

Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de la

Licence Sciences et Techniques

Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Titre

LA CONTRIBUTION A L'AMELIORATION DU SYSTEME DE MAINTENANCE ET LA CONCEPTION D'UN CONVOYEUR POUR LA MACHINE DE TEST

TRIAL ATLAS ABL

TANGER

Présenté par :

- Zaynab MRHARI

-Asmae HAMIDACHE

Encadrés par :

- Mlle R.BOUZOUBAA FENNANE

- Pr.J.ABOUCHITA

Soutenu le 12/06/2019 devant le jury :

- Pr.J.ABOUCHITA

- Pr. A.SEDDOUKI

Dédicace:

Nous dédions ce modeste travail.

A nos familles avec tous nos sentiments de respect, d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour tous les sacrifices déployés pour nous élever dignement et assurer notre éducation dans les meilleures conditions.

Nos pères qui n'ont rien épargné pour nous satisfaire.

Nos chères mères, la source inépuisable de notre bonheur, les êtres qui ne cessent de nous prodiguer amour et douceur.

A nos professeurs sans exception, pour leurs efforts afin de nous assurer une formation bien solide.

A nos amis sans exception.

Remerciements:

Nous tenons tout d'abord à présenter nos sincères remerciements à notre encadrant **Monsieur ABOUCHITA JALIL** qui nous a permis à travers son suivi rigoureux, son entière disponibilité et ses conseils prodigués tout au long de ce stage de mieux cadrer et appréhender les différentes étapes de notre projet de fin d'étude.

Nous remercions également **Mlle RIM BOUZOUBAA FENNANE**, responsable du service maintenance qui a eu la bienveillance d'accepter de nous accueillir en tant que stagiaires à la société ABL SURSUM MOROCCO. A ce titre, nous tenons à saluer la qualité de l'accueil et les conditions de travail encourageantes qui nous ont été offertes tout au long de la durée de notre stage dans cette prestigieuse institution.

Nos remerciements sont ensuite vivement adressés à **Mlle KERARMI SANAE**, responsable qualité à ABL SURSUM MOROCCO. Ses remarques et suggestions ont fortement contribué à l'amélioration de la qualité de ce rapport de fin d'études. Nous exprimons aussi notre gratitude à l'ensemble des personnels pour leur gentillesse et la patience qu'ils nous ont manifestés à notre égard.

Nous tenons à remercier aussi toute **l'équipe pédagogique** de la faculté de sciences et techniques de FES, surtout les intervenants professionnels responsables de notre filière « Conception et Analyse Mécanique » et sans oublier **les membres de jury** qui ont accepté d'évaluer notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Résumé: Résumé:

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, le service Ressources Humaines de la société ABL SURSUM MOROCCO ont accepté notre candidature en tant que stagiaires. C'est une grande opportunité de réaliser un stage pratique dans l'une des entreprises les plus distinguées dans le domaine industriel (appareillages électriques) et aéronautique, située à la zone franche de Tanger.

Pour la réalisation de ce projet, nous nous sommes focalisées dans un premier temps sur l'élaboration des fiches de maintenance de premier niveau par machine. Ensuite nous avons établi une étude détaillée de la machine la plus critique dans le processus de la production, il s'agit de la machine de test.

En plus nous avons été sollicités d'effectuer la conception d'un convoyeur à bande pour la machine de test ainsi la reconception des matrices et des poinçons qui font partie d'un gabarit de poinçonnage.

TABLE DES MATIERES

Introduction générale10

Chapitre I

Présentation de l'entreprise et du projet

Partie 1 : Présentation de l'entreprise

1.1 : Introduction.....11

1.2 : Historique.....11

1.3 : Localisation de l'entreprise.....12

1.4: Définition de l'entreprise.....12

1.5: Fiche technique.....13

1.6: Organigramme d'accueil14

1.7 : Sections d'ABL.....14

Partie 2 : Présentation du projet cahier de charge

2.1 : Introduction16

2.2 : Problématique et objectif du projet.....16

2.2.1 : Problématique.....16

2.2.2: Objectif du projet.....17

Chapitre II :

Initiation à la maintenance

Partie 1 : Etablissement des fiches de maintenance de 1^{er} niveau

1.1: Définition de la maintenance.....	18
1.2 : Types de la maintenance.....	18
1.3 : Niveaux de la maintenance.....	20
1.4 : Fiche de maintenance.....	20
1.4.1 : Définition de la fiche de maintenance.....	21
1.4.2 : Démarche de la réalisation des fiches de maintenance.....	21
1.4.3 : Exemple d'une fiche de maintenance réalisée.....	23

Partie 2 : Etude critique des machines de production

2.1 : Méthode de Pareto.....	25
2.1.1 : Définition de la méthode PARETO.....	25
2.1.2 : Application de Pareto.....	25

CHAPITRE III :

Analyse AMDEC de la machine de test et la conception d'un convoyeur à bande

Partie 1 : Analyse AMDEC de la machine de test

1.1 : Introduction.....	29
-------------------------	----

1.1.1 : Les types de la méthode AMDEC	30
1.2 : Application de la méthode AMDEC	31
1.2.1 : Fonctionnement de la machine de test.....	31
1.2.2 : Décomposition fonctionnelle de la machine.....	33
1.2.3 : Décomposition de pieuvre de la machine de test.....	39
1.2.4: Tableau fonctionnel de la machine de test	43
1.2.5: Les grilles de notation de la méthode AMDEC.....	46
1.2.6 : Tableaux AMDEC.....	47
1.2.7: Seuil de la criticité.....	52
1.2.8: Plan de maintenance de la machine de test.....	55

Partie 2 : Conception d'un convoyeur à double bande

2.1:	
Introduction.....	60
2.2: Objectifs.....	60
2.3: Savoirs requis.....	60
2.4: Initiation à la conception du convoyeur à double bande.....	62
2.4.1: Définition du convoyeur à double bande.....	62
2.4.2: Problématique.....	62
2.4.3: Principe.....	63
2.4.4: Cahier de charge.....	64
2.4.5: Conception mécanique du convoyeur à double bande.....	65
2.4.6: Généralités sur les composants du convoyeur	66
2.4.7: Conception mécanique du convoyeur à double bande.....	67
2.5: Taches secondaires.....	70

2.5.1: Dimensionnement des matrices et des poinçons.....	70
2.5.2: Modes opératoires.....	71
Conclusion et perspectives	73

Liste des figures

Figure 1: Localisation de l'entreprise TRIAL ATLAS	12
Figure 2: Graphe de l'analyse Pareto	27
Figure 3: Photo de la machine de test.....	22
Figure 4 : Photo des composants de l'unité de commande	35
Figure 5: Photo des composants de l'unité de chargement.....	35
Figure 6: Photo des composants du robot	31
Figure 7: Photo du mécanisme pneumatique visseuse.....	37
Figure 8: Photo de l'unité de test	37
Figure 9: Photo des composants de l'automate.....	38
Figure 10: Photo des composants de la table rotative	38
Figure 11 : Photo des composants de l'unité pneumatique	39
Figure 12: Diagramme de contexte d'utilisation de l'unité de chargement	39
Figure 13: Diagramme de contexte d'utilisation de l'unité de test	40
Figure 14: Diagramme de contexte d'utilisation de l'unité pneumatique	41
Figure 15: Diagramme de contexte d'utilisation de la table rotative.....	42
Figure 16: Graphe du seuil de criticité.....	53
Figure 17: Dessin d'ensemble du convoyeur à double bande.....	67
Figure 18: Bande avec revêtement caoutchouc.....	67
Figure 19: Moteur du convoyeur.....	67

Figure 20: Dessin de la poulie sous Solidworks.....	68
Figure 21: Fonctionnement du système de tendeur.....	69
Figure 22: Montage d'un seul convoyeur.....	69
Figure 22: Dessin d'ensemble d'une matrice d'un gabarit de poinçonnage.....	69

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Fiche technique de l'entreprise	13
Tableau 2: Définition des types de maintenance	19
Tableau 3 : Questionnaire de la fiche de maintenance.....	22
Tableau 4 : Fiche de maintenance de 1 ^{er} niveau appliquée à la machine Ferromatik.....	24
Tableau 5 : Classification des machines selon le nombre de pannes.....	27
Tableau 6 : Tableau fonctionnel de la machine de test.....	45
Tableau 7 : Tableau AMDEC de l'unité de test.....	49
Tableau 8 : Tableau AMDEC du robot.....	50
Tableau 9 : Tableau AMDEC de la table rotative.....	51
Tableau 10 : Tableau AMDEC de l'unité de chargement.....	51
Tableau 11 : Tableau AMDEC de l'unité pneumatique	52
Tableau 12 : Classification de la criticité.....	53
Tableau 13 : Les niveaux de criticité.....	55
Tableau 14 : Plan de maintenance préventive/corrective	59

INTRODUCTION GENERAL:

Dans le cadre de notre apprentissage à la Faculté des sciences et techniques de Fès, nous sommes hautement encouragées à accompagner notre cursus de formation théorique par un stage pratique permettant de nous familiariser avec le monde du travail tout en perfectionnant nos connaissances dans notre domaine d'étude.

Pour ce faire, nous avons opté pour un stage à la société « TRIAL » qui est une entreprise marocaine du secteur de l'industrie électrique spécialisée dans la fabrication des articles électriques. Le groupe TRIAL est l'un des fabricants les plus compétitifs et innovants dans ce domaine, semble avoir trouvé la bonne stratégie pour contourner la concurrence et poursuivre son développement.

Notre travail s'articulera autour de trois volets principaux. Le premier sera consacré pour la présentation du contexte général dans lequel s'est déroulé le projet. Le deuxième volet sera réservé à l'étude et l'analyse des modes de défaillances de la machine de test ainsi la conception d'un convoyeur à double bande pour cette même machine, Et dans le dernier volet nous traiterons les tâches secondaires que nous avons effectuées durant notre période de stage.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DU PROJET

PARTIE 1: PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

1.1 : INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous commençons par une brève présentation de l'entreprise TRIAL, et ce afin de tirer et d'analyser les objectifs du projet.

1.2 : HISTORIQUE

Le groupe TRIAL est un groupe d'entreprises implanté dans le secteur de l'industrie électrique depuis 2008, né d'un véritable historique et d'une véritable expérience issue d'une activité dans ce même secteur qui a débuté en 1974 sous le nom de TRIAL ATLAS qui avait comme activité principale la fabrication des radios et des antennes tv.

En effet l'année 2008, est l'année qui a marqué le clonage réussi d'une nouvelle structure nommée TRIAL. Bien que dotée d'une nouvelle détermination, d'un nouveau local et d'une nouvelle organisation.

Depuis 1974 TRIAL a pu réaliser des collaborations et des partenariats en signant beaucoup de contrats de sous-traitance avec différentes entreprises européennes et marocaines. Le dernier contrat signé était en 2011, où TRIAL a signé de nouveau deux contrats de partenariat ; une avec la société STACEM Maroc pour la réalisation des pièces moulées en élastomère de petites et moyennes séries pour l'industrie aéronautique ; et une avec la société SltsMetal Maroc pour la fabrication des pièces en tôlerie fine également destinées à l'industrie aéronautique.

1.3 : LOCALISATION DE L'ENTREPRISE



*Figure:*localisation de l'entreprise TRIAL ATLAS

1.4 : DEFINITION DE L'ENTREPRISE

Le groupe TRIAL est le fruit d'une collaboration entre trois entreprises distinctes, chacune d'elle fabrique des produits avec les caractéristiques fournies par ses clients ;

ABL SURSUM MROCCO SA : spécialisée dans la fabrication et l'assemblage des articles et des appareillages électriques aussi bien des pièces électriques et mécaniques pour l'industrie aéronautique.

AUSARE MAROC SA : spécialisée dans l'usinage sur machine à CNC (computer numerical control) de pièces mécaniques de haute précision pour l'industrie aéronautique.

STACEM MAROC SARL : spécialisée dans la fabrication des pièces moulées en élastomère petites et moyennes séries (joints toriques, pièces de forme).

D'autre part, TRIALSA assure la supervision et la coordination administrative de tout le groupe. Elle s'occupe de plusieurs services tels que service achat, ressources humaines, management, comptabilité, etc.

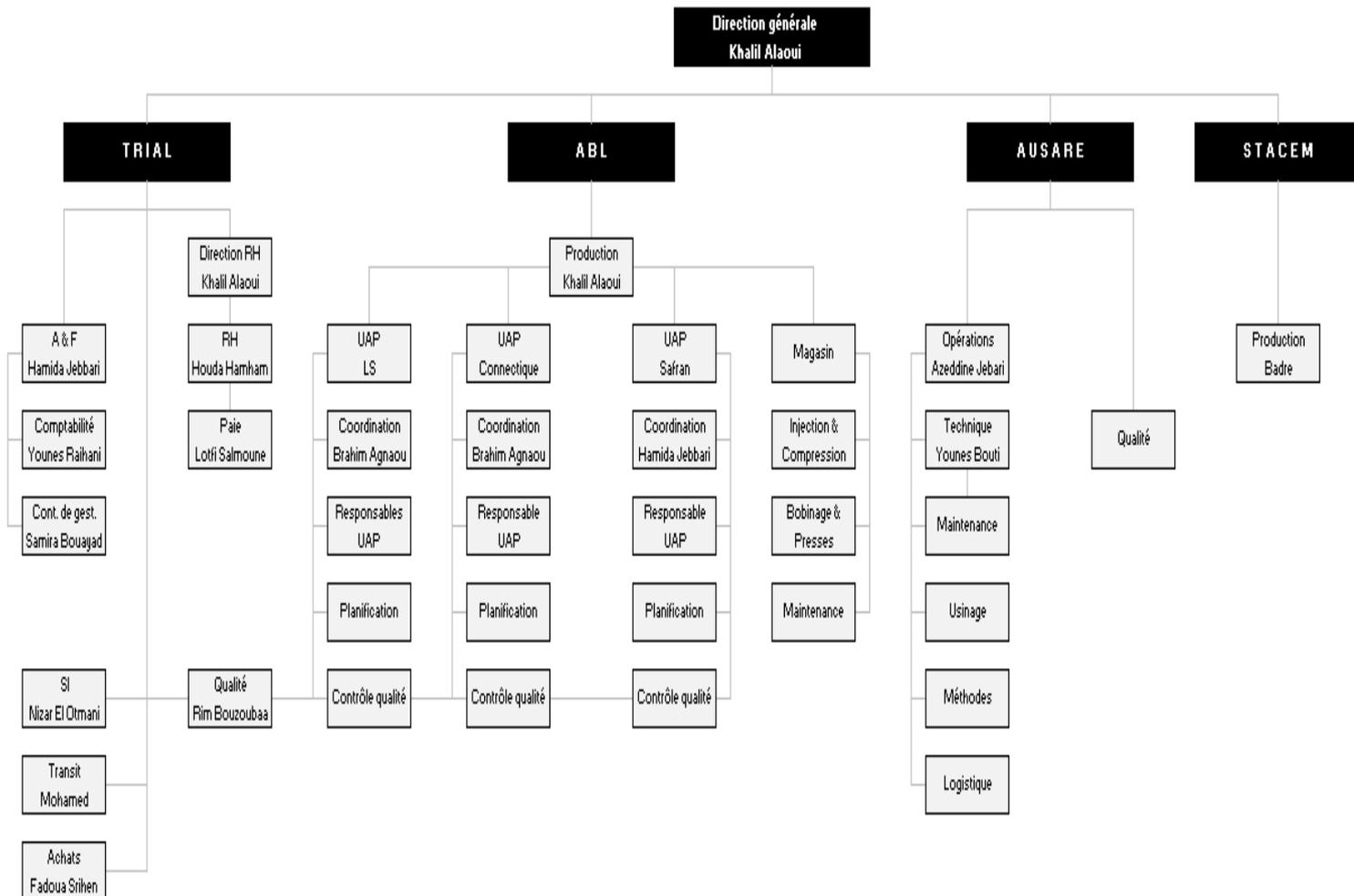
Très souvent, TRIAL travaille sur des projets différents selon l'attente de ses clients. Chaque projet présente de nouveaux défis et suppose donc la recherche de solutions à la fois uniques et spécifiques. Ce mode de fonctionnement offre au staff technique une opportunité exclusive pour développer perpétuellement son savoir-faire et enrichir sans cesse son expérience. Les connaissances acquises serviront par la suite à des réalisations toujours plus performantes aux projets à venir.

1.5 : FICHE TECHNIQUE

Siège sociale	Ilot 72 lot2 Tanger Free Zone 90100Tanger / Maroc
Raison sociale	TRIAL
Forme juridique	Société Anonyme
Dirigeant	Mr. Khalil Alaoui
Secteur d'activités	Appareillage électrique, pièces mécaniques et électrique
Type d'activité	Industrie électrique et aéronautique
Numéro de FAX	00 212 5 39 39 38 00
Numéro de téléphone	00 212 5 39 39 80 00

Tableau 1: fiche technique de l'entreprise

1.6: Organigramme d'accueil



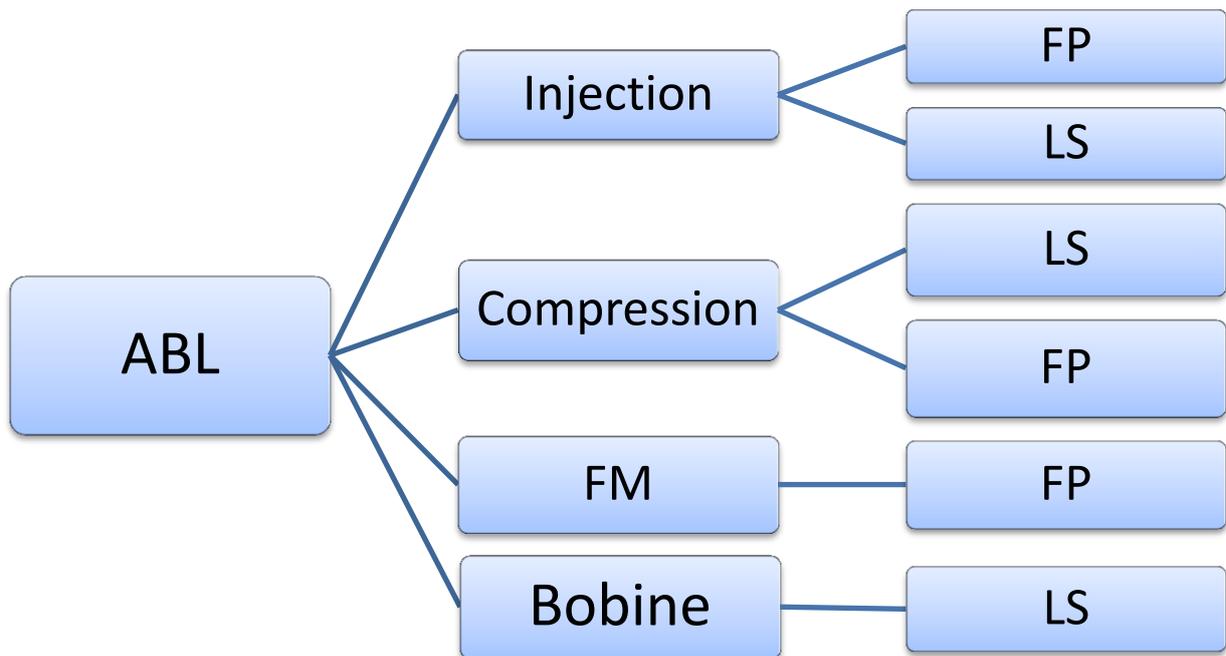
1.7: SECTIONS D'ABL

Notre stage s'est principalement déroulé au sein de l'entreprise ABL qui se caractérise par la fabrication des appareillages électriques destinées à l'industrie électrique et aéronautique. ABL est constituée de 3 unités autonomes de production:

1. **SAFRAN ECE** : La section ECE est spécialisée dans la fabrication des pièces électriques pour l'industrie aéronautique tel que : fourreaux et connecteurs.

2. **UAP CONNECTIQUE** : La section FP est spécialisée dans la fabrication des fiches et prises.
3. **UAP LS** : La section LS est consacrée pour le montage, le rivetage et le test des disjoncteurs

- **La relation client/fournisseur s'inscrit comme suit :**



Injection:

La section d'injection représente un fournisseur de la matière première pour les sections ;

ECE : des pièces électriques pour l'industrie aéronautique.

LS : le boîtier et le couvercle des disjoncteurs.

FP : les prises et les fiches électriques.

Compression :

La section de compression est une section qui s'occupe de la fabrication des produits semi-finis pour les deux sections LS et FP à savoir les boîtiers et les couvercles des disjoncteurs pour LS ainsi des prises pour FP.

FM :

La section FM est une section qui fabrique des produits semi finis pour les sections LS, FP tels que : des plaques métalliques, des ressorts de contact pour FP, et aussi des vis écrou pour LS.

Bobine :

La section Bobine joue un rôle très important du fait qu'elle fabrique des bobines de différents types (de 3.5/ 4.5/5.5 spires) pour la section LS. Ces bobines qui seront par la suite montées dans les disjoncteurs.

PARTIE 2: PRESENTATION DU PROJET

2.1: INTRODUCTION

Nous avons présenté dans le chapitre précédent l'organisme d'accueil et son activité, maintenant on va présenter la problématique soulevée, les objectifs et le principe de fonctionnement du projet.

2.2: PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DU PROJET

2.2.1 : PROBLEMATIQUE

ABL essaie depuis sa création d'assurer la fabrication et l'assemblage d'articles et des appareillages électriques également des pièces électriques et mécaniques pour l'industrie aéronautique. Ainsi, tracer une stratégie à long terme ayant comme objectifs d'être au

sommet de la technologie et de répondre aux attentes de ses clients avec des produits de haute qualité. Dans cette perspective, ABL SURSUM veille sur l'amélioration des processus de fabrication et la performance des produits. Ce qui nous a conduit à se posez la question centrale du chapitre courant : Arrive-t-elle à avoir un meilleur système de maintenance en vue d'améliorer sa productivité ?

2.2.2 : OBJECTIF DU PROJET

Avec le souci croissant de l'amélioration de la sécurité publique et la complexité toujours plus grande des installations électriques fixes domestiques, commerciales et industrielles la responsabilité des entreprises est davantage engagée. Dans ce contexte ABL est tenue de contrôler la conformité de ses produits aux normes internationales actuelles les plus strictes. Il est donc plus important d'avoir des outils de test adaptés pour effectuer les tests rigoureux. Par conséquent on a ciblé précisément dans notre projet de mémoire la machine de test des disjoncteurs.

En effet, le passage des disjoncteurs par la machine de test est considéré comme une dernière phase dans le processus de production, ce qui fait que cette étape soit nécessaire voir obligatoire avant la livraison des articles. D'où l'exigence d'améliorer le système de maintenance pour cette machine permettant sa protection contre toute panne ou dégradation.

CHAPITRE II: INITIATION A LA MAINTENANCE

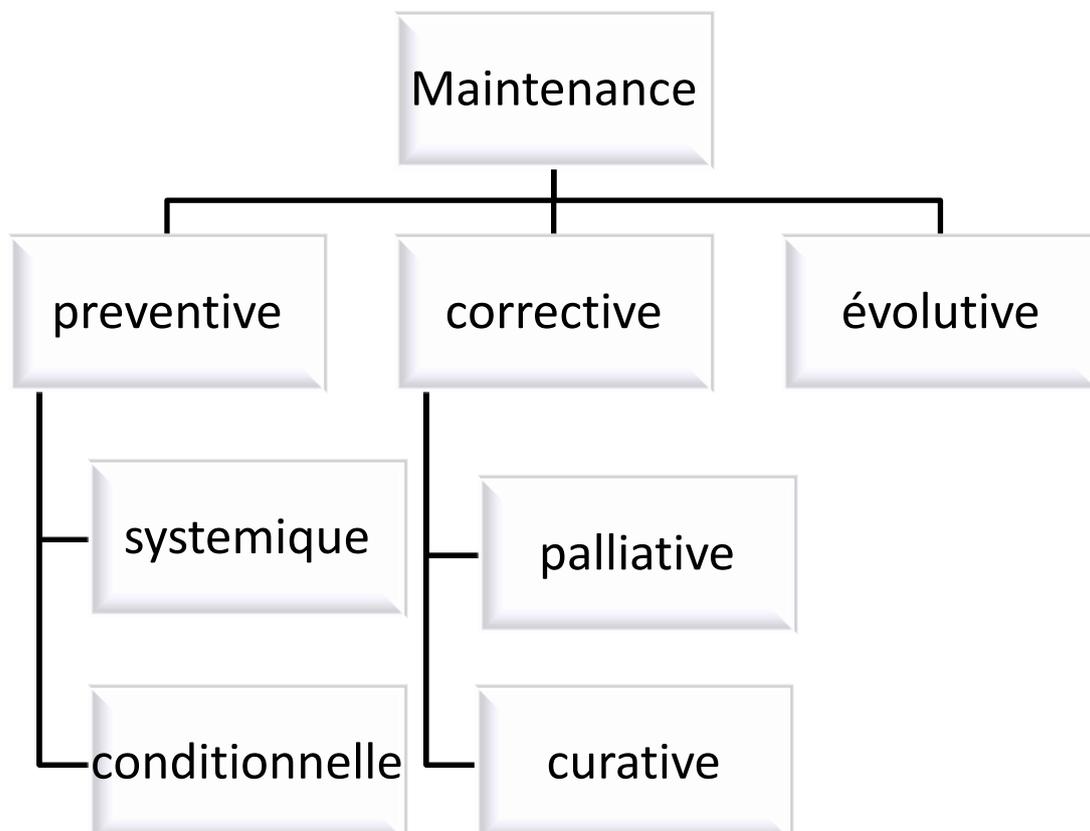
PARTIE 1: ETABLISSEMENT DES FICHES DE MAINTENANCE DE 1 ER NIVEAU

1-1: DEFINITION DE LA MAINTENANCE

La maintenance en tant que terme générique, regroupe les actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien (machine, équipement, procédé...) dans un état spécifié ou en mesure un service déterminé.

MAINTENANCE: « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. » (NF EN 13306 X 60-319)

1.2: TYPES DE LA MAINTENANCE



Type de maintenance		Définition
<u>Préventive</u>	Systemique	Désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage.
	Prévisionnelle Et Conditionnelle	réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement et réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement.
<u>Corrective</u>	Palliative	dépannage (donc provisoire) de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ; elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais.
	Curative	réparation (donc durable) consistant en une remise en l'état initial.
<u>Evolutive</u>		consiste à faire évoluer l'application en l'enrichissant de fonctions ou de modules supplémentaires, ou en remplaçant une fonction existante par une autre, voire en proposant une approche différente

Tableau 2:Définition des types de maintenance

1.3: NIVEAUX DE LA MAINTENANCE

1er Niveau :

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles...

2ème Niveau :

Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement .

3ème Niveau :

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réalignement des appareils de mesure.

4ème Niveau :

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

5ème Niveau :

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure.

1.4: FICHE DE MAINTENANCE DE 1 ER NIVEAU

1.4.1: DEFINITION DE LA FICHE DE LA MAINTENANCE

La fiche de maintenance de premier niveau est un outil de la maintenance préventive. Elle inclut toute intervention que peut faire un personnel utilisateur non qualifié dont le but de prolonger la durée de vie d'une machine et la protéger contre toute panne imprévue.

Ces interventions peuvent être :

- Graissages périodiques
- vérifications des pressions
- vérification de l'usure de certains câbles
- Contrôle de l'état de coupe des outils et éventuellement leur remplacement
- vérification du bon fonctionnement des organes de sécurité (contacteurs, protections, boutons d'arrêt...)

1.4.2: Démarche de la réalisation des fiches de maintenance

L'établissement des fiches de maintenance est considéré comme étant une étape primordiale dans la mise en œuvre d'une maintenance préventive. C'est un travail qui nécessite une bonne préparation afin de bien connaître les équipements, savoir leur fonctionnement et leurs composants.

Pour faire cette analyse nous avons eu recours à des réunions avec l'équipe de maintenance et avec les opérateurs à titre personnel; ce qui nous a permis d'élaborer une forme de fiche qui nous a servi pour cibler les actions préventives que fait chaque opérateur.

Questionnaire- Fiche de maintenance

Machine :

Date : .../.../...

Sous-équipement :				
Points à vérifier	Oui	Non	Périodicité	Moyen
Contrôle de température			1/.....	
Contrôle de pression			1/.....	
Contrôle niveau d'huile			1/.....	
Contrôle du débit d'air			1/.....	
Contrôle du sens du mouvement			1/.....	
Réglage du dosage			1/.....	
Réglage du temps de durcissement/ refroidissement			1/.....	
Graissage/ Lubrification			1/.....	
Nettoyage			1/.....	

Remarque:

.....

Tableau 3: questionnaire de fiche de maintenance /

Après la validation des informations par l'équipe de maintenance nous sommes mis d'accord sur une structure générale que nous allons suivre pour toutes les machines.

1.4.3: EXEMPLE D'UNE FICHE DE MAINTANACE DE 1 ER NIVEAU REALISEE

		Fiche de Maintenance de Niveau 1			F.71313 A 03/01/2018	
Section :Injection		Date de création : 03/01/2018				
Date de modification : 23/04/2019						
Installation : FERROMATIK		Date d'installation :		Code machine : INFERO1		
Sous équipement	Points à vérifier	Moyens	Périodicité	Remarques / Observations	Photos	
Cylindre	Contrôle de température	visuel par écran de commande	1/jour	Echauffement du cylindre		
	Nettoyage du cylindre	matière de nettoyage "PP"	1/mois	changement de la matière première		
Moule	Remise à 0 du : - moule, - éjecteur, - ponton (unité d'injection).	Manuel (par écran de commande)	1/jour	A chaque démarrage ou redémarrage		
	contrôle de température de l'eau	thermorégulateur	2/jour	T(l'eau) est de 30 ºc avec tolérance de 5 pour les deux parties fixe et mobile		
	nettoyage du moule	Spray(Silicone)	1/3heures	moule nettoyé		

Etuve	contrôle de la température de l'étuvage	visuel "écran de l'étuve"	selon la table de séchage 1/5heures	pour éviter l'humidité	
Robot	contrôle du pince des carottes	visuel	6/jour	s'assurer de l'enlèvement des carottes	
	contrôle de pression	visuel au niveau de compresseur	non applicable	entre 7,5 et 8,5 bars arrivant du compresseur	
	contrôle de mouvement	visuel	2/jour	le mouvement du rebot suivant 3 axes	
Broyeur	contrôle du moteur	visuel	1/jour	s'assurer de son fonctionnement	
	lubrification du moteur	visuel	6/jour	pour faciliter son mouvement	
	contrôle de l'état de la boîte de recyclage	visuel	4/jour	pour éviter le blocage des carottes dans la boîte	
Convoyeur	contrôle mouvement (sens du tapis)	visuel	2/jour	s'assurer de la translation des caisses	
Généralités	Essai du bouton d'arrêt d'urgence	Manuel	1/mois	S'assurer de son bon fonctionnement	
	Nettoyage général	Manuel	1/an	Pendant la semaine d'inventaire	

Tableau 4: fiche de maintenance de 1 er niveau appliquée à la machine Ferromatik

PARTIE 2 : ETUDE CRITIQUE DES MACHINES DE PRODUCTION

2.1: METHODE DE PARETO

2.1.1: DEFINITION DE LA METHODE PARETO

Le principe de Pareto, aussi appelé loi de Pareto, principe des 80-20 ou encore loi des 80-20, est un phénomène empirique constaté dans certains domaines : environ 80 % des effets sont le produit de 20 % des causes. Il a été appliqué à des domaines comme le contrôle qualité. On considère souvent que les phénomènes pour lesquels ce principe est vérifié suivent une forme particulière de distribution de Pareto.

2.1.2 : APPLICATION DE PARETO

<i>code machine</i>	nombre de panne	Nombre de panne cumulé	total cumulé
LSTES02	25	15,34%	15,34%
LSTES03	25	15,34%	30,67%
ECSOU02	13	7,98%	38,65%
INDEM01	8	4,91%	43,56%
BOBOB01	8	4,91%	48,47%
ECSCI01	6	3,68%	52,15%
INDEM02	5	3,07%	55,21%
INFER01	5	3,07%	58,28%
FPVIS03	5	3,07%	61,35%
CAIMP01	4	2,45%	63,80%
COBIP03	4	2,45%	66,26%
COBIP07	4	2,45%	68,71%

LSRIV03	4	2,45%	71,17%
ECPOI01	3	1,84%	73,01%
INDEM04	3	1,84%	74,85%
ECSOU03	2	1,23%	76,07%
FMVIS03	2	1,23%	77,30%
DTSOU01	2	1,23%	78,53%
INARB05	2	1,23%	79,75%
INARB06	2	1,23%	80,98%
FMMET01	2	1,23%	82,21%
FMBAL01	2	1,23%	83,44%
BOSOU02	1	0,61%	84,05%
ECSE01	1	0,61%	84,66%
LSRIV02	1	0,61%	85,28%
CAMON02	1	0,61%	85,89%
BODEC02	1	0,61%	86,50%
CAMON06	1	0,61%	87,12%
ECPER05	1	0,61%	87,73%
CATES02	1	0,61%	88,34%
LSTES01	1	0,61%	88,96%
FMMET02	1	0,61%	89,57%
M5875/1	1	0,61%	90,18%
FMPER02	1	0,61%	90,80%
DIVERS	1	0,61%	91,41%
COBAT03	1	0,61%	92,02%
ECDEC01	1	0,61%	92,64%
FPINS01	1	0,61%	93,25%
INTR07	1	0,61%	93,87%
FPRIV14	1	0,61%	94,48%
BOSOU05	1	0,61%	95,09%
BORIV01	1	0,61%	95,71%
CAGIN01	1	0,61%	96,32%
INARB03	1	0,61%	96,93%
M5228/1	1	0,61%	97,55%
BOSOU01	1	0,61%	98,16%
MAMRIV01	1	0,61%	98,77%

DABOB01	1	0,61%	99,39%
INBR02	1	0,61%	100,00%
Total	163	100,00%	

Tableau 5: classification des machines selon le nombre de panne

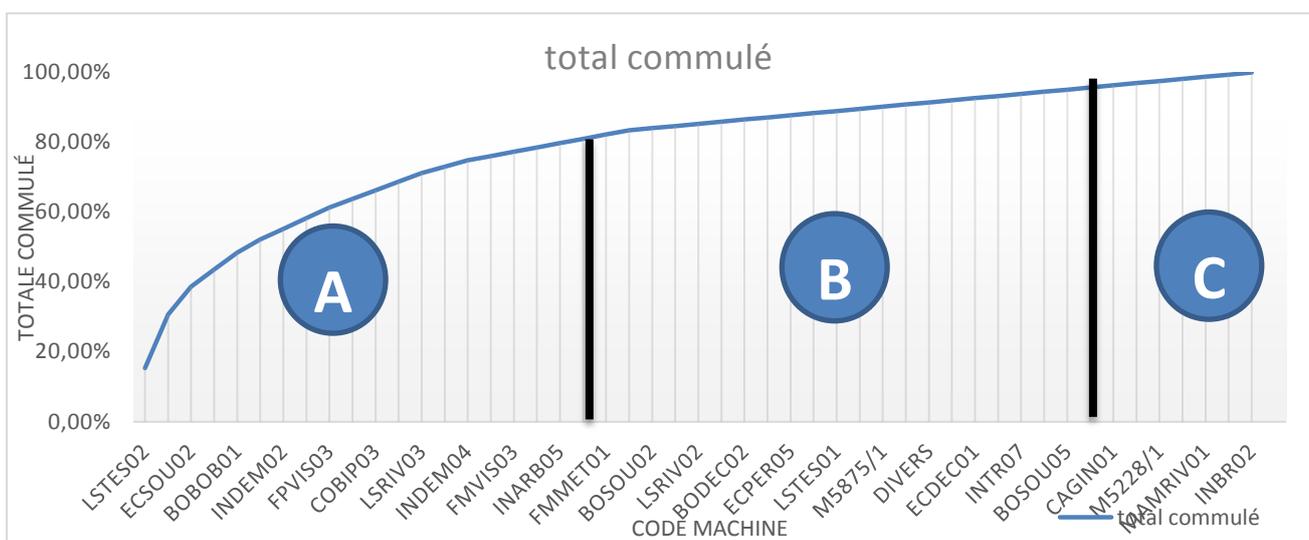


Figure2 : graphe de l'analyse de Pareto

ZONE A : représente les machines qui cumulent 80 % des pannes

ZONE B : représente les machines qui cumulent 15 % des pannes

ZONE C : représente les machines qui cumulent 5 % des pannes

❖ INTERPRETATIONS :

D'après la courbe, on constate que la machine de test LSTE03 tombe souvent en panne alors le chapitre suivant portera sur l'étude AMDEC de cette machine en relevant ses sous-ensembles critiques.

CHAPITRE III : ANALYSE AMDEC DE LA MACHINE DE TEST ET LA CONCEPTION D'UN CONVOYEUR A BANDE

PARTIE 1: ANALYSE AMDEC DE LA MACHINE DE TEST

1.1: INTRODUCTION

Le souci permanent des responsables de maintenance est de fournir à leurs clients internes, des heures de bon fonctionnement de l'outil de production. Passé le constat de l'écart de performance (non Disponibilité, non-qualité), le responsable de maintenance doit envisager des actions visant à éradiquer les dysfonctionnements. L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leur Effets et de leur Criticité) est un outil méthodologique permettant l'analyse systématique des dysfonctionnements potentiels d'un produit, d'un procédé ou d'une installation. Cette démarche offre un cadre de travail rigoureux en groupe associant les compétences et les expériences de l'ensemble des acteurs concernés par l'amélioration des performances de l'entreprise.

La méthode AMDEC a été utilisée originellement dans le traitement des risques potentiels inhérents aux activités de production de l'armement nucléaire. Progressivement, elle a été adaptée à l'ensemble des activités à risques (nucléaire civil ; domaine aéronautique, spatial ; grands travaux), puis a été intégrée dans les projets industriels.

L'utilisation de l'AMDEC peut paraître fastidieuse ; cependant, les gains qu'elle, permet de réaliser sont très souvent bien plus importants que les efforts de mise en œuvre qu'elle suggère. La mise en œuvre de l'AMDEC offre une garantie supplémentaire pour l'entreprise industrielle de l'amélioration de ses performances.

1.1.1: LES TYPES DE LA METHODE AMDEC

Il existe globalement trois types d'AMDEC suivant que le système analysé est :

- le produit fabriqué par l'entreprise ;
- le processus de fabrication du produit de l'entreprise ;
- le moyen de production intervenant dans la production du produit de l'entreprise.

▪ **AMDEC-Produit :**

L'AMDEC-Produit est utilisée pour l'aide à la validation des études de définition d'un nouveau produit fabriqué par l'entreprise. Elle est mise en œuvre pour évaluer les défauts potentiels du nouveau produit et leurs causes. Cette évaluation de tous les défauts possibles permettra d'y remédier, après hiérarchisation, par la mise en place d'actions correctives sur la conception et préventives sur l'industrialisation.

▪ **AMDEC- Processus :**

L'AMDEC-Processus est utilisée pour étudier les défauts potentiels d'un produit nouveau ou non, engendrés par le processus de fabrication. Elle est mise en œuvre pour évaluer et hiérarchiser les défauts potentiels d'un produit dont les causes proviennent de son processus de fabrication. S'il s'agit d'un nouveau procédé, l'AMDEC-Processus en permettra l'optimisation, en visant la suppression des causes de défaut pouvant agir négativement sur le produit. S'il s'agit d'un procédé existant, l'AMDEC-Processus en permettra l'amélioration.

▪ **AMDEC- Moyen de production :**

L'AMDEC - Moyen de production, plus souvent appelée AMDEC-Moyen, permet de réaliser l'étude du moyen de production lors de sa conception ou pendant sa phase d'exploitation.

1.2: APPLICATION DE LA METHODE AMDEC

1.2.1: FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE DE TEST



Figure 3:photo de la machine de test

La machine de test est une machine qui fait partie de la section LS, elle joue un rôle très important au niveau du test des disjoncteurs. En effet, on distingue entre deux types de test réalisés par cette machine ; un premier test qui consiste à faire passer le disjoncteur par un test thermomagnétique tout en passant par 36 stations ; chaque station a un rôle bien spécifique, et un second test qui refait les mêmes opérations mais cette fois ci pour les disjoncteurs qui sont déjà passés par le premier test et qui avaient des défauts mécaniques, magnétiques ou thermiques.

La machine de test se repose sur le passage des disjoncteurs par 3 types de test: un test mécanique (station 2), un test thermique (station 3-26), et un test magnétique (station 29).

Les stations de cette machine sont :

Station 1 : représente l'entrée du disjoncteur.

Station 2 : représente le test mécanique pour s'assurer du bon fonctionnement du levier.

Station 3-13 : la machine délivre un courant de calibrage égal à 30A au disjoncteur dans le but d'échauffer le bilame.

Station 14 : représente une visseuse qui fait visser une vis dans le bilame ; en cas de surcharge le bilame s'échauffe, se dilate et pousse la vis pour que le disjoncteur se déclenche.

Station 15-19 : le disjoncteur à cette étape rentre dans une phase de refroidissement.

Station 20 : se caractérise par la remise du disjoncteur à l'état ON.

Station 21-26 : ces 6 stations sont des contacts de contrôle; cette étape consiste à délivrer un courant de contrôle égal à 30 ou 46A pendant 5s dans chaque station. Le disjoncteur de bonne qualité ne doit se déclencher qu'à son passage par les stations 4 ou 5, pour s'assurer que le bilame fonctionne correctement.

Station 27 : consiste à mettre de la laque par une seringue dans le but de fixer la vis avec le bilame.

Station 28 : se caractérise par la remise du levier à l'état ON, après avoir été déclenché à la station 4 ou 5.

Station 29 : A cette étape qui représente un test magnétique. La machine délivre un premier courant de maintien égal à $3I_n$ pendant 50ms suivi d'un temps de refroidissement de 50ms et par la suite le

disjoncteur subit le second courant qui est égal à $5I_n$ et doit se déclencher avant les 50ms.

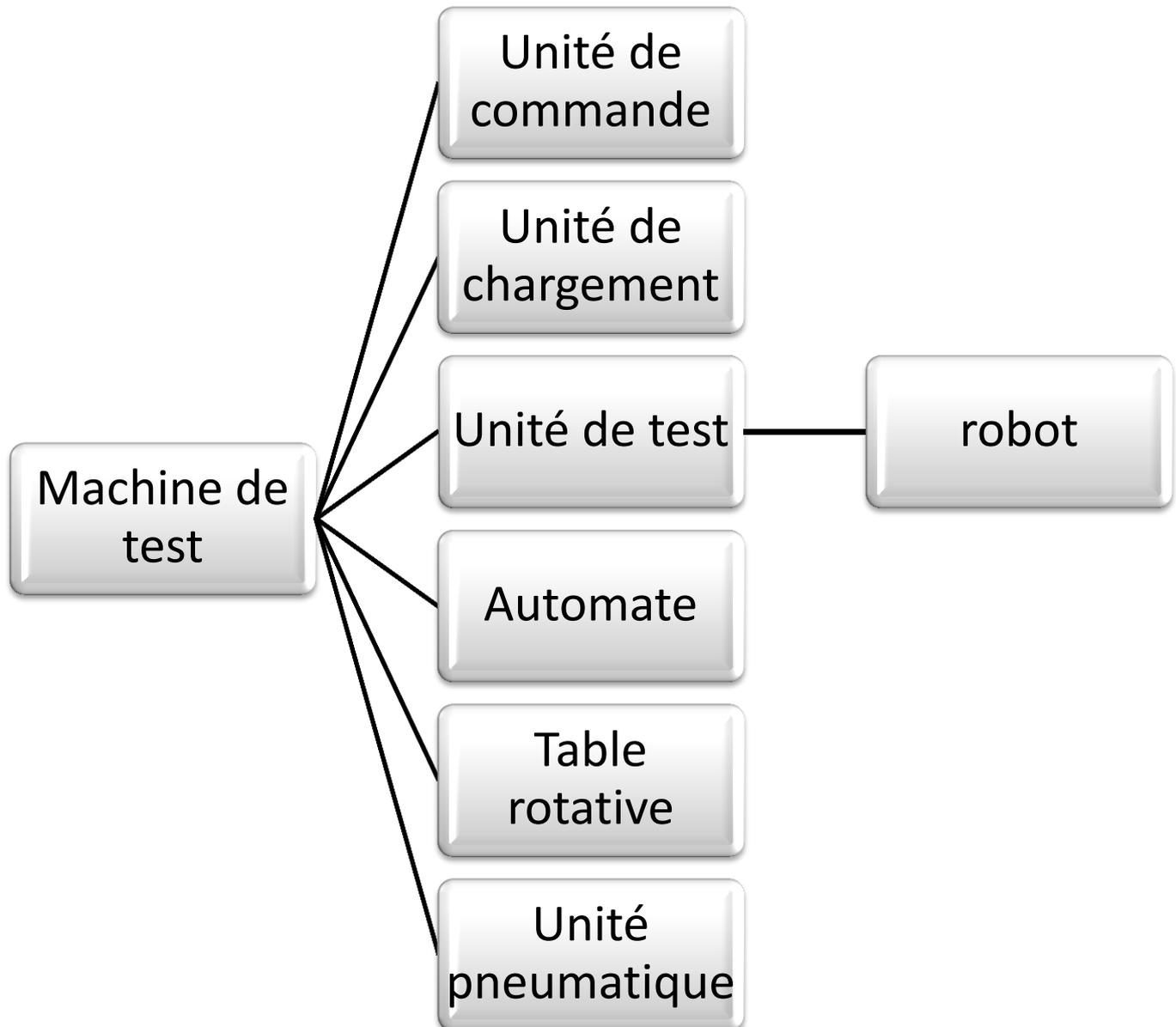
Station 30 : représente une station de retraitage des défauts ; la machine s'occupe d'orienter les disjoncteurs qui contiennent des défauts vers leurs places (mécaniques, thermiques, magnétiques).

Station 36 : cette station se compose de 3 parties ;

- **Station 36-1 :** consiste à retirer le disjoncteur de la table.
- **Station 36-2 :** consiste à faire passer le disjoncteur par un test de haute tension (2.5KV) qui permet de s'assurer qu'il y a aucun contact entre les pôles du disjoncteur.
- **Station 36-3 :** consiste à retirer les disjoncteurs ayant aucun défaut et mettre les disjoncteurs qui ont des défauts de haute tension dans une place destinée à ce genre de défauts.

1.2.2: DECOMPOSITION FONCTIONNELLE DE LA MACHINE

Dans le but de bien comprendre le fonctionnement de la machine de test, il s'agit d'identifier clairement les éléments étudiés. De ce fait nous avons choisi de découper la machine selon des organes constituant des unités.



Chacune de ces unités se composent à leur tour de plusieurs organes comme suit et comme montré dans les figures suivantes :

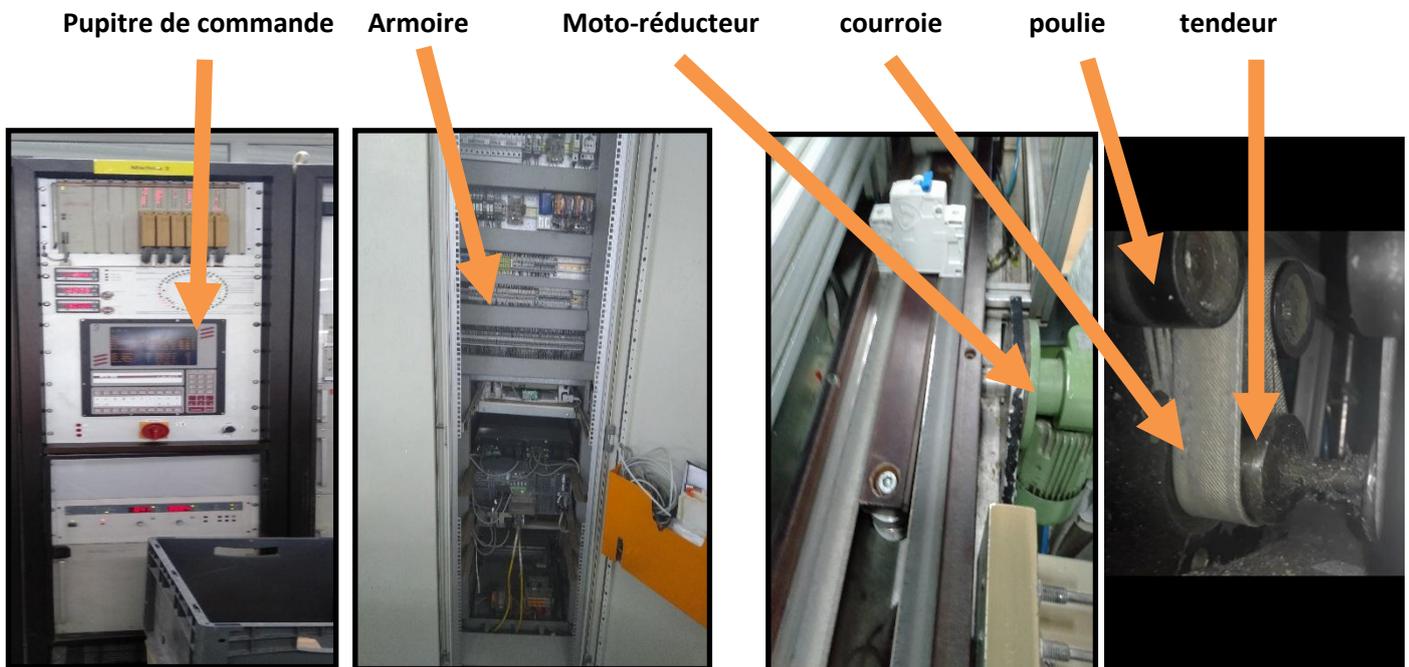
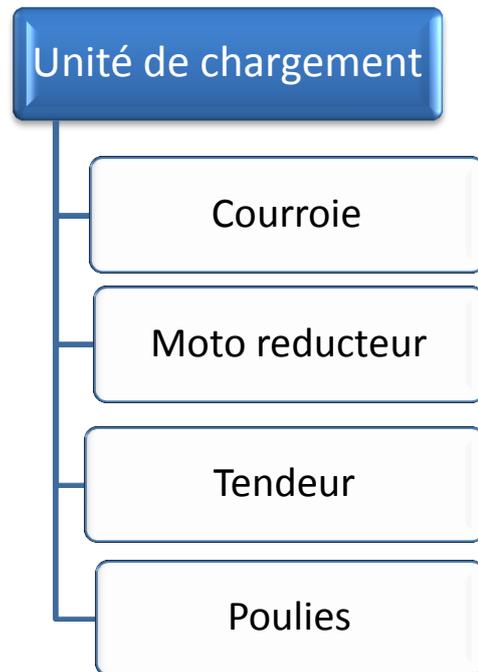
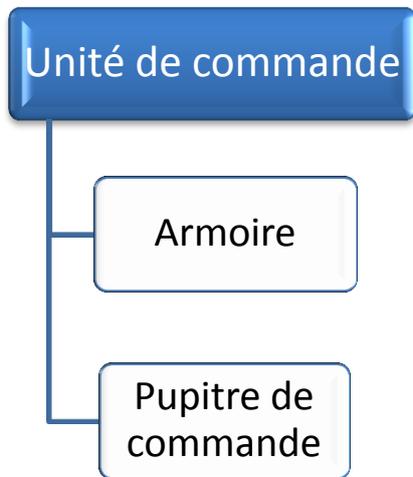


Figure 4: photo des composants de l'unité de commande

Figure 5: photo des composants de l'unité de chargement

Vérin pneumatique



Canalisation

Capteur de position

Pince

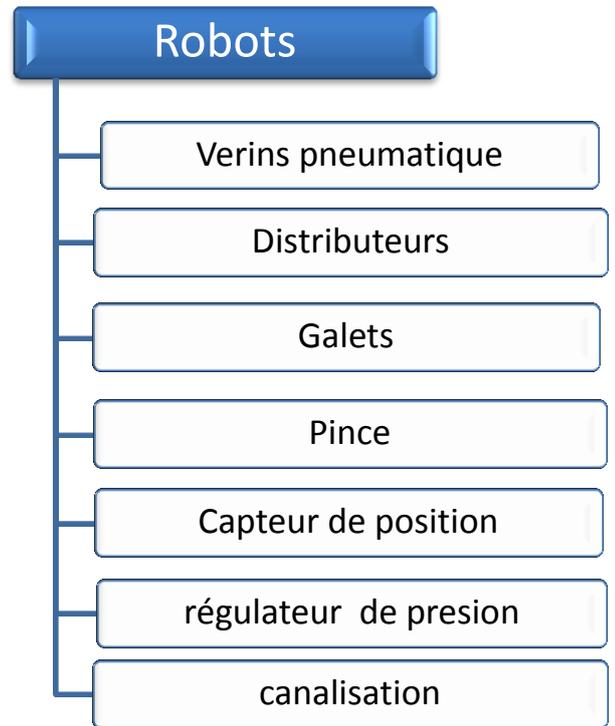


Figure 6:photo des composants du robot

Unité de test

- Robot station 1
- Mécanisme pneumatique station 2
- Mécanisme pneumatique
devisseuse
- Mécanisme pneumatique visseuse
- Mécanisme pneumatique station
20
- contacteurs
- Mécanisme pneumatique station
27
- Mécanisme pneumatique station 28
- Robot station 30
- Robot station 36-1
- Robot station 36-3

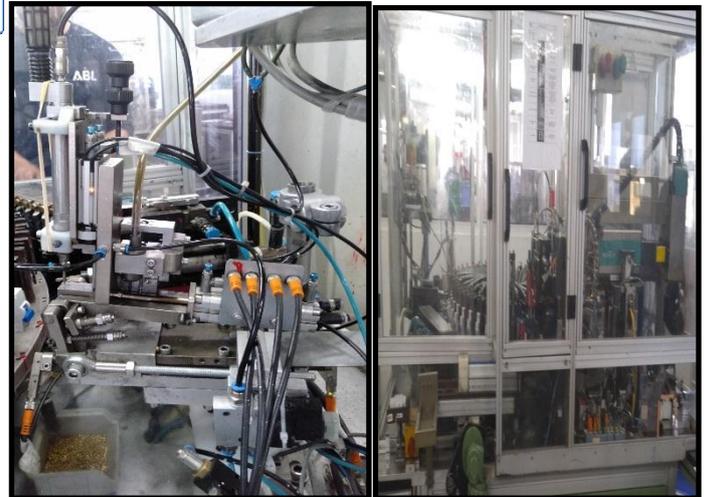


Figure 7

Figure 8

Figure 7: photo du mécanisme pneumatique
Visseuse

Figure 8: photo de l'unité de test

❖ REMARQUE :

Nous soulignons qu'il y a une différence entre les robots et les mécanismes pneumatiques vu que ce dernier a un mouvement moins complexe que celui du robot. Les robots se déplacent suivant 3 axes « x, y, z » contrairement aux mécanismes pneumatiques qui se déplacent suivant un seul axe. Notons aussi que les mécanismes pneumatiques n'ont pas les galets et la pince.

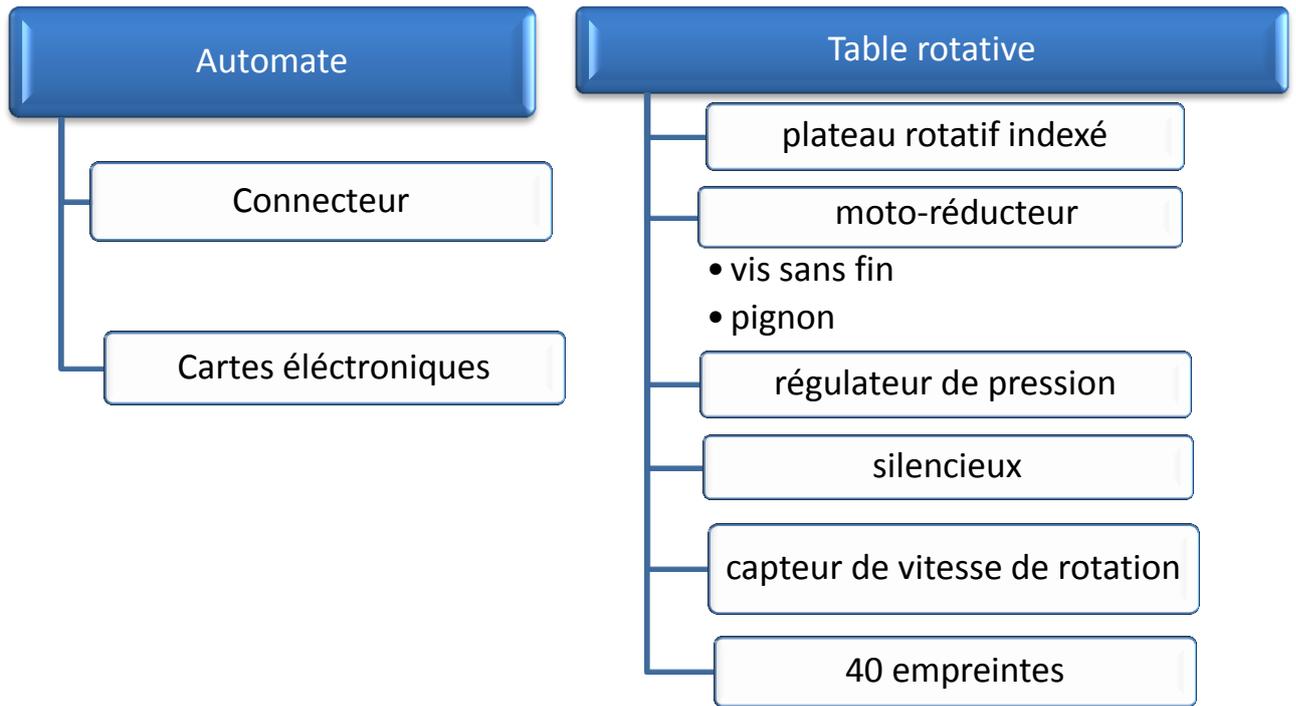


Figure 9: photo des composants de l'automate

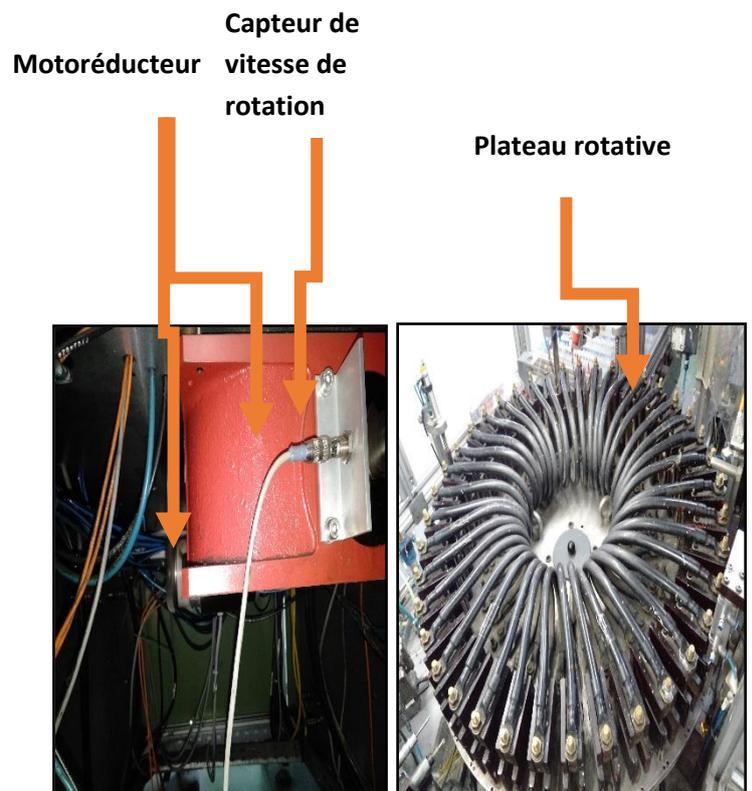


Figure 10: photo des composants de la table rotative

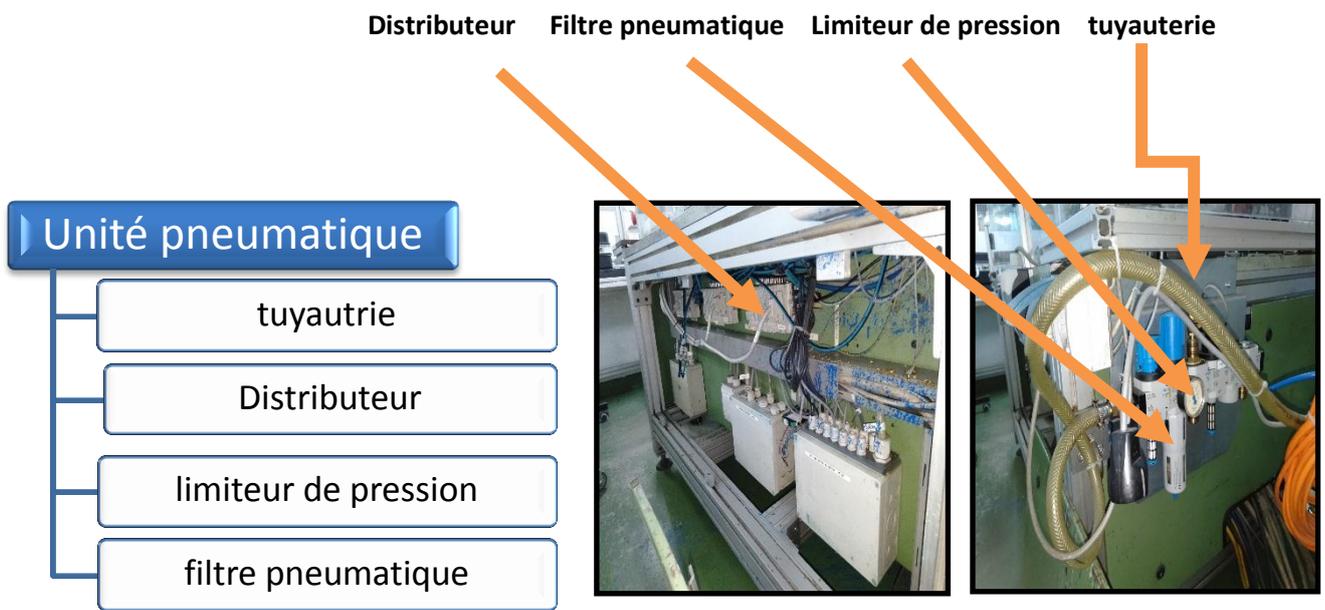


Figure 11: photo des composants de l'unité pneumatique

1.2.3: DECOMPOSITION DE PIEUVRE DE LA MACHINE DE TEST

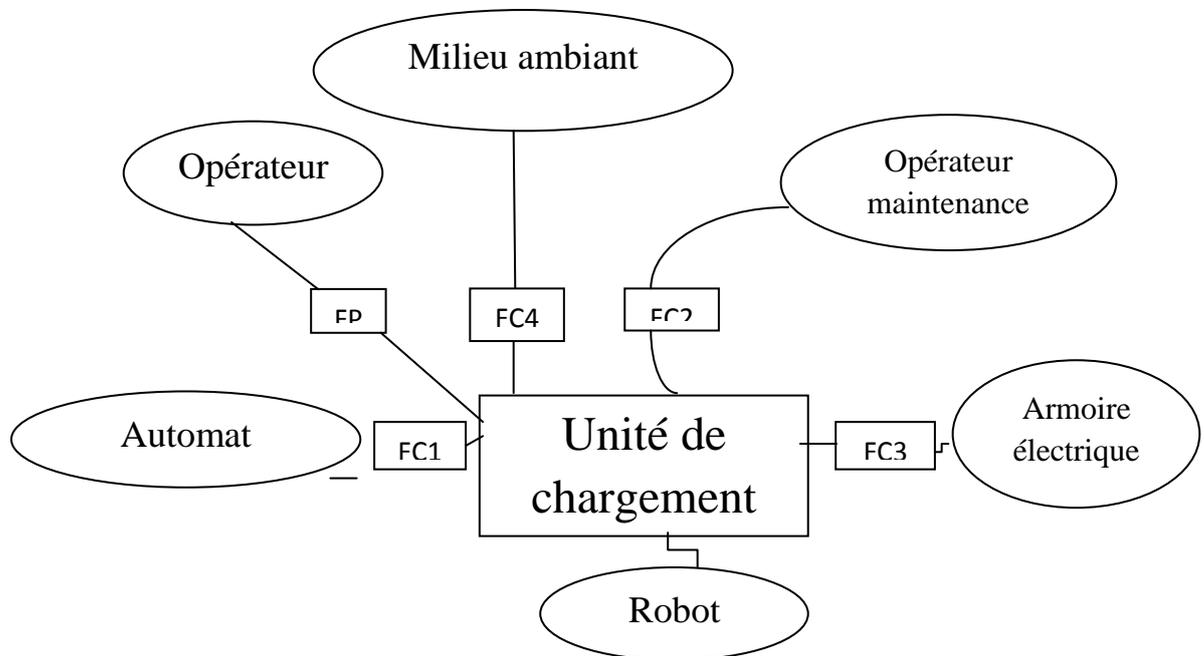


Figure 12: diagramme de contexte d'utilisation de l'unité de chargement

FP : Transmettre le disjoncteur vers le robot

FC1 : Envoyer un signal vers l'automate dès l'arrivée d'un disjoncteur et recevoir des signaux de commande

FC2 : Permettre l'accès à l'opérateur de maintenance

FC3 : Etre alimentée en énergie électrique

FC4 : Résister au milieu ambiant

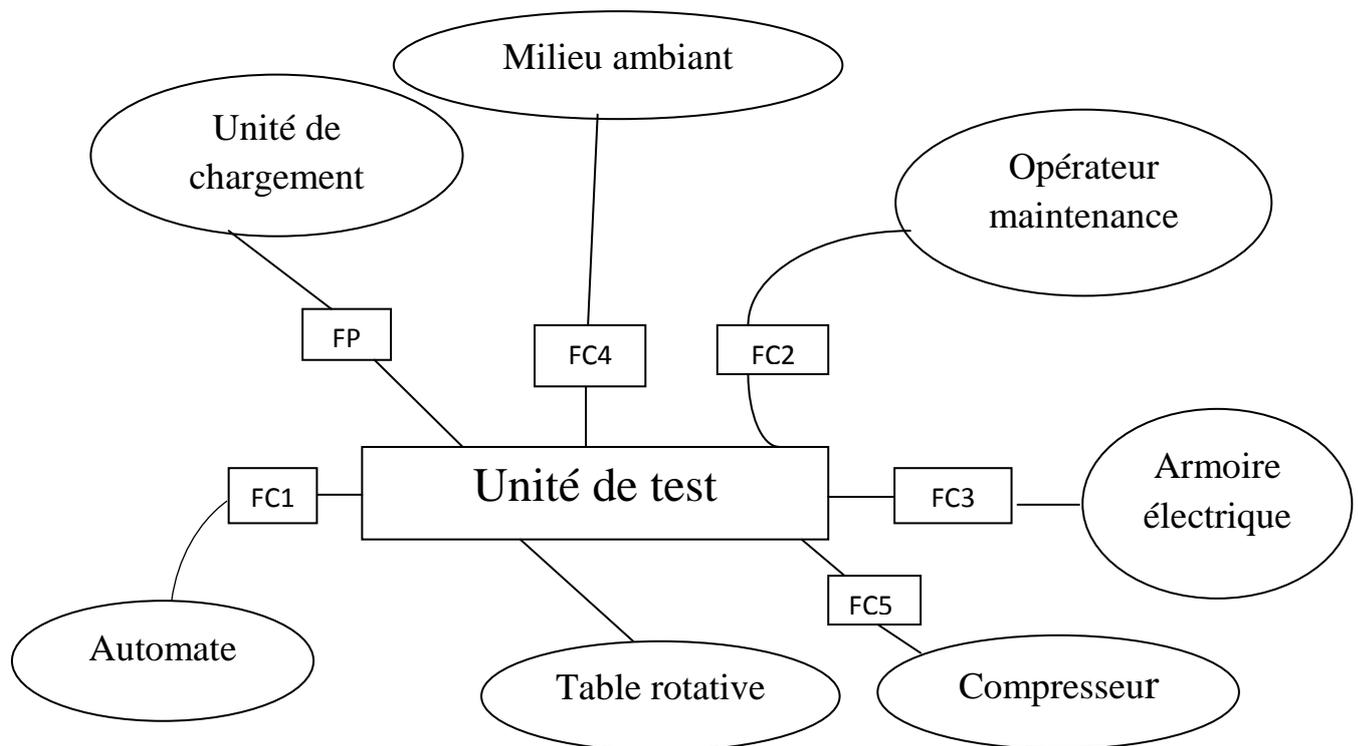


Figure 13: *diagramme de contexte d'utilisation de l'unité de test*

FP : Accomplir le traitement de test des disjoncteurs reçus de l'unité de chargement et arrivés à la table rotative.

FC1 : Envoyer un signal vers l'automate pour indiquer la position des disjoncteurs et recevoir des signaux de commande

FC2 : Permettre l'accès à la maintenance

FC3 : Etre alimentée en énergie électrique

FC4 : Résister au milieu ambiant

FC5 : Etre alimentée en air comprimé

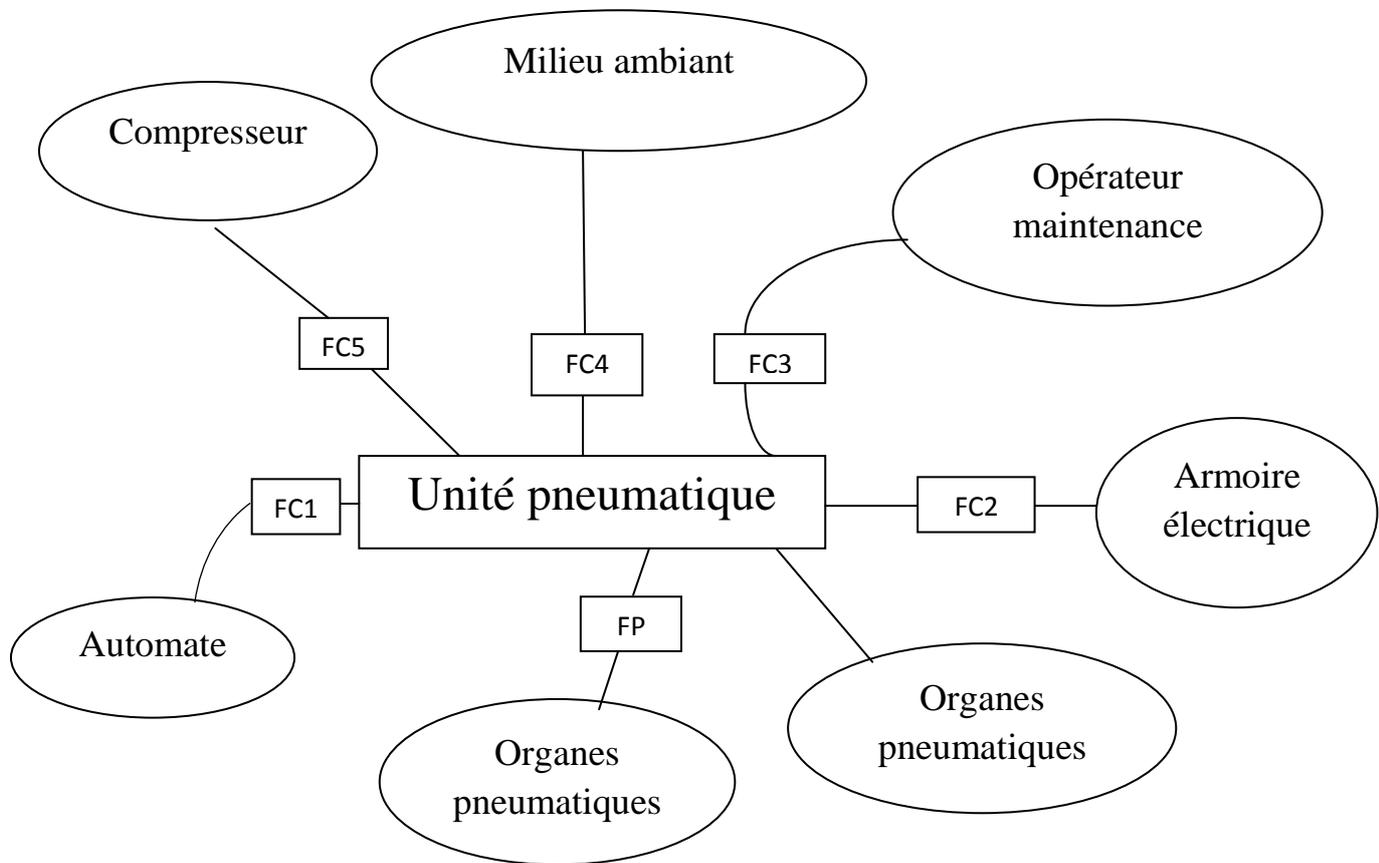


Figure 14:diagramme de contexte d'utilisation de l'unité pneumatique

FP : Alimenter et contrôler les organes pneumatiques par l'air

FC1 : Envoyer des signaux indiquant la pression d'air vers l'automate et recevoir des signaux de commande

FC2 : Permettre l'accès à l'opérateur de maintenance

FC3 : Etre alimentée en énergie électrique

FC4 : Résister au milieu ambiant

FC5 : Etre alimentée en air comprimé

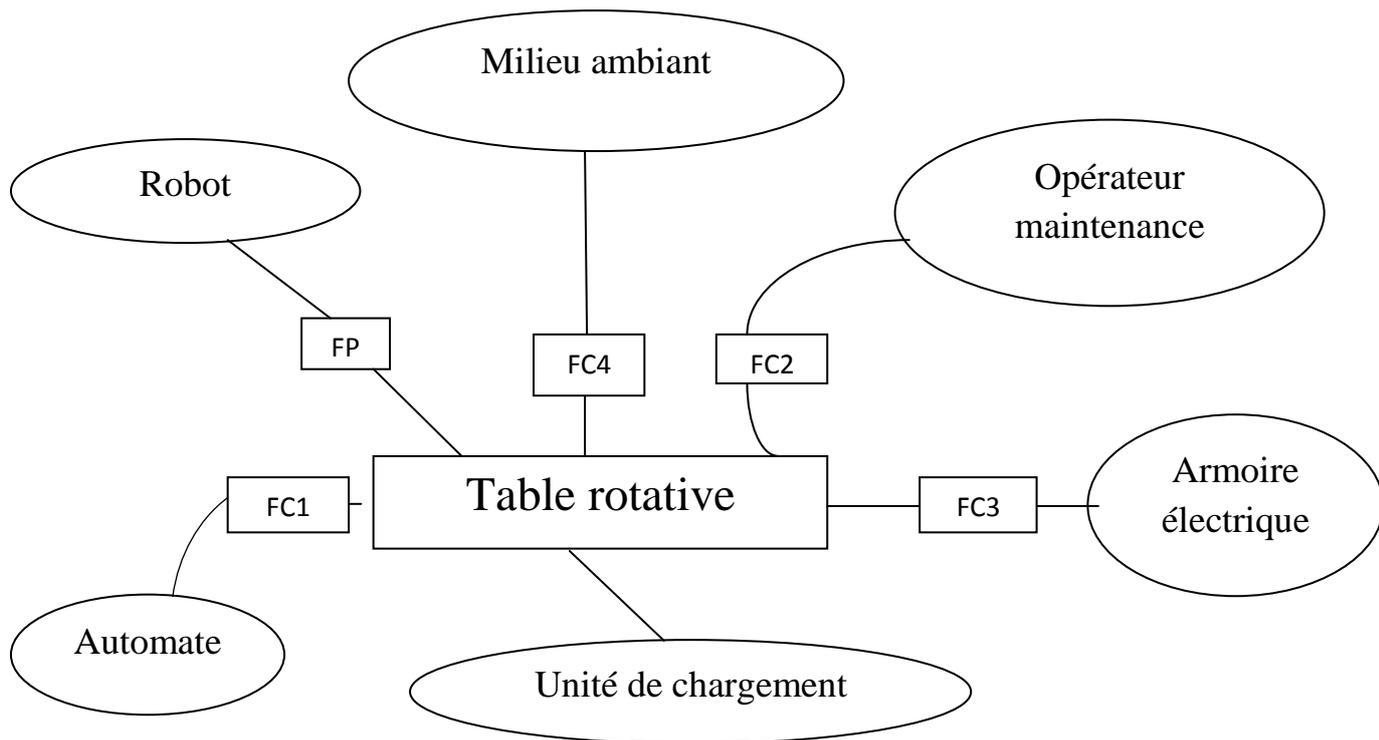


Figure 15: *diagramme de contexte d'utilisation de la table rotative*

FP : Recevoir le disjoncteur et le faire passer par les différentes stations de la machine

FC1 : Envoyer un signal vers l'automate pour indiquer la position du disjoncteur et recevoir des signaux de commande

FC2 : Permettre l'accès à l'opérateur de maintenance

FC3 : Etre alimentée en énergie électrique

FC4 : Résister au milieu ambiant

1.2.4: TABLEAU FONCTIONNEL DE LA MACHINE DE TEST

Organes	Fonction
Armoire électrique	Commander tout le système électrique et pneumatique.
Pupitre de commande	Permettre d'introduire et d'afficher les paramètres.
Courroie	Transmettre la puissance.
Poulies	Transmettre le mouvement de rotation en mouvement de translation.
Moto-réducteur	modifier le rapport de vitesse ou/et le couple entre l'axe d'entrée et l'axe de sortie d'un mécanisme.
Tendeur	Régler la tension initiale et compenser l'allongement des courroies au cours du temps.
Robot station 1	Lever le disjoncteur de l'unité de chargement et le placer dans la table.
Mécanisme pneumatique station 2	Vérifier le bon fonctionnement du levier (test mécanique).
Mécanisme pneumatique visseuse	Visser une vis dans le bilame.
Mécanisme pneumatique station 20	Remettre le disjoncteur à l'état ON.
Mécanisme pneumatique station 27	Mettre la laque à l'aide d'une seringue.

Mécanisme pneumatique station 28	Remettre le disjoncteur à l'état ON.
Robot 30	Retirer les défauts et les orienter vers leurs places.
Robot 36-1	Retirer le disjoncteur de la table.
Robot 36-3	Retirer les disjoncteurs ayant aucun défaut et les mettre les disjoncteurs qui ont un défaut de haute tension dans une place destinée à ce genre de pannes.
Vérin pneumatique	Permettre la fermeture, l'ouverture, la descente et la remontée des pièces.
Distributeur	Ouvrir et fermer une ou plusieurs voix de passage de l'air.
Galets	Faciliter le déplacement du robot.
Pince	Accrocher le disjoncteur.
Capteurs de position	Détecter la position des disjoncteurs et envoyer des signaux vers l'automate pour commande de robot.
Régulateur de pression	Régler la vitesse des vérins.
Cartes électroniques	Utiliser les cartes électroniques d'interfaces pour le traitement de l'automate.
Connecteurs	Ce sont des composantes électrotechniques servant au transport de l'électricité, afin de transmettre de l'énergie et de

	l'information .
Plateau rotatives indexé	Recevoir les disjoncteurs dans des empreintes et les faire tourner en passant par toutes les stations.
Silencieux	Limiter le bruit
tuyauterie	Conduire l'air comprimé
Limiteur de pression	Réduire la pression d'air
Filtre pneumatique	Filtrer l'air provenant du compresseur

Tableau 6:*tableau fonctionnel de la machine de test*

1.2.5: LES GRILLES DE NOTATION DE LA METHODE AMDEC

❖ EVALUATION DE LA FREQUENCE

La fréquence est un critère quantitatif qui se déduit comme suit :

- Calculer le nombre d'apparition d'une défaillance pendant une durée précise.
- Classer ces nombres.
- Attribuer une valeur de 1 à 4 pour chaque défaillance qui sera le niveau de la fréquence F.

Echelle de la fréquence		
4	Très fréquent	≥ 5 pannes/mois
3	Fréquent	$3 \leq \text{pannes/mois} < 5$
2	Moyennement fréquent	2 pannes/mois
1	Peu fréquent	1 panne/mois

❖ EVALUATION DE LA GRAVITE :

La gravité exprime l'importance de l'effet sur la productivité de la machine, c'est-à-dire à quel niveau une défaillance peut être considérée comme étant grave.

Echelle de la gravité		
4	Très important	Temps d'arrêt ≥ 3 heures
3	Important	$2 \leq \text{Temps d'arrêt} < 3$
2	Modéré	$1 \leq \text{Temps d'arrêt} < 2$
1	Faible	Temps d'arrêt < 1 heure

❖ EVALUATION DE LA DETECTABILITE :

La détectabilité est un critère purement qualitatif. Il se base essentiellement sur l'existence ou non des signes permettant de détecter la défaillance avant-coureur.

Echelle de détectabilité	
4	Détection impossible
3	Détection difficile
2	Détection après action de technicien
1	Détection visuelle

❖ EVALUATION DE LA CRITICITE

Le calcul de la criticité nous permet de faire une classification afin d'hierarchiser les défaillances pour distinguer enfin celles qui ont un niveau de criticité très grave, grave, moyennement grave et celles qui ont une criticité faible.

$$C = F * G * D$$

1.2.6: TABLEAUX AMDEC

Date de l'analyse : 15/05/2019	AMDEC MACHINE -Analyse des modes de défaillance de leurs effets et leur criticité					Phase de fonctionnement normal			
	Système: Machine de test		Sous-ensemble: Unité de test						
Elément	Fonction	Mode de défaillances	Cause de défaillances	Effet de défaillances	Détection	Criticité			
						F	G	N	C
Robot de station 36-1	Retirer le disjoncteur de la table	blocage physique ou coincement	défaut de réglage et mauvaise qualité de montage de pièce de rechange	mise en marche erronée	visuelle bruit	1	4	2	8

Robot de station 36-1	Retirer le disjoncteur de la table	blocage physique ou coincement	défaut de réglage et mauvaise qualité de montage de pièce de rechange	mise en marche erronée	visuelle bruit	1	4	2	8
		fuite interne	distributeur (Pilote grippé ou colmaté)	La LED est allumée et le forçage du pilote ou du tiroir est inefficace	visuelle	2	2	2	8
			vérin (Le joint racleur est hors service)	La tige reste encrassée	visuelle	2	4	2	16
		Dysfonctionnement du robot de la station 36-1	desserrage des pièces d'assemblage	bruit	visuelle	2	2	2	8
mécanisme pneumatique visseuse	visser la vis dans le bilame	fuite interne	la rupture intempestive	arrêt cycle	visuelle	3	2	2	12
		Panne électrique	Dysfonctionnement du relais	arrêt cycle	visuelle	1	2	1	2
contacteurs	établir ou interrompre le passage de courant électrique	panne électrique	connexion défectueuse	l'actionneur fonctionne de manière intermittente	visuelle	1	4	1	4
mécanisme pneumatique station 2	vérifier le bon fonctionnement du levier (test mécanique)	position incorrecte	défaut interne (usure de piston)	mouvement retardé de vérin mouvement brusque du vérin	visuelle	2	2	2	8

)								
		indication erronée	vieillessement	mouvement anormal du robot blocage du robot arrêt cycle	visuelle	2	4	2	16
Robot station 1	Lever le disjoncteur de l'unité de chargement et le placer dans la table	Fuite interne	Les pressions sont équilibrées, le joint dynamique de piston est HS	La tige sort alors que la contre chambre est sous pression	Détection après action du technicien	1	1	2	2
		Dysfonctionnement du robot	commande non activée	LED d'alimentation correcte, mais pas de pièce présente	Détection après action du technicien	1	4	2	8
		Fuite interne	Desserrage des pièces d'assemblage	Mauvais fonctionnement	visuelle	3	2	2	12

Tableau 7: tableau AMDEC de l'unité de test

Date de l'analyse : 15/05/2019	AMDEC MACHINE -Analyse des modes de défaillance de leurs effets et leur criticité					Phase de fonctionnement normal			
	Système: Machine de test		Sous-ensemble: Robot						
Elément	Fonction	Mode de défaillances	Cause de défaillances	Effet de défaillances	Détection	Criticité			
						F	G	N	C
Capteur de position	détecter la position des disjoncteurs et envoyer des signaux vers l'automate pour commande	fuite externe	commande non activée	LED d'alimentation correcte, mais pas de pièce présente	visuelle	1	4	2	8
		dysfonctionnement du capteur	Fil déconnecté	capteur correct mais pas de signal à l'API	visuelle	2	2	1	4

	du robot		vieillesse impuretés	mouvement anormale du robot blocage du robot arrêt cycle	visuelle	2	2	2	8
Vérin pneumatique	permet la fermeture, l'ouverture, la descente et la remontée des pièces	blocage du vérin	le joint dynamique de tige est hors service	faible perte d'énergie et une fuite d'air	visuelle	1	1	2	2
Canalisation	transférer l'air de distributeur vers le vérin	fuite	fissuration	mouvement retardé du vérin	visuelle	2	2	1	4

Tableau 8: *tableau AMDEC du robot*

Date de l'analyse : 15/05/2019	AMDEC MACHINE -Analyse des modes de défaillance de leurs effets et leur criticité					Phase de fonctionnement normal			
	Système: Machine de test		Sous-ensemble: Table rotative			Criticité			
Élément	Fonction	Mode de défaillances	Cause de défaillances	Effet de défaillances	Détection	F	G	N	C
Plateau rotatif indexé	Recevoir les disjoncteurs et les faire passer par les stations de la machine de test	blocage physique ou coincement	Fil déconnecté du capteur	pas de transmission des disjoncteurs	visuelle	1	1	2	2

Tableau 9: *tableau AMDEC de la table rotative*

Date de l'analyse : 15/05/2019	AMDEC MACHINE -Analyse des modes de défaillance de leurs effets et leur criticité					Phase de fonctionnement normal			
	Système: Machine de test		Sous-ensemble: Unité de chargement						
Elément	Fonction	Mode de défaillances	Cause de défaillances	Effet de défaillances	Détection	Criticité			
						F	G	N	C
Courroie	Transmettre les disjoncteurs vers le robot de la station 1	Fuite externe	Mal réglage du tendeur	déraillement de la courroie	visuelle	4	2	2	16
		Fonctionnement irrégulier	défaut de conception fatigue de la courroie	l'allongement de la courroie dégradation de fonction de la courroie	visuelle	4	1	2	8
		Vieillessement	poulie (desserrage des pièces d'assemblage)	bruit	visuelle	4	2	2	16

Tableau 10:tableau AMDEC de l'unité de chargement

Date de l'analyse : 15/05/2019	AMDEC MACHINE -Analyse des modes de défaillance de leurs effets et leur criticité					Phase de fonctionnement normal			
	Système: Machine de test		Sous-ensemble: Unité pneumatique						
Elément	Fonction	Mode de défaillances	Cause de défaillances	Effet de défaillances	Détection	Criticité			
						F	G	D	C
Distributeur pneumatique	Ouvrir et fermer une ou plusieurs voix de passage de l'air	fuite interne	Le vérin sort sans sa commande Air coupé en amont	Les chambres communiquent La LED est allumée et le forçage du pilote ou du tiroir est inefficace	visuelle	2	2	2	8
			Bobine hors service	La LED est allumée et le forçage mécanique est efficace	visuelle	1	2	2	4

Tableau 11: tableau AMDEC de l'unité pneumatique

1.2.7: SEUIL DE LA CRITICITE

Composante	Criticité	% Criticité	% cumulé
robot station 36-1 (le joint raqueur du vérin est HS)	16	8,70%	8,70%
mécanisme pneumatique station 2 (vieillessement)	16	8,70%	17,39%
courroie (mal réglage du tendeur)	16	8,70%	26,09%
courroie (desserrage des pièces d'assemblage de la poulie)	16	8,70%	34,78%
mécanisme pneumatique visseuse (la rupture intempestive de la tête visseuse)	12	6,52%	41,30%
robot station 1 (desserrage des pièces d'assemblage)	12	6,52%	47,83%
capteur de position (commande non activée)	8	4,35%	52,17%
capteur de position (vieillessement et impuretés)	8	4,35%	56,52%
robot station 36-1 (défaut de réglage et mauvaise qualité de montage des pièces de rechange)	8	4,35%	60,87%
robot station 36-1 (pilote du distributeur grippé ou colmaté)	8	4,35%	65,22%
robot station 36-1 (desserrage des pièces d'assemblage)	8	4,35%	69,57%
mécanisme pneumatique station 2 (défaut interne usure du piston)	8	4,35%	73,91%
robot station 1 (commande non activée)	8	4,35%	78,26%
courroie (défaut de conception et fatigue de la courroie)	8	4,35%	82,61%
distributeur pneumatique (vérin sort sans commande et l'air coupé en amont)	8	4,35%	86,96%
capteur de position (fil déconnecté)	4	2,17%	89,13%
canalisation (fissuration)	4	2,17%	91,30%
contacteur (connexion défectueuse)	4	2,17%	93,48%
distributeur pneumatique (bobine HS)	4	2,17%	95,65%
vérin pneumatique (joint dynamique de la tige est HS)	2	1,09%	96,74%

mécanisme pneumatique visseuse (dysfonctionnement du relais)	2	1,09%	97,83%
robot station 1 (pression équilibrée mais le joint dynamique du piston est HS)	2	1,09%	98,91%
plateau rotatif indexé	2	1,09%	100,00%
total	184		

Tableau 12:classification de la criticité

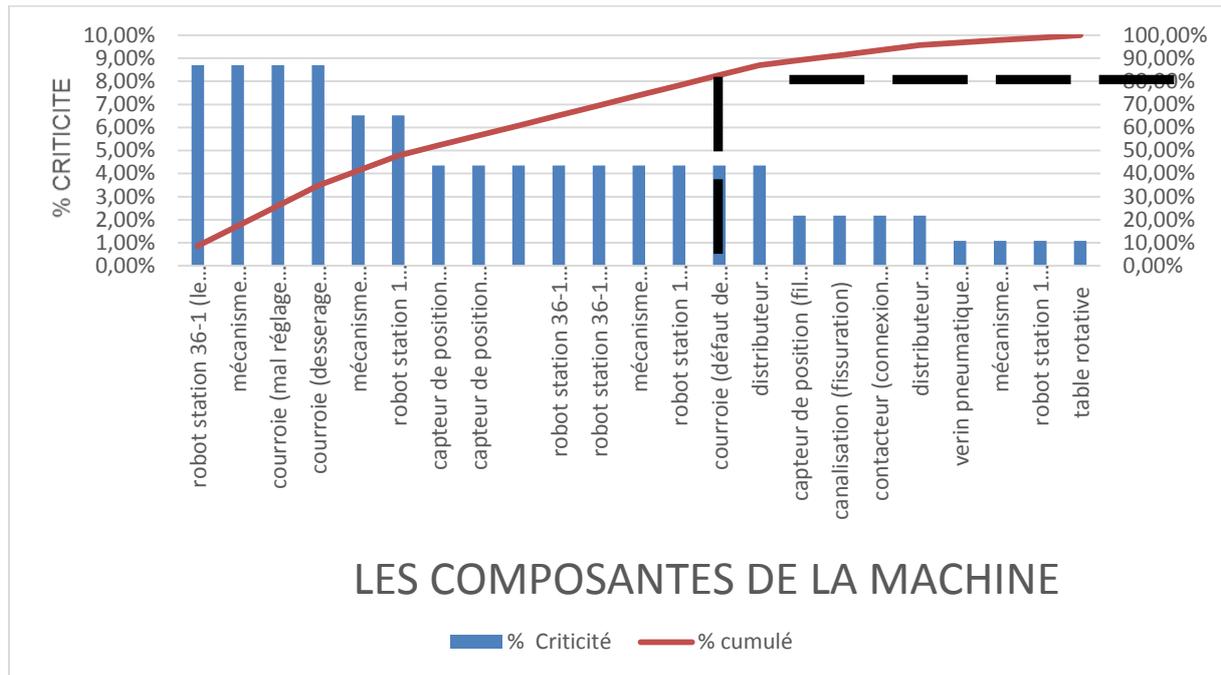


Figure 16:graphe de seuil de la criticité

❖ INTERPRETATION :

D'après le tableau et la représentation graphique, on a considéré 3 niveaux de criticité selon le tableau suivant :

Niveau de criticité	Organes
<p style="text-align: center;">$1 \leq C < 8$ Criticité négligeable</p>	<ul style="list-style-type: none"> • capteur de position (fil déconnecté) • vérin pneumatique (joint dynamique de la tige est HS) • canalisation (fissuration) • distributeur pneumatique (bobine HS) • table rotative • mécanisme pneumatique visseuse (dysfonctionnement du relais) • contacteur (connexion défectueuse) • robot station 1 (pression équilibrée mais le joint dynamique du piston est HS)
<p style="text-align: center;">$8 \leq C < 12$ Criticité moyenne</p>	<ul style="list-style-type: none"> • capteur de position (commande non activée) • capteur de position (vieillesse et impuretés) • robot station 36-1 (défaut de réglage et mauvaise qualité de montage des pièces de rechange) • courroie (défaut de conception et fatigue de la courroie) • distributeur pneumatique (vérin sort sans commande et l'air coupé en amont) • robot station 1 (commande non activée) • robot station 36-1 (pilote du distributeur grippé ou colmaté) • robot station 36-1 (desserrage des pièces d'assemblage) • mécanisme pneumatique station 2 (défaut interne usure du piston)
<p style="text-align: center;">$12 \leq C \leq 16$ Criticité élevée</p>	<ul style="list-style-type: none"> • robot station 36-1 (le joint racleur du vérin est HS) • mécanisme pneumatique visseuse (rupture intempestive de la tête visseuse) • mécanisme pneumatique station 2 (vieillesse) • robot station 1 (desserrage des pièces d'assemblage) • courroie (mal réglage du tendeur) • courroie (desserrage des pièces d'assemblage de la poulie)

Tableau 13: les niveaux de la criticité

1.2.8 : Plan de maintenance de la machine de test

Unité	Elément	Défaillance	C	Action corrective/ préventive	Pièces de rechange	Fréquence
Unité de test	Robot station 36/1	Dysfonctionnement du robot 36/1	16	-changement du joint	Joint en stock	A chaque exigence
				-vérification du conditionnement d'air -resserrage des pièces d'assemblage		Chaque semaine
Unité de test	Mécanisme pneumatique station 2	Indication erronée	16	-vérification de l'état la peinture et de la corrosion -réalisation des contrôles géométriques nécessaire		Chaque 6 mois
Unité de chargement	Courroie	Fuite externe	16	-retendre la courroie		Chaque semaine
		Vieillissement		-changement de la courroie	Courroie en stock	Chaque 3 mois
Unité de test	Mécanisme pneumatique visseuse	Fuite interne	12	-changement de la tête visseuse	Tête visseuse en stock	A chaque exigence
				-s'approvisionner et concevoir des têtes visseuses de haute qualité		Suivant le travail

Unité de test	Robot station 1	Fuite interne	12	-resserrage des vices et écrous		Chaque 2 semaines
.Robot	Capteur de position	Fuite externe	8	-réglage du capteur ou de la grandeur physique		A chaque réglage
		Dysfonctionnement du capteur	8	-nettoyage du capteur		chaque semaine
				-changement du capteur	Capteur en stock	A chaque exigence
Unité de test	Robot station 36/1	Fuite interne	8	-déblocage du pilote		A chaque exigence
				-changement du distributeur	Distributeur en stock	A la fin de sa durée de vie
				-vérification du conditionnement d'air -exécution des contrôles statiques et dynamiques		Chaque semaine
		Blocage physique ou coincement		-vérification du montage et positionnement des pièces de rechange		Chaque 2 semaines
		Dysfonctionnement du robot 36/1		-changement du joint	Joint en stock	A chaque exigence
				-vérification du conditionnement d'air -resserrage des pièces d'assemblage		Chaque semaine
Unité de test	Robot station 1	Dysfonctionnement du robot station 1	8	-réglage de la position du capteur		Chaque réglage

Unité de chargement	Courroie	Fonctionnement irrégulier	8	-serrage des pièces d'assemblage de la courroie -vérification de l'état des poulies		Chaque semaine
Unité pneumatique	Distributeur pneumatique	Fuite interne	8	-réglage du vérin		A chaque exigence
Robot	Capteur de position	Dysfonctionnement du capteur	4	-réparation du capteur		A chaque exigence
				- s'approvisionner des fils de haute qualité		Suivant le travail
	Canalisation	Fuite		-vérification des revêtements des câbles -contrôle d'isolement		Chaque 2 jours
Unité de test	contacteur	Panne électrique	4	-réparation des contacts endommagés		A chaque exigence
				-réalisation des contrôles statiques et dynamiques		Chaque mois
Unité pneumatique	Distributeur pneumatique	Fuite interne	4	-réparation de la bobine		A chaque exigence

				-vérification du conditionnement d'air		Chaque semaine
Robot	Vérin pneumatique	Blocage du vérin	2	-vérification du guidage et de l'état de surface de la tige -Vérification du conditionnement d'air		Chaque semaine
				-Changement du joint	Joint en stock	A chaque exigence
Unité de test	Mécanisme pneumatique visseuse	Panne électrique	2	-réparation du relais		A chaque exigence
				-vérification de l'état des fils d'alimentation -vérification de l'état des fils d'alimentation		Chaque 2 jours
	Robot station 1	Blocage physique ou coincement	-réglage du piston		A chaque exigence	
Table rotative	plateau rotatif indexé	Fuite interne	2	-réparation des câbles du capteur		A chaque exigence
				-nettoyage de la table des vis		Chaque jour
				-graissage des contacts mécaniques de la table		chaque

Tableau 14: plan de maintenance préventive / corrective

Une fois les actions sont mises en place la criticité est recalculée. Toutes ces actions permettent donc de réduire la fréquence des pannes tout en optimisant la fréquence des interventions préventives.

A la fin de cette étude, on peut sortir avec les recommandations suivantes :

- Il faut respecter les instructions de la maintenance systématique telles que les remplacements des pièces défectueuses selon les périodicités recommandées par le constructeur.
- Refaire l'étude AMDEC systématiquement.
- Former le personnel de service maintenance à l'AMDEC.
- Tenir un stock de sécurité des pièces de rechange de 1ère nécessité.
- Former les techniciens de maintenance sur l'équipement pour faciliter la détection des anomalies.

PARTIE 2: LA CONCEPTION D'UN CONVOYEUR A DOUBLE BANDE

2.1: INTRODUCTION

Dans cette partie, nous allons présenter la démarche de la conception du convoyeur à double bande.

2.2 : OBJECTIFS

Après l'analyse de l'existant et discussions avec l'équipe de travail, nous avons constaté qu'il est nécessaire d'établir une analyse de l'état actuelle du système d'unité de chargement de la machine de test et l'effectuer une éventuelle nouvelle conception tout en respectant les caractéristiques demandées par l'équipe de maintenance. L'objectif que nous nous somme assignés consiste en le développement et l'amélioration de ses performance et de réduire le potentiel des problèmes causées par le modèle actuel de ce système.

2.3 : SAVOIRS REQUIS

Notre projet est principalement constitué d'une partie mécanique et d'une partie maintenance, ce qui nous a obligés à faire appel à des multiples outils logiciels comme SolidWorks, CATIA. Ainsi, l'exploitation de diverses connaissances acquises au cours des trois années du cycle de licence. La filière dans laquelle nous avons évolué nous a permis de manipuler les deux parties mécanique ainsi celle de la maintenance sans rencontrer des difficultés.

Dans ce sens et afin de venir à bout de notre conception et analyse de la machine de test, nous avons été amenées à utiliser notre savoir dans la mécanique, dans l'électrotechnique, l'informatique et logiciels.

- **RESSOURCES OUTILS**

Logiciels	Fonction	Travail effectué	Version
Solidworks	Logiciel CAO	Conception du convoyeur	2012
Catia	Logiciel CAO	Dimensionnement des poinçons et des matrices d'un gabarit de poinçonnage	V5R21

- **Définition du Solidworks :**

SolidWorks est un outil de CAO (Conception Assisté par Ordinateur) qui permet de modeler des pièces en 3 dimensions, il permet aussi d'étudier les pièces conçus (étude du mouvement, étude statique, étude thermique) et aussi de connaître son poids, son centre de gravité... etc.

SolidWorks est utilisé par des étudiants, des concepteurs, ingénieurs et autre professionnels pour produire des pièces, assemblages et mise en plan simple ou complexes.

- **Définition du Catia :**

CATIA V5 est une plate-forme de conception assistée par ordinateur (CAO), qui accompagne l'ingénieur dans la conception de produits (production, montage, maintenance, etc.). Ce logiciel pluridisciplinaire couvre une grande diversité de secteurs d'ingénierie, entre autres l'aéronautique et l'automobile, et permet la modélisation et l'optimisation du couple produit/processus.

2.4 : INITIATION A LA CONCEPTION DU CONVOYEUR A DOUBLE BANDE

2.4.1 : DEFINITION DU CONVOYEUR A DOUBLE BANDE

Convoyeur à bande ou encore transporteur à bande, est un dispositif de transport ou de manutention permettant le déplacement continu de marchandises ou de charges isolées.

Ce sont des dispositifs très employés dans l'industrie, leur parcours peut être horizontale ascendante ou descendante ou se former d'une courbe.

Pour notre projet nous avons utilisé un convoyeur à double bande assurant la transmission des disjoncteurs et respectant les exigences du cahier de charges.

2.4.2 : PROBLEMATIQUE

Dans le cadre des travaux et en accord avec le contexte industriel et scientifique nous nous inscrivons dans un modèle de conception centré sur l'unité de chargement de la machine de test. En effet, le système actuel fait face à plusieurs problèmes majeurs qui se résument comme suit :

- Déraillement de la courroie: les disjoncteurs qui passent par la courroie déraillée tombent et bloquent la transmission ce qui

oblige l'opérateur à aligner la courroie et de contrôler son mouvement.

- Dilatation rapide de la courroie : l'opérateur de maintenance fait tendre la courroie à chaque fois en arrêtant la machine et ouvrir toute l'unité de chargement, ou de changer complètement la courroie.
- Mal positionnement du moteur : le moteur placé en position parallèle ne respecte pas la sécurité de l'utilisation et dérange l'opérateur.

2.4.3 : PRINCIPE

On commence d'abord par dessiner les pièces constitutives de notre montage (chaque pièce sera sauvegardée dans un fichier distinct d'extension. Sldprt). Ensuite on crée un « assemblage » à partir des pièces déjà dessinées puis on les associe en utilisant des contraintes pour avoir le montage final.

Cet outil peut génère trois types de fichiers relatifs :

- « Pièce »

C'est une représentation 3D d'un composant élémentaire du montage, elle est créée en manipulant des fonctions volumiques (Bossage, Extrusion, Révolution ... etc.) à partir d'une esquisse.

L'esquisse est réalisée à partir de formes géométriques de base (ligne, cercle, rectangle ... etc.)

- « Assemblage »

L'assemblage est une composition en 3D constituée de plusieurs pièces et assemblages (ou sous- assemblages).

Les sous-assemblages et assemblages sont reliés entre eux : une modification sur un sous-assemblage sera automatiquement reflétée sur l'assemblage.

Les composants de l'assemblage sont reliés géométriquement entre eux avec des « contraintes d'assemblage ».

Parmi les contraintes standards :

- La coïncidence : cette contrainte permet à deux faces de deux composants différents de devenir coplanaires.
- La contrainte coaxiale : permet de rendre deux cylindre ou deux arrêtes circulaires de devenir coaxiales.
- La contrainte distance : permet de fixer la distance entre 2 faces ou entre deux arrêtes.

➤ « Mise en plan »

C'est une mise en plan 3D d'une pièce (dessin de définition) ou d'un assemblage (dessin d'ensemble).

Elle est réalisée par la projection de la pièce (ou de l'assemblage) sur les différents plans de travail (plan de face, plan de droite et plan de dessus).

Dans la mise en plan on peut ajouter des cotations, des références ... etc.

Les fichiers « mise en plan » ont pour extension. Slldrw.

2.4.4 : CAHIER DE CHARGE

Avant de travailler sur ce projet, de se répartir le travail, et de décider des choix techniques, nous avons réalisé un cahier de charges en respectant les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles.

En effet, lors de la réalisation de notre projet nous avons pris en considération un certain nombre de caractéristiques à respecter à savoir les caractéristiques électriques, mécaniques et dimensionnelles ainsi l'ergonomie et la sécurité de l'utilisation.

Le projet consistant à réaliser un convoyeur à double bande des disjoncteurs, nous a demandé une étude comprehensive du système actuel ce qui nous a permis de pouvoir suggérer des propositions qui répondent à chaque problème.

- ❖ Nous avons proposé de concevoir des poulies avec une nouvelle forme permettant de bloquer la courroie pour qu'elle ne sorte pas de son parcours
- ❖ Pour le système de tendeur nous avons créé un mécanisme avec une vis permettant de tendre la courroie en serrant la vis
- ❖ En ce qui concerne le moteur nous avons pensé à le positionner au centre de l'espace entre les deux bandes

A la lumière de ces propositions nous avons validé en accord avec notre encadrant et avec l'équipe de travail de réaliser un convoyeur à double bande pouvant diminuer la fréquence des pannes provoquées par la courroie d'une part, et augmenter le nombre de disjoncteurs transmis d'une autre part.

2.4.5 : LA CONCEPTION MECANIQUE DU CONVOYEUR A DOUBLE BANDE

La conception mécanique du système désiré est à base de deux convoyeurs parallèles entraînés par un seul moteur, pour des pièces larges et à faibles charges, permettant l'utilisation de l'espace libre entre les deux bandes.

En effet ce système doit assurer le transfert des disjoncteurs en passant sur les deux bandes du convoyeur.

Après plusieurs essaies, nous sommes arrivées à obtenir la conception d'un système qui vérifie notre cahier de charge.

Dans ce qui suit, la Figure (17) présente la conception 2D



Figure 17: dessin d'ensemble du convoyeur à double bande

2.4.6 : Généralité sur les composantes du convoyeur

Le système que nous avons choisi de concevoir est un système assemblé à partir des éléments suivants :

- **Bande** : c'est une pièce souple plus longue que large qui sert à transporter les disjoncteurs. Nous avons préféré la bande avec revêtement caoutchouc de longueur maximale 4 m et de largeur de 20 mm pour les deux convoyeurs comme solution pour une bonne résistance à l'abrasion, aux coupures et aux chocs



Figure 18: bande avec revêtement caoutchouc

- **Moteur:** est un appareil électrique assurant la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique.
Le choix du moteur est fait en correspondance avec les critères prédéfinis par l'équipe du travail l'entreprise :

-230 V mono et 230/400 V triphasé

-Vitesse (m/min) +/- 10% : 2 - 3 - 6 - 9 - 12 - 18 - 24



Figure 19: moteur du convoyeur

- **Poulie :** poulie est un dispositif de mécanique élémentaire constituée d'une roue servant à la transmission du mouvement. la poulie est utilisé avec une courroie, une corde ou une chaîne selon le cas d'utilisation.

Pour la réalisation de notre convoyeur à bande nous avons besoin de quatre poulies. Deux poulies seront assemblées avec l'axe du moteur et les deux autres poulies à l'extrémité seront assemblées avec un axe fixe, cet axe est troué où sera placé la vis qui sera assemblée à son tour avec un mécanisme sous forme de U, une fois la vis est serrée la bande sera bien tendue.

- La figure ci-dessous représente les poulies avec nos propres dimensions

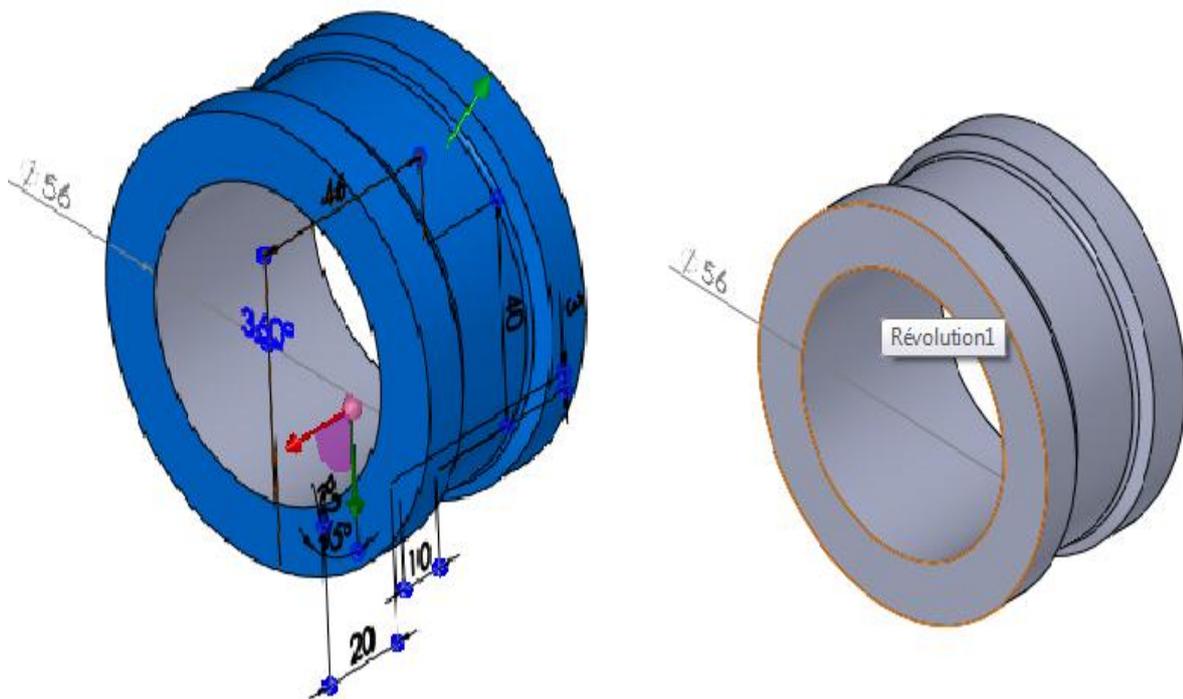


Figure 20 : dessin de la poulie sous Solidworks

La figure suivante représente le fonctionnement du mécanisme du tendeur expliqué en haut

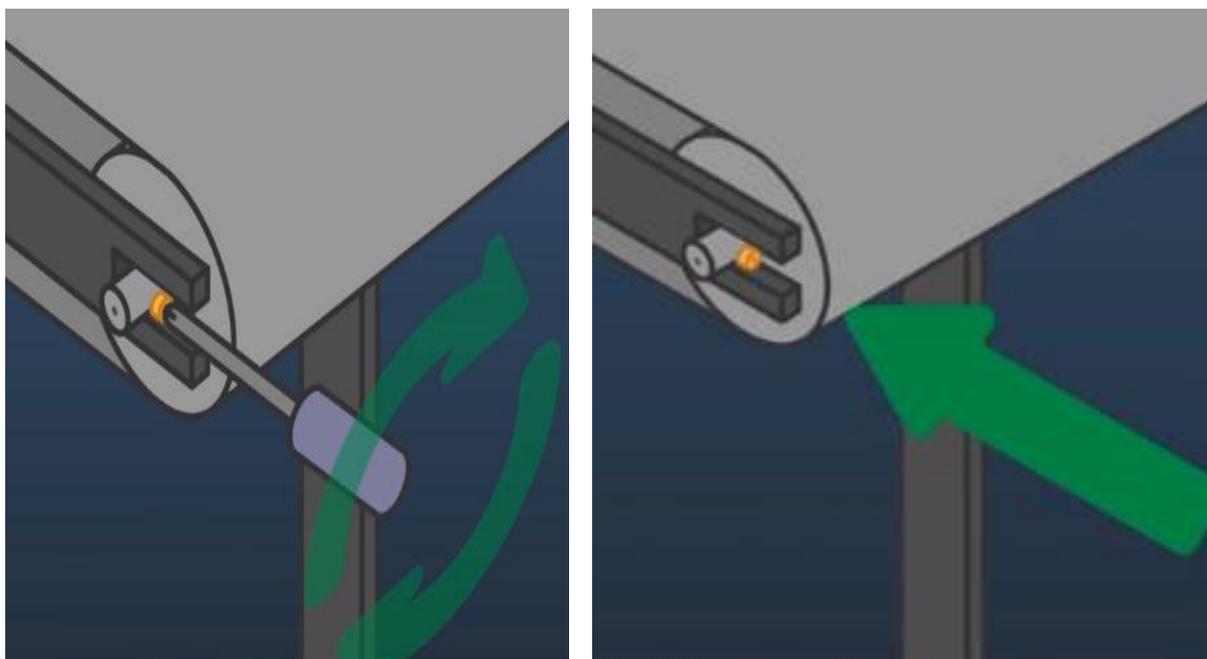


Figure 21 : *fonctionnement du système du tendeur*

- La figure suivante montre le montage d'un seul convoyeur

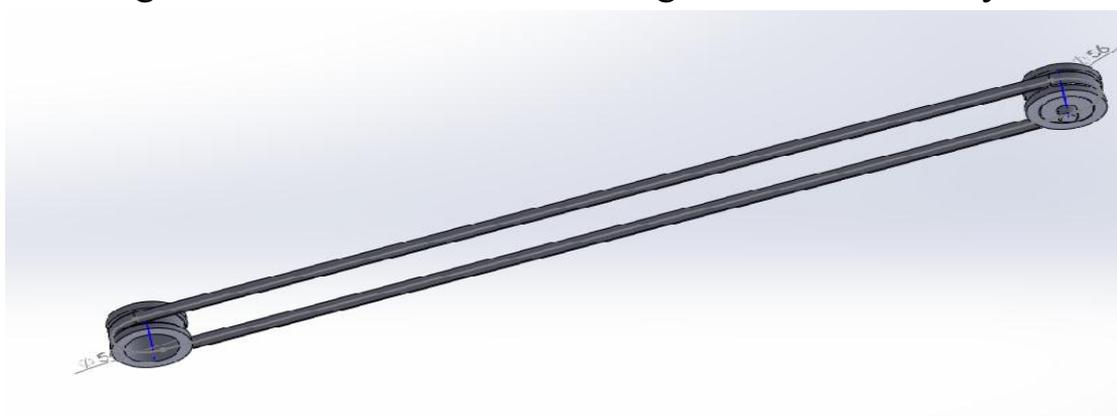


Figure 22 : montage d'un seul convoyeur

2.5: TACHES SECONDAIRES

Nous avons profité de notre période de séjour à l'entreprise pour effectuer des tâches demandées par l'équipe de travail.

2.5.1 : DIMENSIONNEMENT DES MATRICES ET DES POINÇON

Pendant notre durée de stage nous avons été sollicités d'établir le dimensionnement des matrices et des poinçons qui font partie d'un gabarit de poinçonnage. Pour ce faire, nous avons utilisé Catia comme étant un logiciel de conception.

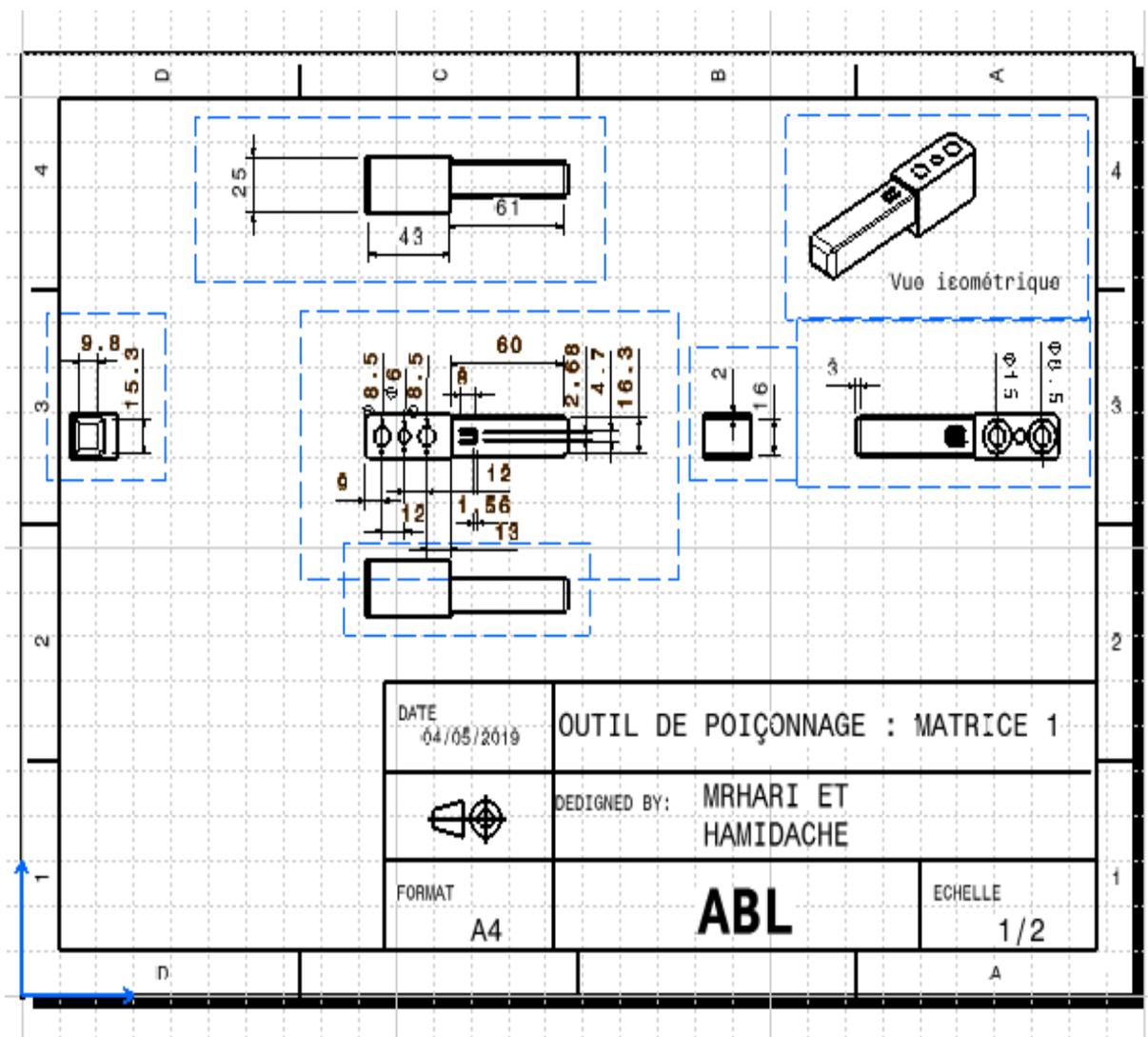
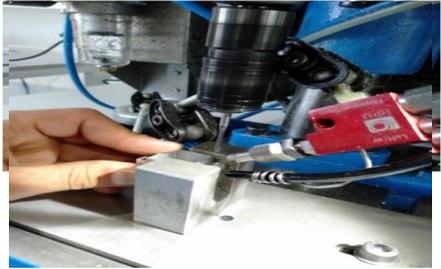


Figure 23 : dessin d'ensemble d'une matrice d'un gabarit de poinçonnage

2.5.2 : MODE OPERATOIRE

A l'intérieur de la section spécialisée dans la fabrication des articles aéronautique, il nous a été demandé de mettre à jour les différentes étapes par lesquels passe un produit fini.

- Voici un exemplaire d'une phase du mode opératoire réalisé pour l'article fourreau

		<h1 style="text-align: center;">Mode opératoire</h1>		F. 71307 A 27/07/2017	
Article : 260SV01Y1		Date : 24/03/20		Opération : Taraudage	
Date de modification : 17/05/2019		Section : ZAE			
Approbation pour application : K.ALAOUI		Indice : A		Page 1/1	
Etape 1	Mettre le foureaux dans le gabarit ECN9908 de la machine de taraudage				
Etape 2	Tarauder en lubrifiant le trou de l'équerre avec le taraud 112040 UNJC 3B, puis souffler en pressant sur le pédal pour ébavurer l'intérieur du trou taraudé				
Etape 3	Pour chaque 5 foureaux taraudés, souffler les trous des équerres avec de l'air comprimé				
Etape 4	Pour chaque 10 foureaux taraudés, contrôler 1 foureaux avec le tampon filleté 4-40UNJC 3B (NEP)				
Etape 5	Le tampon filleté 4-40UNJC 3B de contrôle peut entrer dans le trou taraudé avec son côté $\Delta + 0,000$ mais il ne peut pas entrer avec son côté $\Delta + 0,0610$				

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

A l'issue de ce projet de fin d'étude, nous tenons de prime à bord à exprimer notre entière satisfaction au déroulement de ce stage pratique à la société ABL Sursum Morocco.

En effet, cette opportunité nous a permis de se familiariser avec les machines de production, comprendre leurs fonctionnements même savoir les différentes étapes de fabrication par lesquelles passe chaque produit.

En outre, et bien que la durée de stage fût relativement courte, l'objectif que nous sommes fixées a été réalisé. Le stage était ainsi une occasion de centrer nos travaux sur l'étude et l'analyse du fonctionnement de la machine la plus critique dans le processus de production qui est la machine de test des disjoncteurs. Ce travail a été accompagné par la conception d'un nouveau système de transmission des disjoncteurs pour la même machine.

Au-delà des aspects purement techniques, le stage effectué à la société ABL Sursum Morocco nous a offert d'une part l'occasion d'enrichir nos connaissances théoriques et d'autre part, de les mettre à l'épreuve dans un environnement professionnel de très grande qualité.