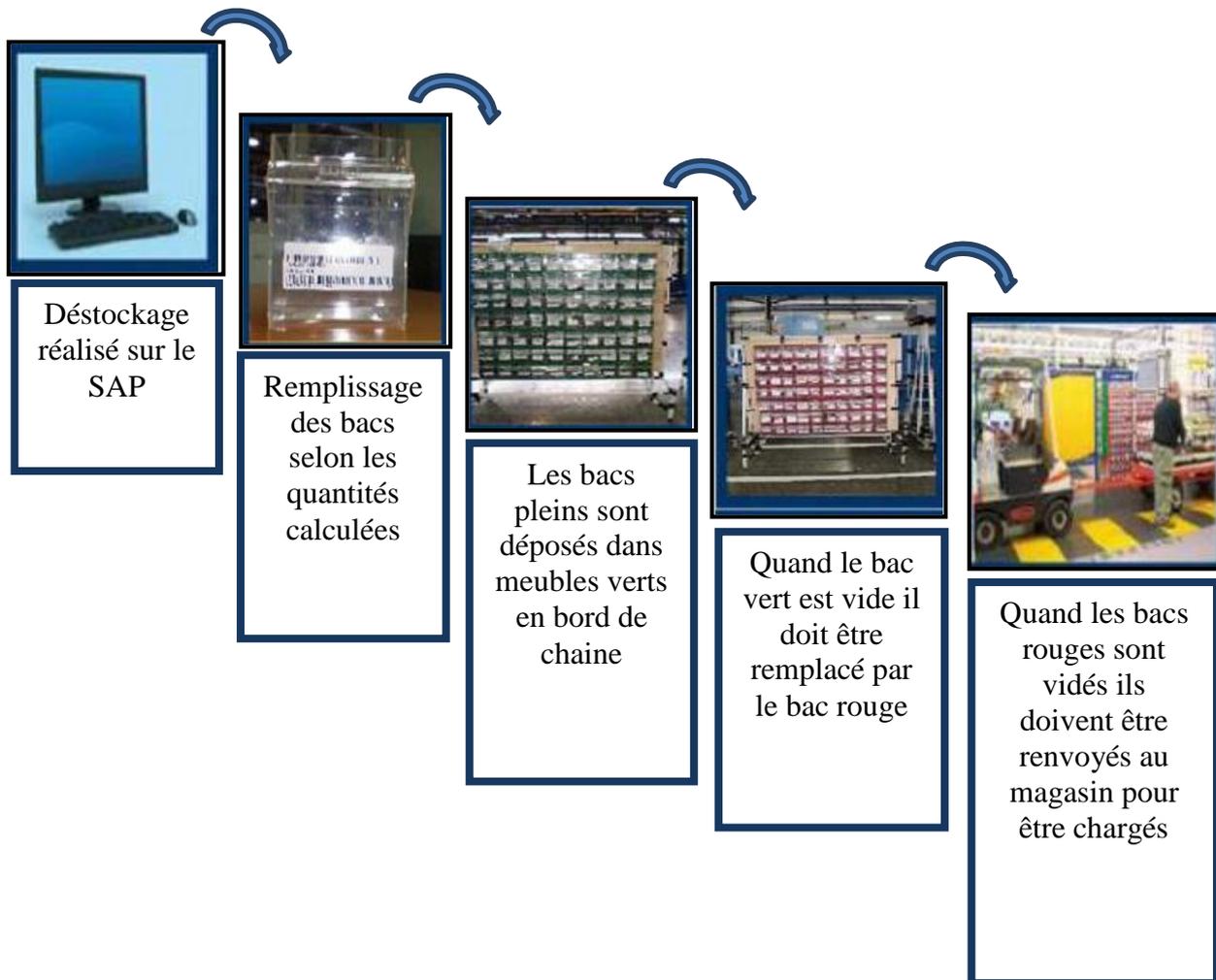


Figure 43: Système alimentation fixations proposé

6 Retouche de poses fixations

Actuellement les AMC mesure la conformité du désaffleurement manuellement et visuellement mais en cas de doute ils utilisent le comparateur mais les résultats obtenus sont moins fiables, donc pour réduire ce type de problème nous avons cherché un appareil plus fiable et performant qui permet de régler la porte fraise afin d'obtenir la profondeur mentionnée dans la gamme.

Cet appareil est nommée jauge de mesure de diamètre.



Figure 44:jauge de mesure de diamètre

Généralités :

La jauge de mesure de diamètre est un instrument de mesure de précision en conséquence à manipuler avec soin.

Réglage de mise à zéro : Mettre en marche l'instrument de mesure en appuyant sur une touche Poser l'instrument sur l'étalon et vérifier que la valeur affichée est égale au diamètre de l'étalon. Si non appuyer sur la touche SET

Mesure : Engager le cône de mesure dans la fraisure à mesurer. Appuyer la pièce contre la butée plane. Le \varnothing de la fraisure est lu sur l'affichage digital du comparateur.

Procédure de réglage du porte-fraise :

1. Dans les instructions de travail, relever pour la pièce de travail le porte-fraise utilisé et le diamètre de fraisure à plat préconisé
2. Percer 3 trous dans la pièce martyre suivant le diamètre demandé en instruction de travail
3. Faire un premier fraisurage volontairement peu profond et mesurer le diamètre de la fraisure
4. Sur la même fraisure, augmenter progressivement la profondeur de fraisure en modifiant le réglage du porte-fraise. Mesurer systématiquement le diamètre de la fraisure après changement du réglage jusqu'à approcher à $\pm 0,05$ mm le diamètre de fraisure préconisé.
5. Une fois le réglage préliminaire effectué, fraisurer les 2 autres trous percés précédemment.
6. Mesurer et relever le diamètre de chaque fraisure de réglage.

7. Si la valeur de chaque diamètre est égale au diamètre recherché à $\pm 0,05$ mm le diamètre de fraisure préconisé : fixer le réglage. Sinon, modifier le réglage du porte fraise et faire des nouvelles fraisures de réglage jusqu'à obtention du bon diamètre

Les avantages de cette jauge de mesure de diamètre sont :

- Donne des résultats plus fiable
- Permet de mesurer la profondeur exacte demander par la gamme avant de riveter la fixation
- Permet de réduire le nombre des dérogations et de dérivetage
- Permet de réduire le nombre de fixations consommées...

Nous avons proposer cette appareil sur les responsables de qualité et ils ont apprécié cette solution puisqu'elle a des avantages considérables qui touche profondément ce problème.

Conception d'une porte plaque

Les opérations du Moving Line nécessite un fraisurage adéquat qui répond aux tolérances exigés par la gamme ce qui oblige les AMC de faire des tests dans une plaque avant de fraisurer l'inverseur afin de vérifier la conformité du fraisurage

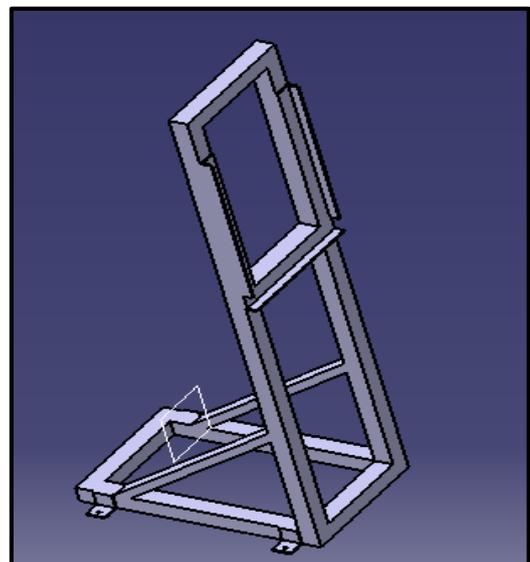
Cette plaque est monté dans un étau posé sur une table . Or , les opérateurs trouvent souvent des problèmes dans le fraisurage puisque la table est un peu basse ce qui peut engendrer un fraisurage non conforme et des retouches fixations .

Ceci nous a donné l'idée de faire la conception d'une porte plaque qui répond aux besoins des AMC lors du test de fraisurage

Etat actuel



Solution Proposé



Solution proposés pour le problème de porte plaque de test :

Pour résoudre ce problème nous avons proposé une action améliorative en passant par :

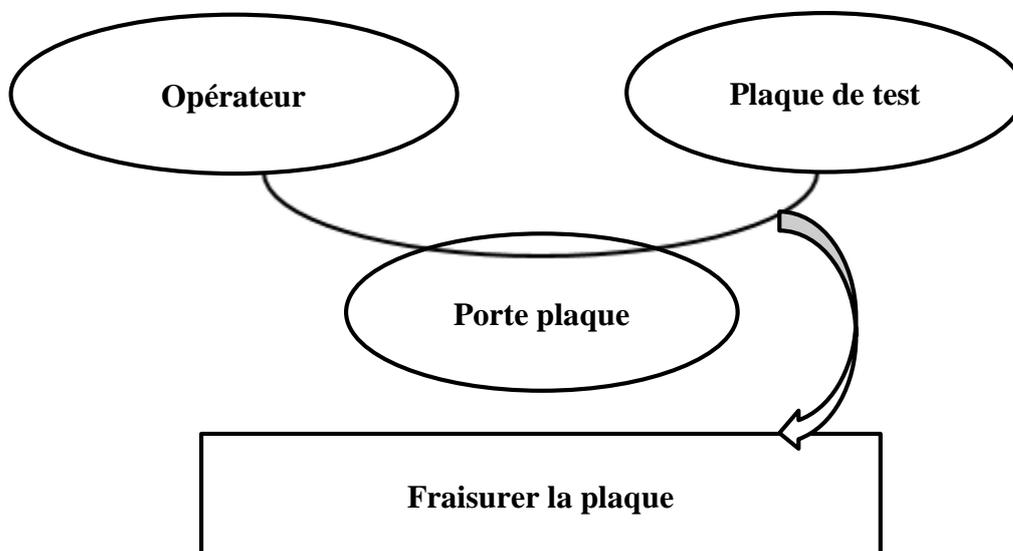
L'analyse fonctionnelle :

Les trois questions à se poser Pour verbaliser le besoin, il faut se poser trois questions (... et y répondre)

Questions	Réponses
A qui le produit rend-il service ?	Aux Opérateurs
Sur quoi le produit agit-il ?	Sur la plaque
Dans quel but ?	Pour la fraiserer

Le schéma du besoin

Tout d'abord on va définir le besoin de cette porte plaque en utilisant à la méthode Bête à corne qui suit :



Le besoin énoncé

La porte plaque rend service à l'opérateur en lui permettant de fraiserer la plaque de test conformément.

Graphe des interactions ou diagramme Pieuvre

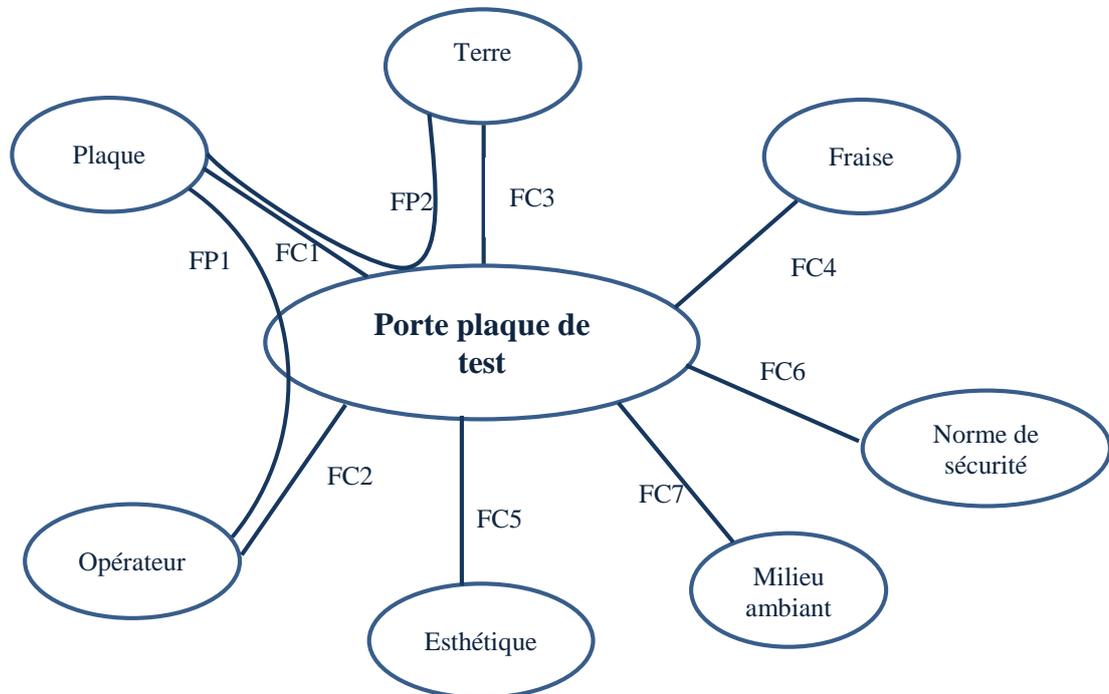


Figure 45: Diagramme de pieuvre

Définition et typologies des fonctions

- FP1 : Reproduire les mouvements de l'opérateur sur la plaque conformément.
- FP2 : Fixation de porte plaque par terre.
- FC1 : Etre réglable.
- FC2 : Facile à maintenir, sécurisé ...
- FC3 : Etre bien fixé.
- FC4 : Etre facile à manipuler avec la fraise.
- FC5 : Etre Esthétique.
- FC6 : respecte les lois de sécurité.
- FC7 : Résister aux agressions du milieu extérieur.

Avec **FP** : Fonction Principale 'Fonction de service qui met en relation deux éléments du milieu extérieur ou plus via le produit'

FC : Fonction contrainte 'Fonction de service qui met en relation le produit avec un seul élément du milieu extérieur'

III Les plans d'actions des NVAU

Famille de NVAU	Causes racines	Actions
Nettoyage de l'inverseur	<ul style="list-style-type: none"> -Joints cordon avec MC, DAPCO ou RTV ne sont pas bien faits -Utilisation d'une grande quantité de MC ,RTV sur les fixations -Non utilisation de l'aspirateur au fur et à mesure des opérations 	<ul style="list-style-type: none"> - Adapter les pistolets pour l'application des joints d'une manière propre - Utiliser l'aspirateur au fur et à mesure des opérations - Alléger la quantité du RTV mise sur les fixations
Réunion	-discussion à propos des problèmes rencontrés lors de la production ainsi que l'état d'avancement des opérations	-Figer un temps de 10 min pour le flash 5 pour communiquer juste l'état d'avancement
Remplissage de la fiche suiveuse et pointage	-le remplissage de la Fiche suiveuse occupe beaucoup de temps par ce que la FS est trop détaillée	-Pour réduire le temps passé dans le remplissage de la FS, le service méthodes a mené un allègement de la FS en regroupant les sous-phases en une phase d'une opération.
Nettoyage et rangement de poste	<ul style="list-style-type: none"> -Manque du nettoyage au fur et à mesure du travail. -Manque d'outillage dans chaque poste oblige les AMC à partager les outillages entre eux, chose qui crée le désordre dans la ligne et rend le rangement difficile. 	<ul style="list-style-type: none"> -Sensibilisation des opérateurs à propos de l'organisation de poste au fur et à mesure du travail - Figer un temps de 15 min pour le nettoyage, le pointage et vérification outils

Tableau 11: Plan d'action des familles du gaspillage

Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la proposition et la mise en œuvre des actions spécifiques à chaque problème.

CHAPITRE 7: « Control » CONTROLER LE PROCESSUS

Introduction

La phase du contrôle a pour objectif d'évaluer l'impact des axes d'amélioration, Dans cette étape, nous allons mettre en place les solutions sur chaîne tout en identifiant les gains apportés en les mesurant.

I Gains réalisés après l'élimination des gaspillages

Type du Gaspillage	Validation de l'action	Gain en heures/ demi-inverseur	Gain en €/demi inverseur
Déplacement outil + Attente outil		15.19	380 €
Déplacement fixations	Action en cours		
Dépassement de pause		1.28	32 €
Retouche de poses fixations	Action en cours		
Recherche fixations	Action en cours		
Recherche outils		0.38	9.5 €

Tableau 12: Gains en termes de temps et les gains financiers des actions mise en place pour les gaspillages

II Gain réalisés après amélioration des NVA U

Type de NVAU	Validation de l'action	Gain en heures/Moving Line	Gain en €/demi inverseur
Nettoyage de l'inverseur		0.569	14.225 €
Réunion		0.503	12.57 €
Remplissage de la fiche suiveuse et pointage		0.42	10.5 €
Nettoyage et rangement de poste		0.312	7.8 €

Tableau 13: Gains en termes de temps et les gains financiers des actions mise en place pour les NVAU

Pour récapituler :

La chaîne d'assemblage d'A320 néo connaît des perturbations au niveau du temps d'assemblage qui est suffisamment important et notre but c'était de diminuer ce dernier en cherchant les différents sources de gaspillages.

Actuellement la ligne A320 néo effectue la phase du Moving Line dans 120H comment une valeur maximal dans SAP et d'après notre objectif on doit la diminuer a 77H

Après le chronométrage nous avons trouver que le temps total dans un poste de la phase du Moving Line est de 95 H , cette ecart est peut etre expliqué par le probleme de pointage des opérateurs ; or après l'élimination des gaspillages par la mise en place des actions proposés on aurre 80 H de valeur ajouter donc notre objectif est atteint .

Conclusion

Ce dernier chapitre a mis en évidence les pistes d'amélioration, il a été constaté qu'avec les actions proposées nous pouvons atteindre objectifs projets. Nous concluons que le déploiement du Lean Six Sigma sur le processus a permis l'aboutissement à des solutions pertinentes, et donc l'atteinte des objectifs prédéfinis sur une durée déterminée

Conclusion générale & perspectives

Au terme de ce travail intitulé : «Amélioration du temps d'assemblage de l'inverseur A320 néo», qui vise à améliorer le processus de production, nous avons utilisé la démarche DMAIC de la méthodologie Lean six sigma afin d'étudier la situation actuelle en collaboration avec l'équipe projet.

Des repères de base ont été mis en évidence afin d'améliorer la performance collective et contribuer à la réalisation des objectifs du projet.

En effet, à travers notre projet, nous avons été mis à contribution sur les points suivants:

Nous avons eu pour mission d'effectuer l'étude, en nous basant sur des données collectées par nous-mêmes, afin de contrôler la validité de ces derniers, réaliser des mesures. Sur la base de ces données, nous avons identifié les différents dysfonctionnements du processus, analysé puis validé leurs causes racines.

Ensuite, dans la partie recherche des solutions, nous avons essayé de proposer des améliorations en tenant compte des investissements nécessaires pour leur mise en place.

Enfin, nous avons mis en place les solutions sur chaîne tout en identifiant les gains apportés en les calculant.

Comme perspectives de développement éventuelles, nous proposons de:

- ✓ Suivre la réalisation des actions en cours
- ✓ Effectuer un contrôle régulier des actions déjà mis en œuvre
- ✓ Assurer l'adaptation des opérateurs aux changements proposés

Webographie & Bibliographie

- [1] Mettre en œuvre le Six Sigma, Caroline Fréchet Edition d'organisation, 2005
[2] Déployer et exploiter Lean Six Sigma, Nicolas Volck, Edition d'organisation, 2009 [3] Six Sigma, comment l'appliquer, Maurice Pillet, Edition d'organisation, 2005
[4] Formation Six-Sigma, Aircelle, Groupe SAFRAN, 2006

- [1] <http://www.wmep.org/accelerate/vsmctc.pdf>
[2] <http://www.qualite.qc.ca/centre-des-connaissances/fiches-outils-detaillees/reduction-du-temps-de-cycle>
[3] <http://www.ortems.com/fr-planification-ordonnancement/industries/aeronautiquedefense.php>
[4] <http://www.supplychainmagazine.fr/TOUTE-INFO/Archives/SCM034/Enquete-34.pdf>
[5] <http://www.mire-restructuration.eu/docs/CS%20Airbus%20F%20FR.pdf>
[6] <http://aei.pitt.edu/36523/1/A2587.pdf>
[7] <http://www.supplychainmagazine.fr/TOUTE-INFO/Lecteurs/PEAConsulingLeanLogistics.pdf>
[8] http://www.lamsade.dauphine.fr/~giard/RFGI_MOSIM_Giard_Mendy_07.pdf
[9] <http://www.bowersgroup.co.uk/row/product-range/bowers/bcsg-001m-digital-countersink-gauge-4646.html>

Annexes

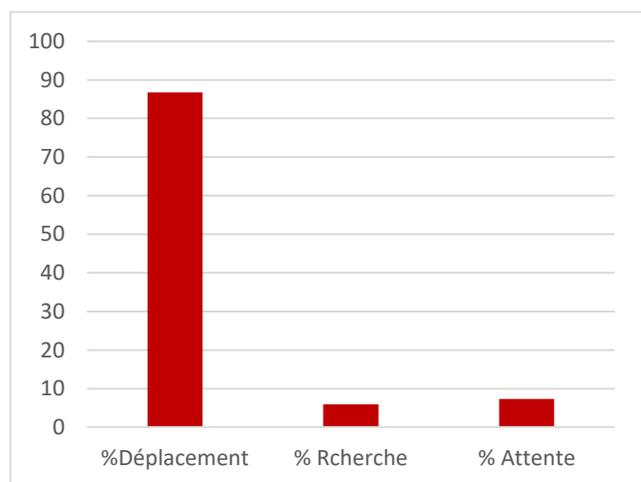
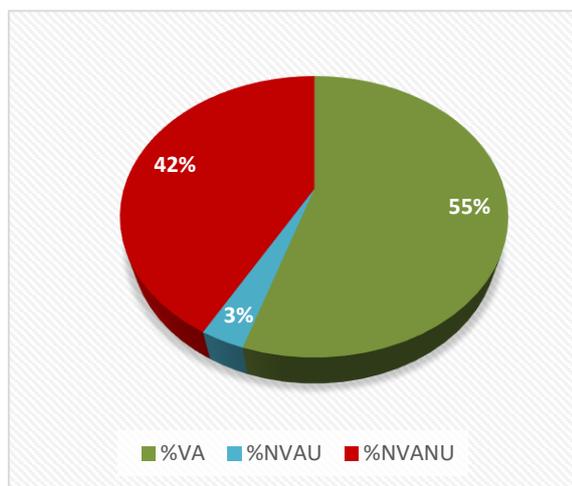
Annexe 1 : chronométrage des opérations du Moving Line

➤ Opération 150 : Perçage beavertail

❖ le temps passé dans l'opération 150

	Le temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	2.7	100
La somme des VA	1.483	55
La somme des NVAU	0.083	3
La somme des NVANU	1.133	42

❖ Synthèse des mesures de l'opération 150

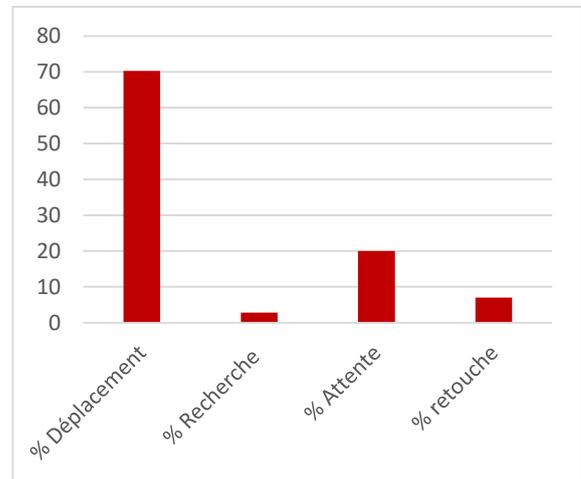
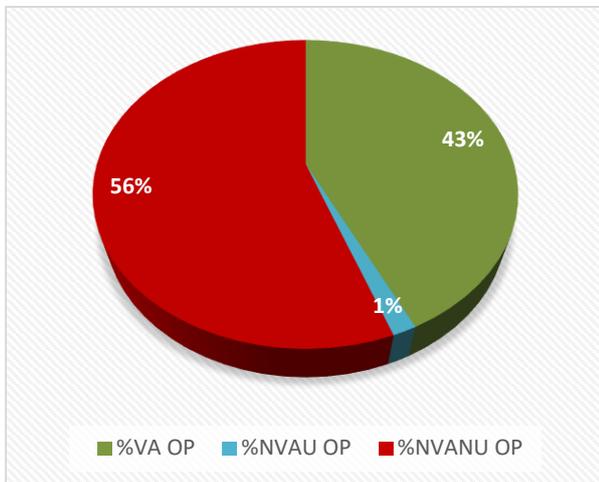


➤ OP 200 : Tôle Feu poutre 12 H AR part 2

❖ le temps passé dans l'opération 200

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	6.451	100
La somme des VA	2.767	43
La somme des NVAU	0.099	1
La somme des NVANU	3.583	56

❖ Synthèse des mesures de l'opération 200

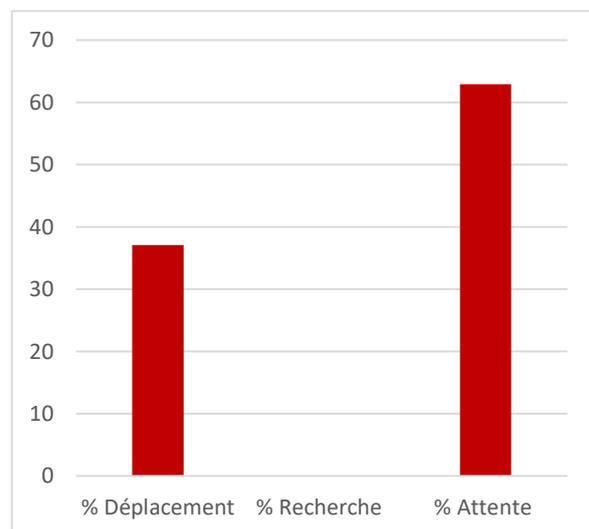
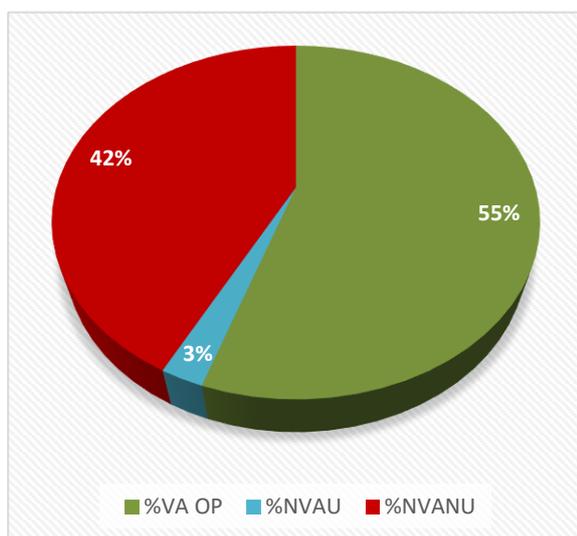


➤ OP 210 : cheminement joint 6H AR part 1

❖ le temps passé dans l'opération 210

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	5.935	100
La somme des VA	3.275	55
La somme des NVAU	0.143	3
La somme des NVANU	2.517	42

❖ Synthèse des mesures de l'opération 210

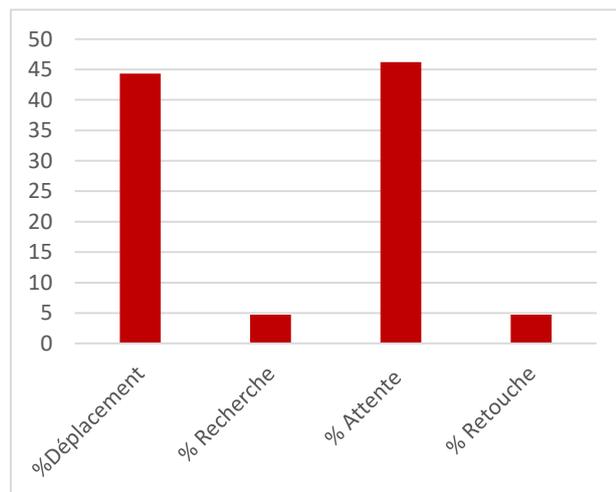
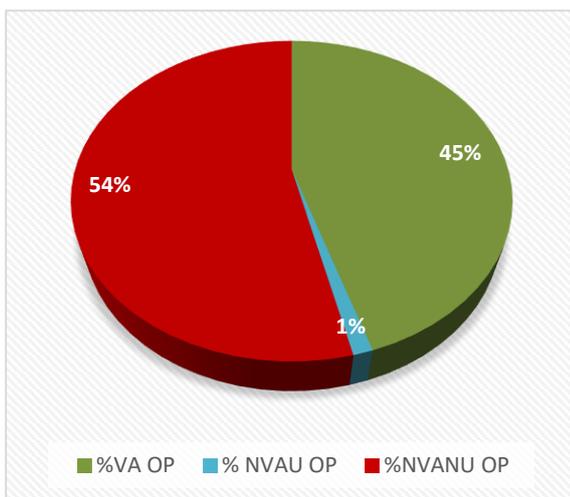


➤ **OP220 : cheminement de joint 6h arrière part 2**

❖ le temps passé dans l'opération 220

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	3.29	100
La somme des VA	1.483	45
La somme des NVAU	0.04	1
La somme des NVANU	1.767	54

❖ Synthèse des mesures de l'opération 220

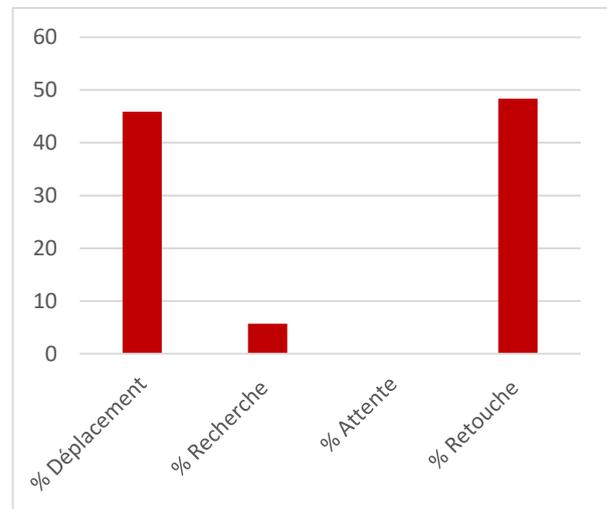
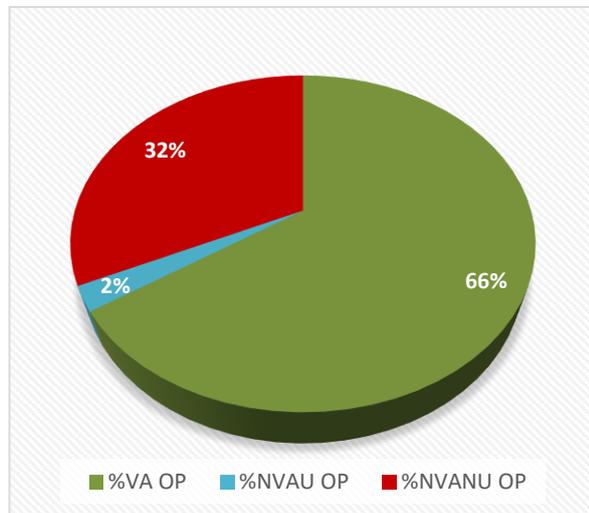


➤ **OP230 : cheminement de joint 6h arrière part 3**

❖ le temps passé dans l'opération 230

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	6.338	100
La somme des VA	4.167	66
La somme des NVAU	0.15	2
La somme des NVANU	2.033	32

❖ Synthèse des mesures de l'opération 230

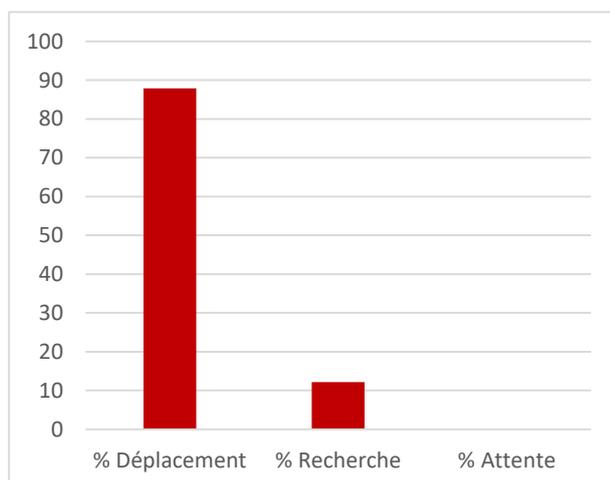
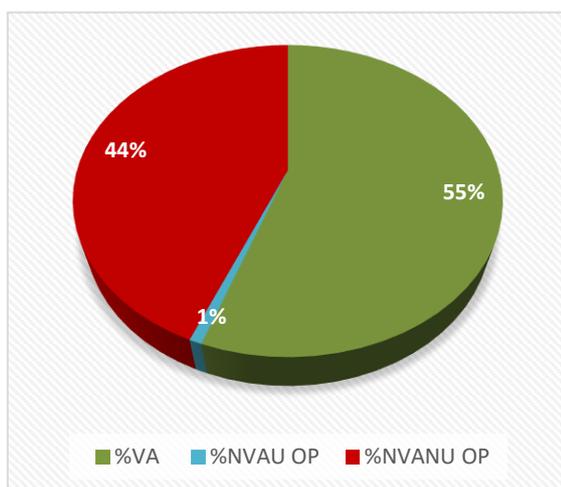


➤ OP240 : Tôle feu 6H avant

❖ le temps passé dans l'opération 240

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	5.006	100
La somme des VA	2.775	55
La somme des NVAU	0.04	1
La somme des NVANU	2.191	44

❖ Synthèse des mesures de l'opération 240

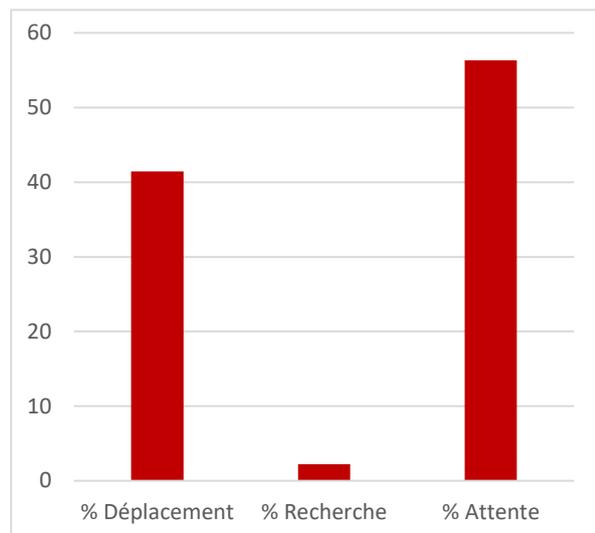
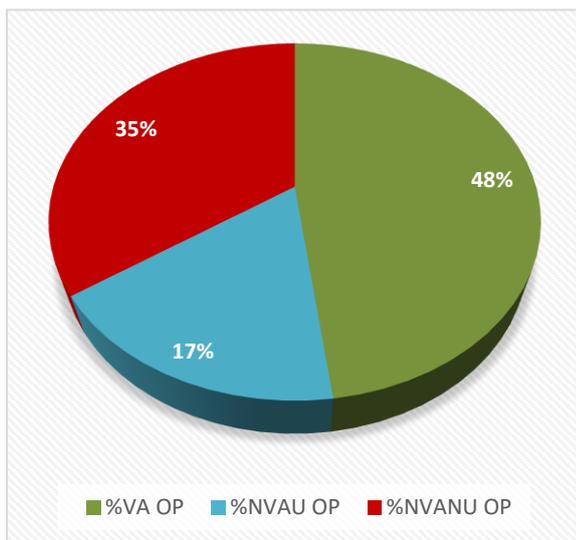


➤ **OP 250 : Montage cadre arrière secondaire track blank off transcowl**

❖ le temps passé dans l'opération 250

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	4.361	100
La somme des VA	2.091	48
La somme des NVAU	0.761	17
La somme des NVANU	1.508	35

❖ Synthèse des mesures de l'opération 250

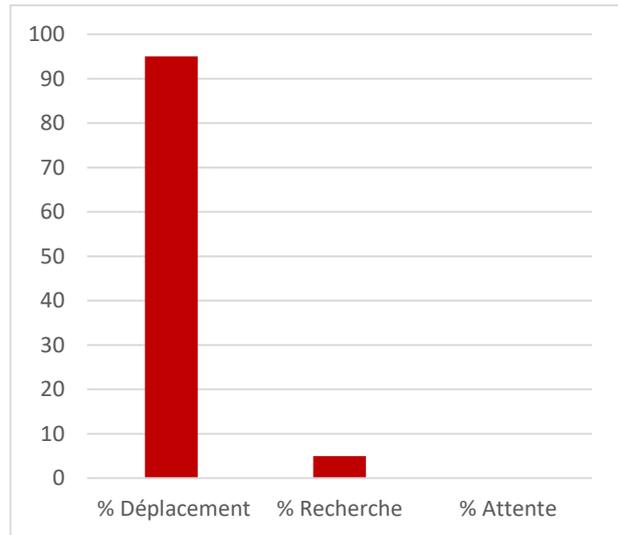
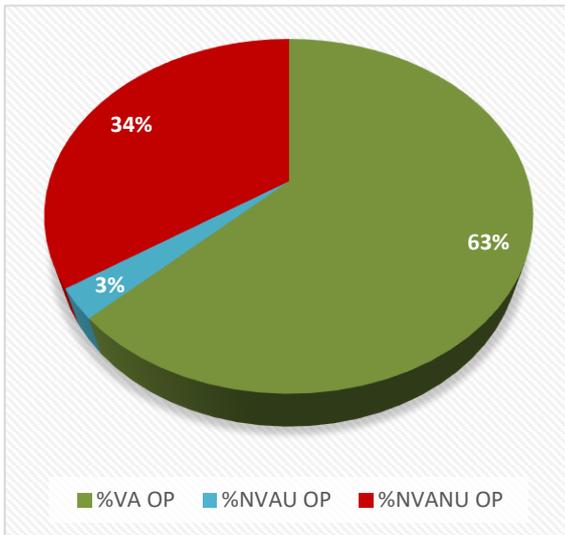


➤ **OP 260 : Montage transcowl & canalisation**

❖ le temps passé dans l'opération 260

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	4.868	100
La somme des VA	3.066	63
La somme des NVAU	0.135	3
La somme des NVANU	1.683	34

❖ Synthèse des mesures de l'opération 260

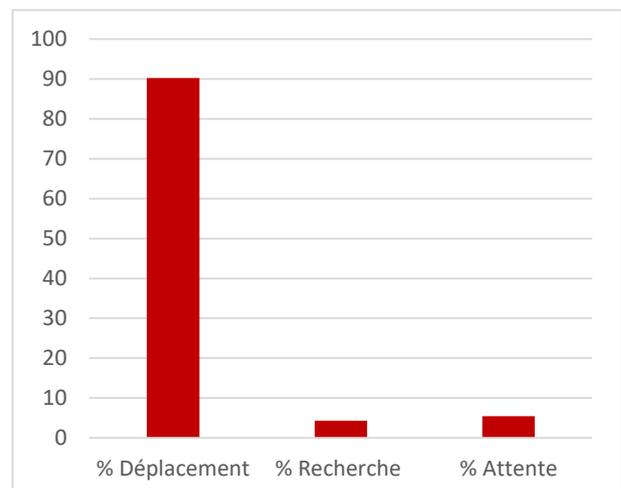
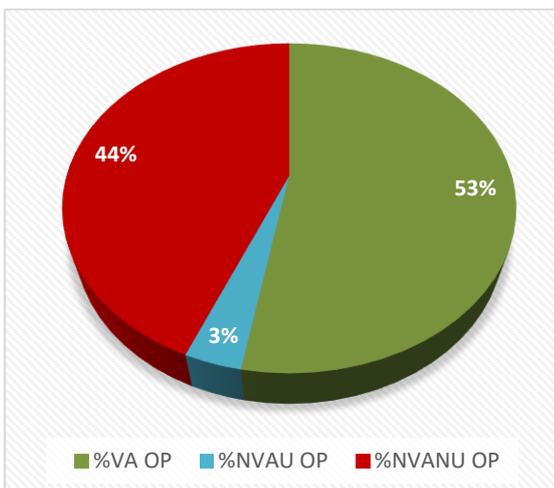


➤ **OP270 : Montage canalisation TLS & câble**

❖ le temps passé dans l'opération 270

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	3.503	100
La somme des VA	1.85	53
La somme des NVAU	0.12	3
La somme des NVANU	1.533	44

❖ Synthèse des mesures de l'opération 270

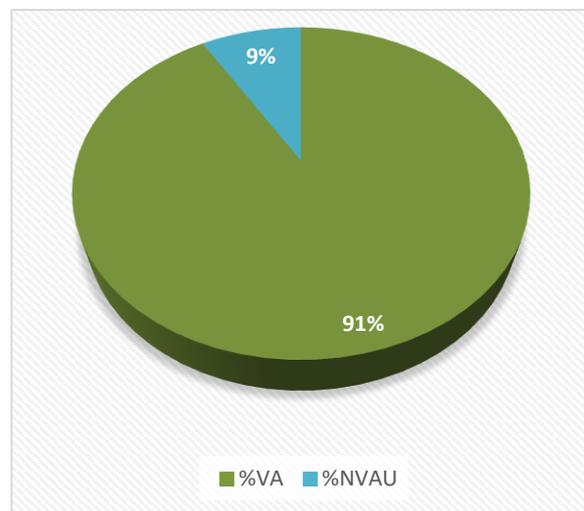


➤ **OP280 : Manutention vers Structure fixe**

- ❖ le temps passé dans l'opération 280

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	0.583	100
La somme des VA	0.533	91
La somme des NVAU	0.05	9

- ❖ Synthèse des mesures de l'opération 280

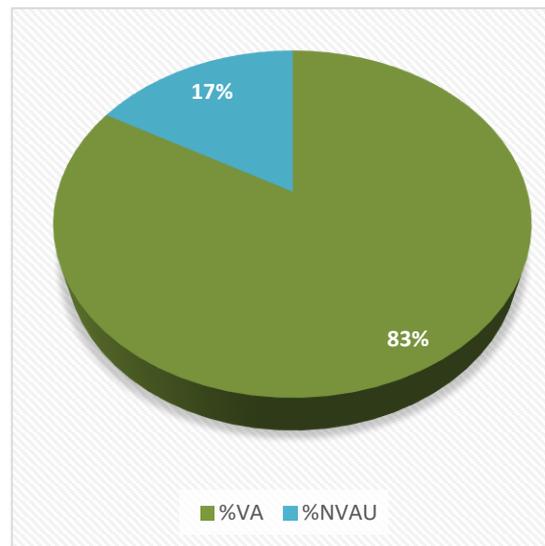


➤ **OP290 : Manutention vers le Moving Line**

- ❖ le temps passé dans l'opération 290

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	0.6	100
La somme des VA	0.5	83
La somme des NVAU	0.1	17

❖ Synthèse des mesures de l'opération 290

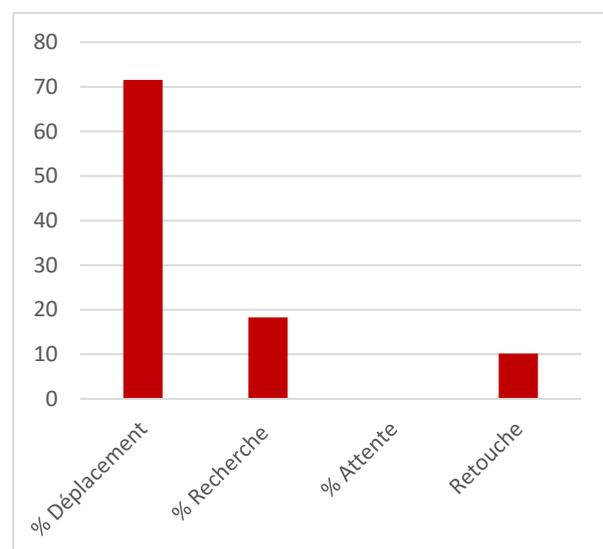
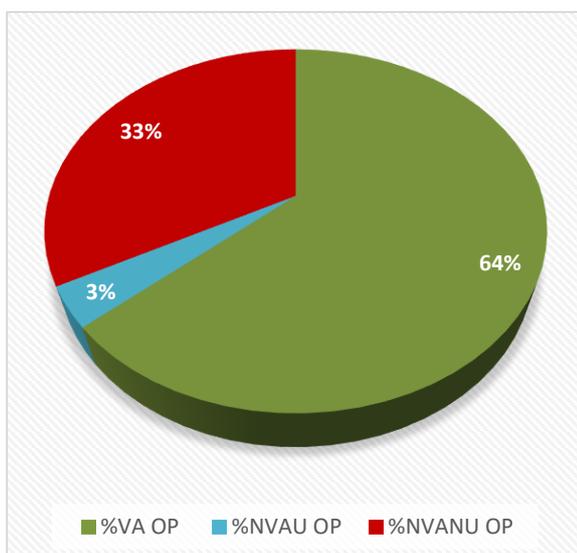


➤ **OP300 : Montage Slate panel + joints**

❖ le temps passé dans l'opération 300

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	5.021	100
La somme des VA	3.183	64
La somme des NVAU	0.18	3
La somme des NVANU	1.641	33

❖ Synthèse des mesures de l'opération 300

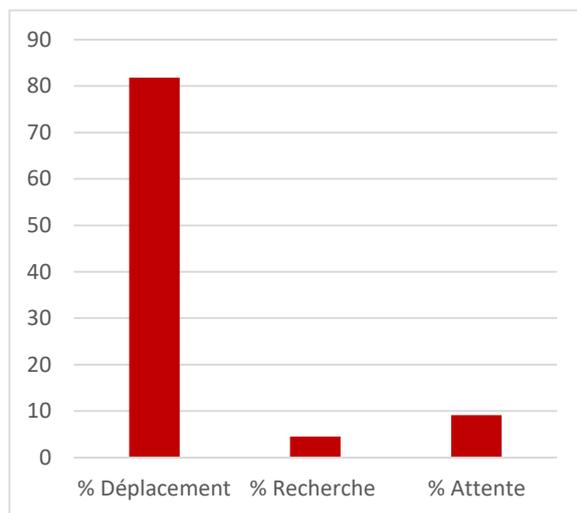
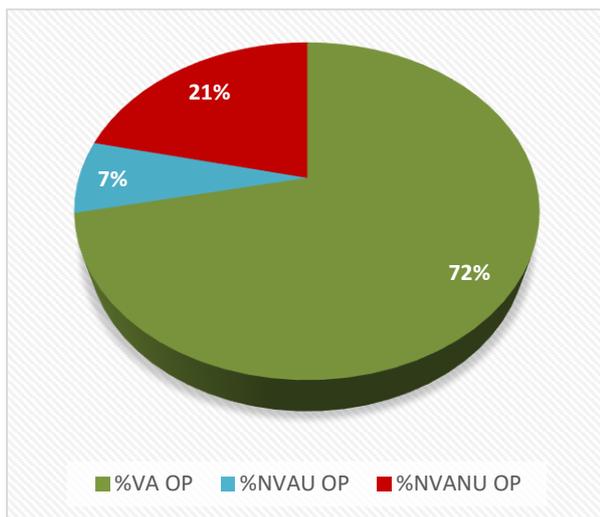


➤ **OP310 : Montage joints part 2**

❖ le temps passé dans l'opération 310

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	2.47	100
La somme des VA	1.758	72
La somme des NVAU	0.17	7
La somme des NVANU	0.525	21

❖ Synthèse des mesures de l'opération 310

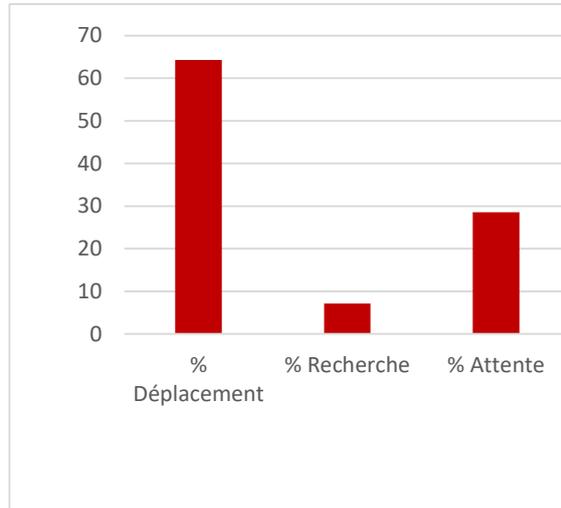
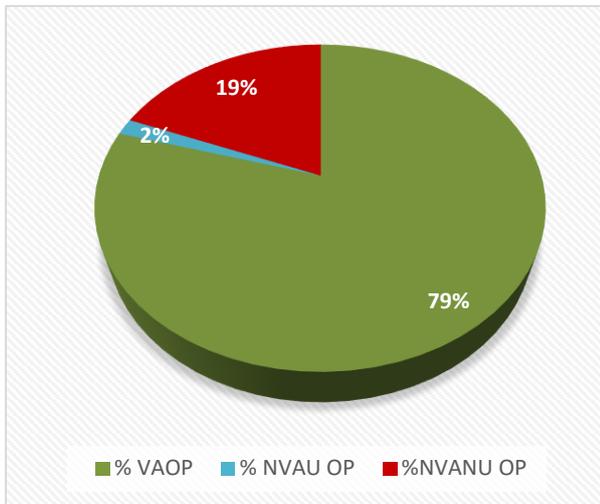


➤ **OP320 : Montage PTH part 1**

❖ le temps passé dans l'opération 320

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	2.465	100
La somme des VA	1.975	79
La somme des NVAU	0.0405	2
La somme des NVANU	0.467	19

❖ Synthèse des mesures de l'opération 320

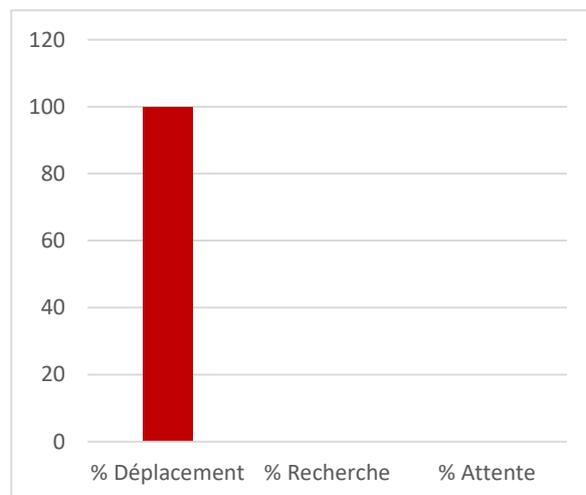
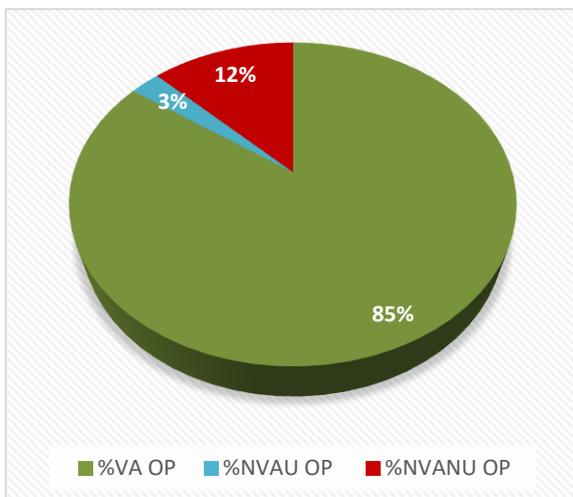


➤ OP330 : Montage PTH part 2

❖ le temps passé dans l'opération 330

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	1.335	100
La somme des VA	1.133	85
La somme des NVAU	0.035	3
La somme des NVANU	0.166	12

❖ Synthèse des mesures de l'opération 330

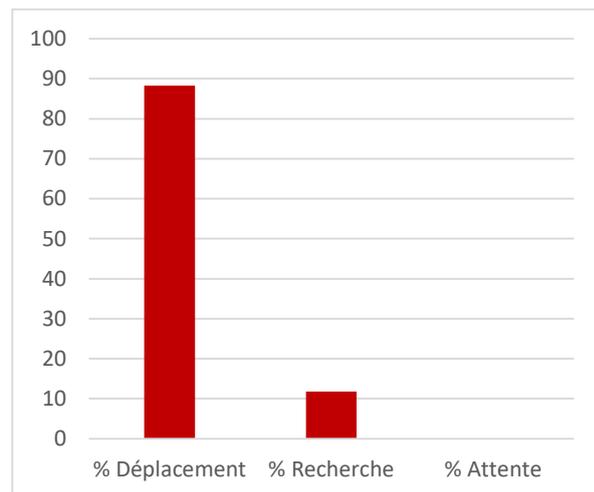
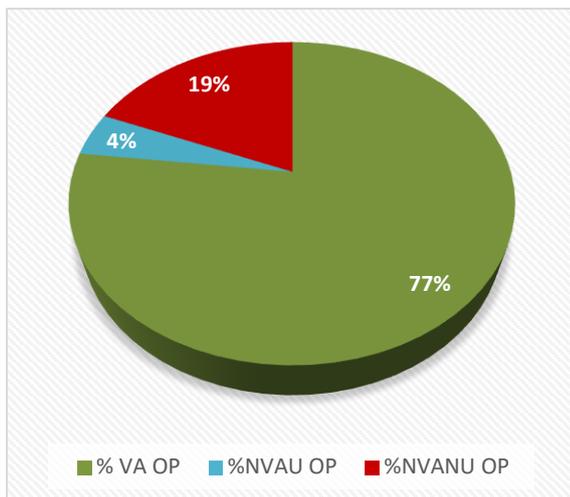


➤ **OP340 : Montage PTH part 3**

❖ le temps passé dans l'opération 340

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	1.5	100
La somme des VA	1.166	77
La somme des NVAU	0.066	4
La somme des NVANU	0.283	19

❖ Synthèse des mesures de l'opération 340

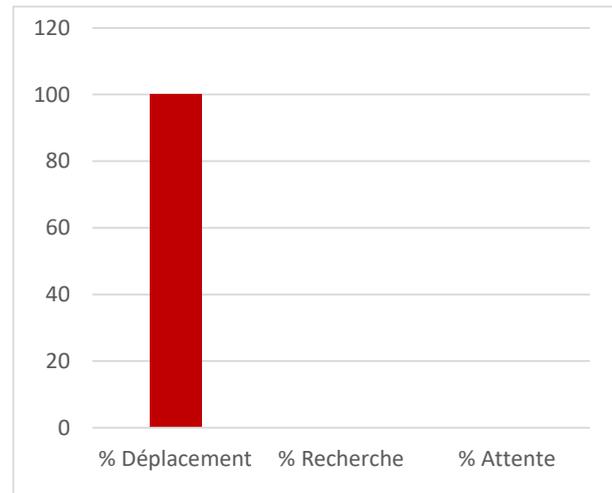
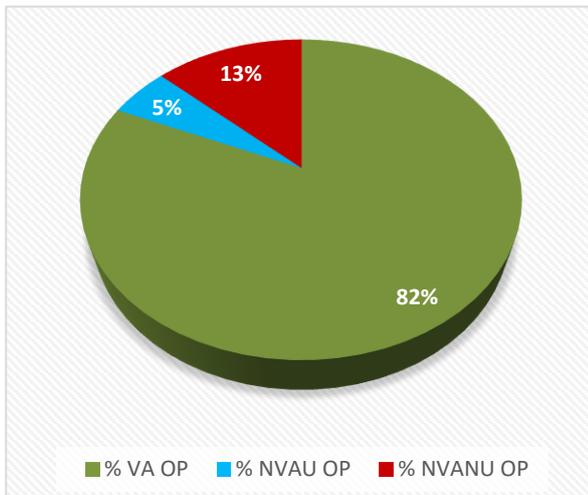


➤ **OP350 : Montage PTH part 4**

❖ le temps passé dans l'opération 350

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	2.541	100
La somme des VA	2.075	82
La somme des NVAU	0.133	5
La somme des NVANU	0.333	13

❖ Synthèse des mesures de l'opération 350

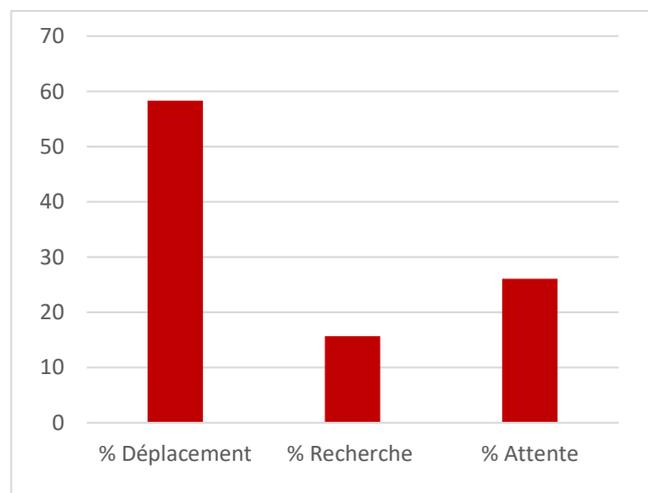
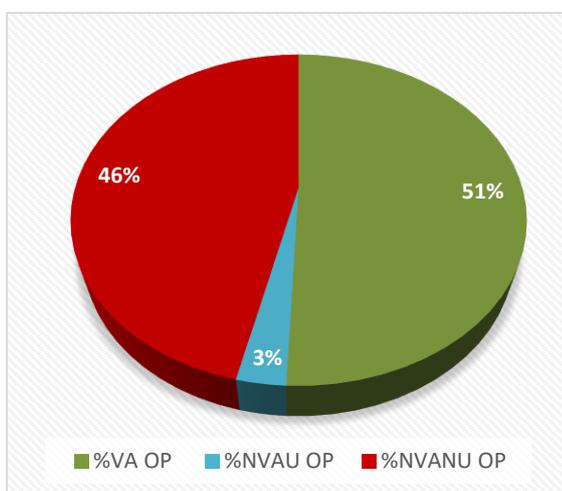


➤ **OP360 : Finition montage spigots, pads, bandes téflon et pivot**

❖ le temps passé dans l'opération 360

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	3.418	100
La somme des VA	1.75	51
La somme des NVAU	0.101	3
La somme des NVANU	1.6	46

❖ Synthèse des mesures de l'opération 360

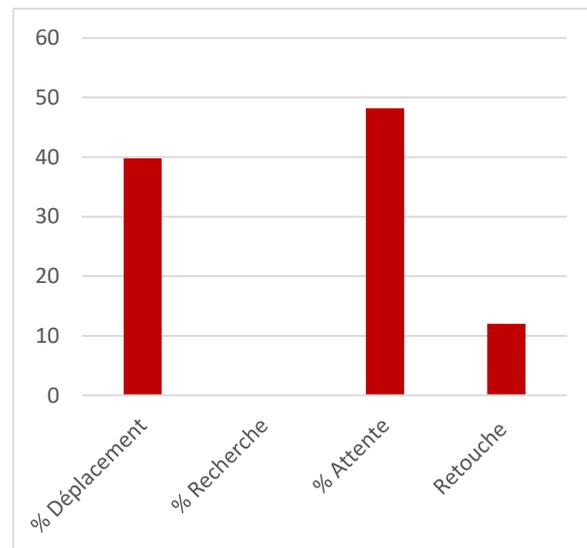
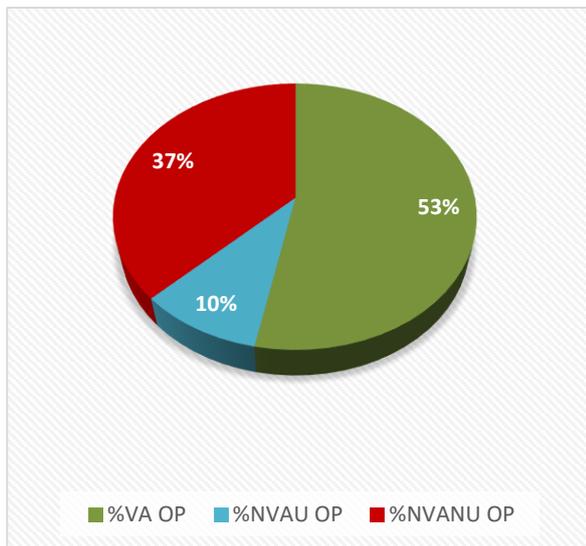


➤ **OP370 : Bandes téflon & Contrôle continuité électrique**

❖ le temps passé dans l'opération 370

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	3.716	100
La somme des VA	1.975	53
La somme des NVAU	0.358	10
La somme des NVANU	1.383	37

❖ Synthèse des mesures de l'opération 370

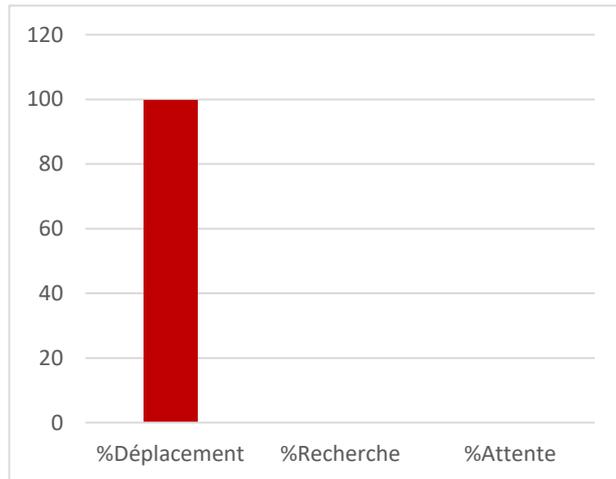
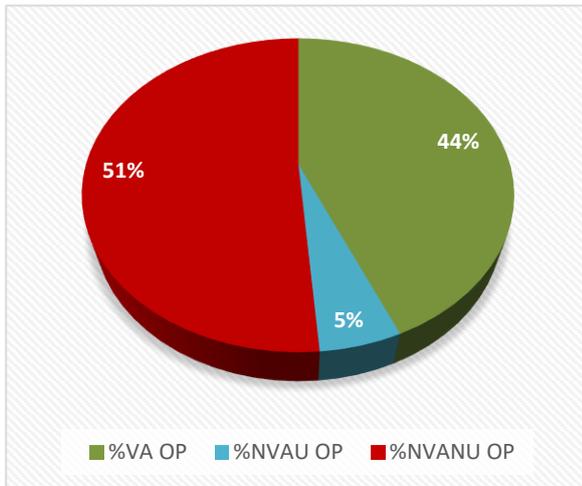


➤ **OP400 : Montage bielle HOR**

❖ le temps passé dans l'opération 400

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	0.325	100
La somme des VA	0.141	44
La somme des NVAU	0.016	5
La somme des NVANU	0.166	51

❖ Synthèse des mesures de l'opération 400

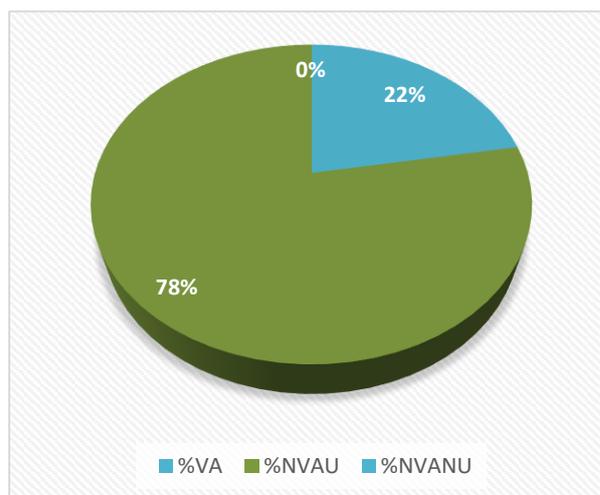


➤ **OP410 : Marquage structure fixe & demi-inverseur**

❖ le temps passé dans l'opération 410

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	0.15	100
La somme des VA	0.033	78
La somme des NVAU	0.116	22

❖ Synthèse des mesures de l'opération 410

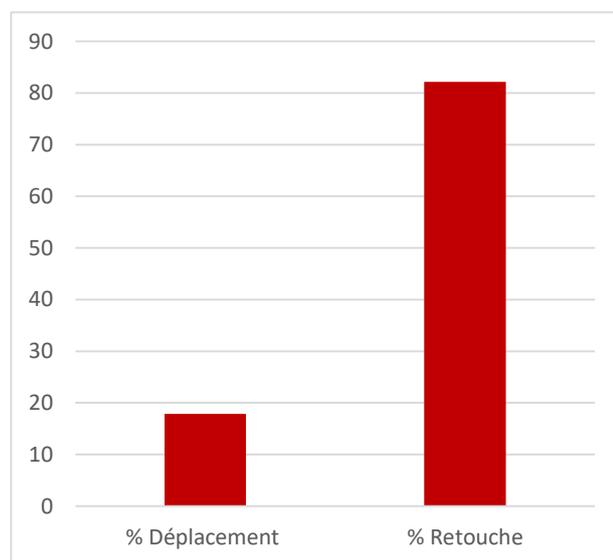
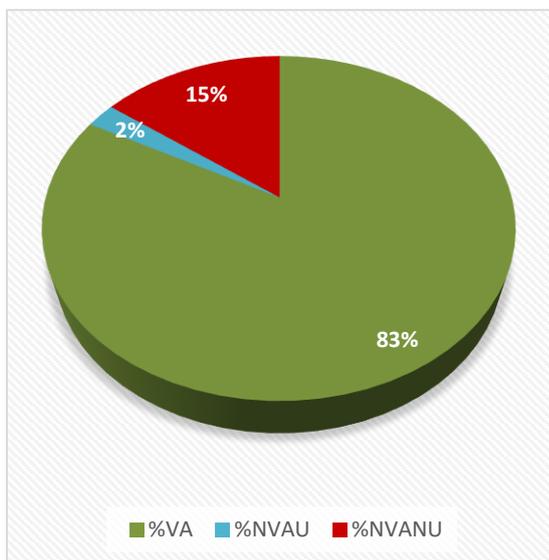


➤ **OP422 : Retouche Revue et Qualité**

❖ le temps passé dans l'opération 422

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	6.33	100
La somme des VA	5.25	83
La somme des NVAU	0.15	2
La somme des NVANU	0.933	15

❖ Synthèse des mesures de l'opération 422

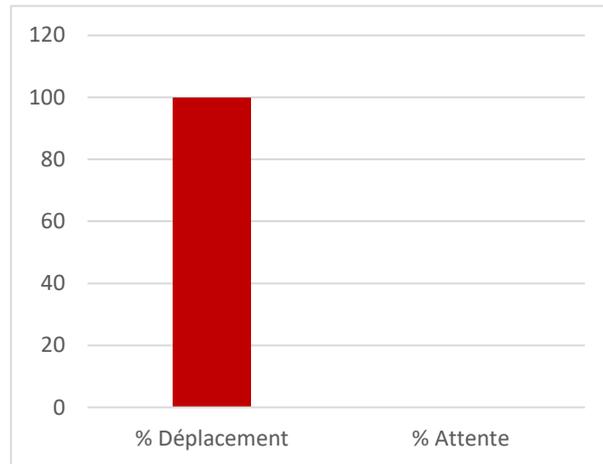
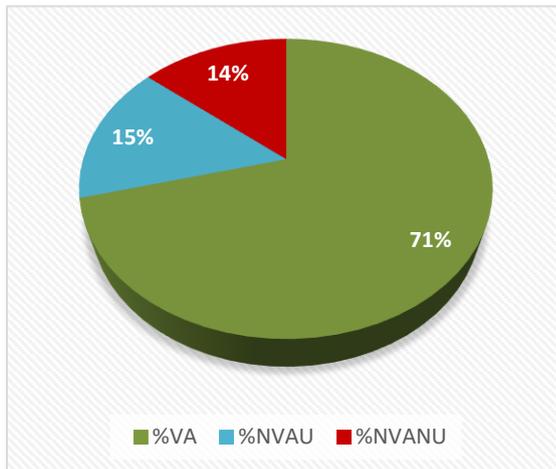


➤ **OP430 : contrôle masse & masse en caisse**

❖ le temps passé dans l'opération 430

	Temps en (H)	Temps en %
Le temps total de l'opération	0.658	100
La somme des VA	0.467	71
La somme des NVAU	0.1	15
La somme des NVANU	0.091	14

❖ Synthèse des mesures de l'opération 430


Annexe 2 : Liste des outillages manquants

Catégorie	Désignation	Référence 1100	Total	Prix unitaire	Prix total
Butée	Butée à ressort Ø 2,50	9000238090250	3	2,85 €	8,55 €
Butée	Butée à ressort Ø 3,20	9000238090320	2	2,86 €	5,72 €
Butée	Butée à ressort Ø 4,10	9000238090410	3	2,84 €	8,52 €
Butée	Butée à ressort Ø 4,80	9000238090480	4	2,87 €	11,48 €
Butée	Butée à ressort Ø 6,35	9000238090635	2	2,85 €	5,70 €
Douille & cliquet	Douille courte 3/8 12 pans carré 1/4	9000600513800	5	2,55 €	12,75 €
Douille & cliquet	Douille courte 9/32 12 pans carré 1/4	9000600519320	4	2,47 €	9,88 €
Douille & cliquet	Douille courte 5/16 12 pans carré 1/4	9000600515160	5	2,61 €	13,05 €
Douille & cliquet	Douille courte 7/16 12 pans carré 1/4	9000600517160	3	2,03 €	6,09 €
Canon	Canon épaulé 4,10	N/A	2	45,00 €	90,00 €
Canon	Canon épaulé 4,18	N/A	2	45,00 €	90,00 €
Canon	Canon épaulé 4,82	N/A	3	45,00 €	135,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 11,48Nm - 11,71 Nm maxi		2	160,00 €	320,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 11,5 Nm - 15,7 Nm maxi		3	160,00 €	480,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 18 Nm - 27 Nm maxi		2	160,00 €	320,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 18,08 Nm - 21,46 Nm maxi		1	160,00 €	160,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 2,7 Nm - 3,3 Nm maxi		2	160,00 €	320,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 2,9 Nm - 3,9 Nm maxi		3	160,00 €	480,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 3,06 Nm - 3,74 Nm maxi		3	160,00 €	480,00 €

Clé	Clé dynamométrique mini 3,33 Nm - 4,07 Nm maxi		2	160,00 €	320,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 3,39 Nm - 4,51 Nm maxi		1	160,00 €	160,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 3,4 Nm - 4,0 Nm maxi		1	160,00 €	160,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 3,55 Nm - 4,35 Nm maxi		5	160,00 €	800,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 4,05 Nm - 4,95 Nm maxi		3	160,00 €	480,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 7,2 Nm - 9,8 Nm maxi		3	160,00 €	480,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 7,35Nm - 8,45 Nm maxi		3	160,00 €	480,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 8,46 Nm - 10,34 Nm maxi		4	160,00 €	640,00 €
Clé	Clé dynamométrique mini 8,5Nm - 16,5 Nm maxi		1	160,00 €	160,00 €
Clé	Clé dynamométrique plat mini 70,1 Nm - 84,2 Nm maxi		2	160,00 €	320,00 €
Clé	Clé dynamométrique plat mini 100 Nm - 125 Nm maxi		1	160,00 €	160,00 €
Clé	Clé dynamométrique plat mini 19,75 Nm - 23,2 Nm maxi		2	160,00 €	320,00 €
Clé	Clé dynamométrique plat mini 24,3 Nm - 31,6 Nm maxi		1	160,00 €	160,00 €
Tournevis	Tournevis dynamo 2,5-3 N.m		2	2,52	5,04 €
Tournevis	Tournevis plat		1	2,52	2,52 €
Contrôle	Tirette CR	9000238269B12	6	7,36 €	44,16 €
Contrôle	Tirette métrique	9000238000004	6	5,16 €	30,96 €
Pinces	Pince de serrage		5	10,00 €	50,00 €
Somme					7 729,42 €

Annexe 3 : Besoin du Moving Line en fixations

Article	Désignation article	Quantité Nécessaire	Quantité préleve	N°= OP
AS9581-17	WASHER, KEY-	4	4	OP260,OP270
CCR274CS-3-01P1	RIVET	25	25	OP 190,OP230,OP240,OP250
CR7621S-06-03D	SCREW EQUIV	20	20	OP170,OP240
CR7620S-05-04D	RIVET EQUIV.	35	35	OP170,OP200
CR7774S-05-03EE	BLIND BOLT	28	28	OP170
CR7774S-05-04EE	RIVET ALU COATING EQUIV UB130	4	4	OP170
CR7621S-05-10D	RIVET	6	6	OP360
CR7620S-05-03D	RIVET EQUIV	8	8	OP200
CR7620S-06-12D	BLIND BOLT 100°	10	10	OP 320,OP360
CR7621S-05-03D	RIVET EQUIV	5	5	OP170,OP180
CR7621S-05-10D	RIVET	12	12	OP320,OP360
CR7621S-06-03D	SCREW EQUIV	20	20	OP170,OP240
CR7621S-06-04D	RIVET UBP-EU06-04DW EQUIV	6	6	OP170
HST10AP6-5	VIS equiv HST10AG6-5	15	15	OP170
HST11AP5-7	RIVET Equiv HST11AG5-7	1	1	OP200
HST97DUWK6	NUT VLC97DUWC6	3	3	OP 200
MS20995C32	LOCK WIRE BOBINE DE 110M	102	102	OP 220,OP330,OP340,OP350
NAS1149CN516R	RONDELLE	7	7	OP190,OP200
NAS1149C0332R	WASHER	4	4	OP170,OP180
NAS1149C0432R	WASHER	18	18	OP170,OP260,OP360
NAS1726C3PE	NUT	4	4	OP180,OP360

NAS1802-3-7	BOLT		7	7	OP190,OP200
NAS1919M04S03AU	RIVET		6	6	OP190,OP200
NAS1919M04S04AU	RIVET		13	13	OP190,OP210
NAS1921M04S04AU	RIVET		26	26	OP 210,OP220,OP230
NAS1921M04S05AU	RIVET		3	3	OP200,OP210
NAS6703AH3	VIS		3	3	OP160
NAS6703A7	BOLT		2	2	OP180
NAS6804A10	VIS		4	4	OP250
NAS6803A12	SCREW		4	4	OP250
NAS6803A15	BOLT		8	8	OP260
NAS6703A4	BOLT		1	1	OP260
NAS6703A6	BOLT		5	5	OP260
NAS6704A6	VIS		3	3	OP260
NAS6704A8	FASTENER		4	4	OP260
NAS6403A21	BOLT		6	6	OP230
NAS6703A1	VIS		4	4	OP360
NAS7203A7	SCREW		5	5	OP150
NAS7203U4	VIS TF		2	2	OP300
NAS7203A8	RIVET		2	2	OP360
NAS7203A6	SCREW		4	4	OP360
NAS9307ML-4-01	Blind Rivet		37	37	OP180, OP190,OP200,OP210,OP230,OP240
NAS9307ML-4-02	Blind Rivet		81	81	OP180, OP190,OP200,OP220,OP230,OP240
NAS9307ML-4-03	Blind Rivet		11	11	OP180,OP190,OP200
NAS9307ML-4-04	Blind Rivet		10	10	OP160,OP200,OP230,OP240
NAS9307ML-4-05	Blind Rivet		4	4	OP180
NAS9307ML-5-03	Blind Rivet		3	3	OP240
NSA5060C5	NUT		2	2	OP250