

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou
Faculté de Génie de la Construction
Département de l'électromécanique



Mémoire
De Fin D'étude MASTER
Domaine : Science Et Technologie
Filière : Electromécanique
Spécialité : Maintenance Industrielle

THEME :

Etude Technologique et Application de la Méthode
AMDEC sur la Machine à Détourer
Type BSU 650

Présenté par :

BENSERAYE Asma

CHIBANE Sara

Membre des jurys

Mr CHERABI Bilal

UMMTO

Encadreur

Mr YAMANI Nouredine

UMMTO

Examineur

Mr BELGAID Hocine

UMMTO

Président

Mr HADJI Lounes

ENEL

Co-encadreur

2022/2023

DEDICACE

Je tiens à dédier ce travail

A mes chers parents, pour leur sacrifices leur tendresse, leur amour, leur soutien, et leur prières tout au long de mes études, que dieu les préservent et les gardes prêts de moi en bonne santé que je puisse toujours être Toujours leur fiertés.

A mon cher frère Oussama

A toute la famille BENSERAYE

A tous mes amis : Hanane, Naima, Soumia, Raouia

A toute la promotion de génie électromécanique

A notre promoteur M^{er} B.CHERABI pour accepter de nous guider sur le bon chemin du travail

À toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

En fin, je remercie mon binôme Sara, qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.

A. BENSERAYE

DECICACE

Je dédie ce travail à vous tous qui avez été présents à mes côtés et m'avez soutenu tout au long de mon parcours.

Mes chers parents, mes frères et sœurs votre amour inconditionnel, votre soutien constant et vos encouragements ont joué un rôle essentiel dans ma réussite et je ne saurais trop vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi.

À mes chers Amis, Gouda, Asma, Naima, Raouia, vos mots d'encouragement et notre complicité ont été précieux pour moi. Je suis reconnaissante d'avoir des amis aussi merveilleux que vous.

Et enfin, à ma chère meilleure amie Ghania, tu es bien plus qu'une amie pour moi, celle qui a toujours cru en moi même dans les moments les plus difficiles. Ta présence constante dans ma vie est une bénédiction que je chérirai toujours.

Votre soutien indéfectible est la raison de mon succès et cela ne serait pas possible sans votre amour et votre amitié.

S. CHIBANE

REMERCIEMENT

Toute notre reconnaissance et remerciement à ALLAH, le tout puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour élaborer ce modeste travail.

Nous sommes très reconnaissantes à notre promoteur M.CHERABI.B, et à notre Co-promoteur M.HADJI.L, pour leur attention aux détails et leurs conseils durant ce travail.

Nos remerciements vont aussi à toute personne que nous avons contactée durant notre stage au sein de l'entreprise électro-industries, auprès desquelles nous avons trouvé un accueil chaleureux. Nous pensons surtout à M.DJEMAA.H et M.ADJEMOUT.J qui nous ont aidés à réaliser notre recherche au sein de l'entreprise.

Nous tenons à remercier les membres du jury Mr BELGAID et Mr YAMANI qui ont acceptés d'examiner notre modeste travail. .

Enfin, nous aimerions exprimer notre gratitude à tous ceux qui nous ont aidés et inspirés pendant cette période.

Table des matières

Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste d'Abréviation	
Résumé	
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : PRESENTATION ET DESCRIPTION DE LA MACHINE A DETOURER TYPE BSU 650	
Introduction	5
I.1 Présentation de la machine à détourer type BSU 650	5
I.2 Description de la machine à détourer type BSU 650	6
I.3 Les caractéristiques de la machine	10
I.4 Plan d'ensemble de la machine	11
I.5 Principe de fonctionnement.....	12
I.6 L'opération réalisée par la machine à détourer BSU 650	12
I.7 Installation de la machine.....	13
I.7.1 Mise en place de la machine	13
I.7.2 Mise à niveau	13
I.8 Instruction et réglage	14
I.8.1 Réglage.....	14
I.8.2 Instructions pratiques	15
Conclusion.....	16
CHAPITRE II : ETUDE TECHNOLOGIQUE DE LA MACHINE A DETOURER BSU 650	
Introduction	17
PARTIE I : ETUDE DE LA PARTIE MECANIQUE.....	
Introduction	17
II.1.1 Schéma cinématique	18
II.1.2 Les systèmes de transmission mécanique	19
II.1.3 Réducteur de vitesse.....	21
II.1.4 Les accouplements	25
II.1.5 Les organes de guidages.....	28

PARTIE II : ETUDE DE LA PARTIE ELECTRIQUE.....	32
Introduction	32
II.2.1 Branchement électrique.....	32
II.2.2 Fonction des éléments de commande.....	32
II.2.3 Le schéma du circuit électrique et son principe de fonctionnement	33
II.2.4 Repérage des appareils dans un schéma développe	38
II.2.5 Appareillage électrique	39
II.2.6 Moteur asynchrone.....	43
PARTIE III : ETUDE DE LA PARTIE PNEUMATIQUE	45
Introduction	45
II.3.1 Schéma du circuit pneumatique et son principe de fonctionnement.....	45
II.3.2 Les composants du système pneumatique.....	46
Conclusion.....	57
CHAPITRE III : MAINTENANCE ET APPLICATION DE LA METHODE AMDEC SUR LA MACHINE A DETOURER TYPE BSU 650	
Introduction	59
PARTIE I : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE.....	59
Introduction	59
III.1.1 Définition	59
III.1.2 Objectifs de la maintenance	60
III.1.3 Différents niveaux de maintenance	60
III.1.4 Types de maintenances.....	62
III.1.5 Les opérations de maintenance	65
III.1.6 La maintenance appliquée par électro-industries (ENEL).....	67
PARTIE II : APPLICATION DE LA METHODE AMDEC SUR LA MACHINE A DETOURER BSU 650.....	75
Introduction	75
III.2.1 Historique de l'AMDEC	75
III.2.2 Définition de la méthode AMDEC.....	76
III.2.3 Objectifs de l'AMDEC.....	77
III.2.4 Les types de la méthode AMDEC.....	77
III.2.5 Démarche adoptée dans la méthode AMDEC.....	78
III.2.6 Le Coefficient de Criticité.....	81
III.2.7 Tableau générale de l'AMDEC.....	84
III.2.8 Application de la méthode AMDEC sur la machine à détourer.....	85

III.2.9 Interprétation des résultats de l'AMDEC.....	90
Conclusion.....	91
CONCLUSION GENERALE.....	92
BIBLIOGRAPHIE.....	95
ANNEXE.....	98

Liste des figures

Figure I.1: Machine à détourer type BSU 650.....	6
Figure I.2: Le bâti avec force motrice.....	7
Figure I.3: (a) Coulisseau porte-couteau, (b) Vérin de pression.....	8
Figure I.4: Le dispositif de grillage de protection.....	9
Figure I.5: Dessin d'ensemble de la machine.....	11
Figure I.6: Capot de ventilateur avant et après l'opération de découpage.....	12
Figure I.7: Croquis de manutention.....	13
Figure II.1: Schémas cinématique.....	18
Figure II.2: Système poulie-courroie.....	20
Figure II.3: Les différents types de courroies.....	20
Figure II.4: Système roue et vis sans fin.....	21
Figure II.5: Réducteur par poulie-courroie de la machine à détourer BSU 650.....	22
Figure II.6: Réducteur à roue et vis sans fin.....	23
Figure II.7: Principaux paramètres du système roue et vis.....	24
Figure II.8: Principe d'un embrayage.....	26
Figure II.9: Constitution d'un embrayage/frein électromagnétique.....	27
Figure II.10: Constitution du roulement.....	28
Figure II.11: Roulement à billes.....	29
Figure II.12: Roulement à rouleaux cylindriques.....	29
Figure II.13: Roulement à rouleaux coniques.....	30
Figure II.14: Roulement à rouleaux coniques.....	30
Figure II.15: Organigramme pour choix du mode de lubrification.....	31
Figure II.16: Les différents types de fusibles.....	39
Figure II.17: Exemple de relais de marque Schneider (a) relai thermique (b) relai électromagnétique.....	40
Figure II.18: Un contacteur.....	41
Figure II.19: Temporisation au travail et au repos.....	42
Figure II.20: Blocs auxiliaires instantanés à 4 contacts.....	42
Figure II.21: Symbole d'un inverseur.....	42
Figure II.22: Rotor bobiné et rotor à cage.....	43
Figure II.23: Symboles du moteur asynchrone.....	44
Figure II.24: Les couplages des moteurs asynchrones (Etoile et triangle).....	44
Figure II.25: Constitution d'un vérin pneumatique.....	47
Figure II.26: Vérin à simple effet.....	48
Figure II.27: Schéma de fonctionnement d'un vérin simple effet.....	49
Figure II.28: Vérin à double effet.....	50
Figure II.29: Schéma de fonctionnement d'un vérin à double effet.....	51
Figure II.30: Un distributeur 5/2.....	52
Figure II.31: Schéma de distributeur bistable.....	54
Figure II.32: Schéma de distributeur monostable.....	54
Figure II.33: Unité de conditionnement (FRL).....	55
Figure II.34: Symbole de réducteur de débit (RDU).....	56
Figure II.35: Symbole de clapet Anti-retour.....	56
Figure II.36: Un manomètre.....	56

Figure III.1: Organigramme de la maintenance.	62
Figure III.2: Maintenance préventive systématique.	63
Figure III.3: Maintenance préventive conditionnelle.	64
Figure III.4: Les différentes phases d'une action de la maintenance préventive.	69
Figure III.5: Les différentes phases d'une action de maintenance corrective.	70
Figure III.6: Types d'AMDEC.	77
Figure III.7: La démarche AMDEC.	78
Figure 01: L'entreprise électro-industrie d'Azazga.	102

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Reference de la machine à détourer type BSU 650.	5
Tableau I.2: Les caractéristiques dimensionnelles de la machine à détourer BSU 650.	10
Tableau I.3: Les caractéristiques techniques de la machine à détourer BSU 650.	10
Tableau II.1: Fonction des éléments de commande.	33
Tableau II.2: Repérage des appareils dans un schéma développé.....	38
Tableau II.3: Schémas des différents types de distributeurs.	53
Tableau III.1: Cycle de visite.	71
Tableau III.2: Gamme de visite de type A.	72
Tableau III.3: Gamme de visite de type B.	73
Tableau III.4: Révision générale.	74
Tableau III.5: Matrice de décision.	82
Tableau III.6: Limites de criticité.	83
Tableau III.7: Exemple de tableau de l'AMDEC.....	84
Tableau III.8: Tableau d'application de l'AMDEC sur la machine à détourer BSU 650.	85
Tableau III.9: Classement des différents composants selon leur criticité.	90
Tableau 01 : Dossier technique d'organes du moteur asynchrone triphasé.	100.
Tableau 02 : Désignation des éléments constituant le circuit pneumatique	101

Liste d'Abréviation

AFNOR : Association française de normalisation

AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité

BT : Basse tension

CIE : Commission électrotechnique internationale

DA : Dinar Algérien

DAP : Direction achat/ approvisionnement

DCM : Direction commerciale et marketing

DDIP : Direction développement industriel partenariat

DFC : Direction finance et comptabilité

DRHO : Direction de ressources humaines et organisation

DIN : Deutsches Institut für Normung

ENEL : Entreprise nationale des industries électroniques

HT : Haute tension

MT : Moyen tension

NF : Norme française

PE : Plan d'entretien

PS : Plan d'entretien stratégique

PTU : Unité de prestation technique

RG : Révision générale

SONALEC : Société nationale de l'électronique

UI : Unité d'intervention

UME : Unité de fabrication de moteurs électrique

URSS : Union des républiques socialistes soviétiques

UTR : Unité de fabrication de transformateur de distribution MT/BT

VDE : Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik « fédération allemande des industries de l'électrotechnique, de l'électronique et de l'ingénierie de l'information »

VRD : Voirie et Réseaux Divers

STS : Les Spécifications techniques

N_D : Vitesse de la grande poulie

N_d : Vitesse de la petite poulie

ω_D : Vitesse angulaire de la grande poulie

ω_d : Vitesse angulaire de la petite poulie

d : Diamètre d'enroulement de la petite poulie

D : Diamètre d'enroulement de la grande poulie

C_d : Le couple de la petite poulie

C_D : Le couple de la grande poulie

N_R : vitesse de la roue

N_V : vitesse de la vis

Z_R : Nombre de dent de la roue.

Z_V : Nombre de filet de la vis sans fin.

C_R : Le couple de la roue

C_V : Le couple de la vis

d_R : Diamètre de la roue

d_V : Diamètre de la vis

Résumé

Etant des matériels de reprise, les machines à détourer effectuent des opérations de transformation (Rognage, détourage, façonnage, ébarbage ...) sur des pièces fabriquées auparavant par d'autres machines. Comme tous les autres équipements industriels, les machines à détourer ont une durée de vie limitée et elles sont exposées à des problèmes de défaillance pouvant rendre cette durée encore plus courte et perturber le processus de fabrication. Ce problème n'est pas sans solution, car, la connaissance de ces machines, de leurs éléments constitutifs et de leurs systèmes de fonctionnement (Mécanique, électrique, pneumatique, hydraulique) et l'adoption d'une analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leurs criticités permettent de détecter les anomalies et d'effectuer des opérations de maintenance (Efficaces) permettant de corriger les défaillances et prolonger la durée de vie de ces machines.

Mot clé : Défaillance, maintenance, méthode AMDEC.

Abstract

Being rework equipment, trimming machines perform transformation operations (trimming, shaping, deburring, etc.) on pieces previously manufactured by other machines. Like any other industrial equipment, trimming machines have a limited lifespan and are prone to failure issues that can shorten this lifespan even further and disrupt the manufacturing process. This problem is not without a solution, as knowledge of these machines, their constituent elements, and their operating systems (mechanics, electrics, pneumatics, hydraulics), as well as the adoption of a failure mode analysis, their effects, and their criticalities, allow for the detection of anomalies and the performance of (effective) maintenance operations to correct failures and extend the lifespan of these machines.

Key words: Failure, maintenance, FMECA method.

ملخص

كونها معدات إعادة صياغة، تقوم آلات التشذيب بإجراء عمليات تحويل وتغيير (تشذيب، تشكيل، إلخ) على قطع تم تصنيعها مسبقاً بواسطة آلات أخرى. مثل جميع المعدات الصناعية الأخرى، تملك آلات التشذيب عمراً محدوداً وتتعرض لمشاكل الفشل التي يمكن أن تجعل عمرها أكثر قصراً وتسبب اضطراباً في عملية التصنيع. إلا أن هذه المشكلة ليست دون حل، لأن معرفة هذه الآلات والعناصر المكونة لها وأنظمة تشغيلها (الميكانيكية، الكهربائية، الهوائية، والهيدروليكية) واعتماد تحليل أوضاع الفشل وتأثيراتها وحرجاتها تسمح بكشف الحالات الشاذة وإجراء عمليات صيانة (بشكل فعال) تسمح بتصحيح الأعطال وإطالة عمر هذه الآلات.

الكلمات المفتاحية: فشل، الصيانة، طريقة تحليل أنماط الفشل وتأثيراتها الحرجية.

INTRODUCTION GENERALE

Dans l'industrie métallique, certains éléments, produits, pièces ou autres, doivent passer par plusieurs étapes et subir plusieurs opérations de transformation pour aboutir à leur état final qui leur permettra de rentrer en exploitation. Certaines de ces étapes et opérations de transformations peuvent être faites manuellement, tandis que d'autres nécessitent une intervention semi-automatique ou automatique.

Dans le cas où le travail doit se faire d'une manière semi-automatique ou automatiquement, l'objet principal de l'intervention est une machine industrielle (dans le cas du travail semi-automatique, la machine industrielle nécessitera des interventions manuelles). Certains éléments, produits, pièces ou autres nécessitent des opérations spécifiques, de détournage, rognage, ébarbage et de façonnage...etc., pour pouvoir servir. Ces transformations sont assurées par des machines appelées « Machines à détourer » ou « Machines à rogner et à façonner ».

Cependant, ce matériel de production et de transformation (les machines) est continuellement exposé à différentes formes de défaillances (défauts de fonctionnement) pouvant générer des perturbations du rythme de production au sein de l'entreprise, ces perturbations entraîneront l'insatisfaction de ses clients et conduiront forcément l'entreprise à des pertes considérables. Relevant un défi de taille, qui est la lutte contre ces défaillances et tous les désagréments qu'elles causent, l'industrie a donné naissance à un ensemble de techniques appelées « La maintenance », c'est un nombre d'opérations pratiquées par des agents formés, qui tentent d'améliorer les performances du matériel industriel et de lui assurer une longue durée de vie et un meilleur fonctionnement, ce qui évitera à l'entreprise des pertes envisageables. Néanmoins, il ne suffit pas de connaître et d'appliquer simplement les opérations de maintenance, cette dernière doit obéir à un certain ordre d'application, elle doit être faite selon des méthodes données appelées « Outils de maintenance » afin d'assurer la réussite et l'efficacité de l'opération de la maintenance, et améliorer la fiabilité du matériel. L'une de ces méthodes est appelée « AMDEC » (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités), elle est un outil d'analyse préventive permettant d'identifier et de traiter les causes potentielles de défauts et de défaillances avant qu'elles ne surviennent.

Pour pouvoir pratiquer la maintenance, il est impératif d'avoir des connaissances approfondies sur le matériel, il faut englober les volets mécanique, électrique et pneumatique de ce dernier, et bien connaître le principe fonctionnement.

Nous avons consacré notre travail pour l'étude de la machine à détourer type BSU 650, cette étude se développe en trois (03) chapitres principaux :

En premier lieu, nous allons présenter et décrire la machine à détourer type BSU 650 ainsi que son principe de fonctionnement,

Puis nous allons étudier le coté technologique de la machine.

A la fin, nous allons jeter lumière sur la maintenance et la méthode AMDEC ainsi que leur application sur la machine à détourer type BSU 650.

**CHAPITRE I : PRESENTATION ET DESCRIPTION
DE LA MACHINE A DETOURER TYPE BSU 650**

Introduction

Pour réparer une machine, il est essentiel de la connaître en profondeur, de comprendre tous ses détails afin de détecter la panne et de diagnostiquer correctement le problème. Une fois que la panne est identifiée, on peut établir une procédure de maintenance pour résoudre le problème et rétablir le bon fonctionnement de la machine.

L'objet de cette phase du travail de recherche est de dévoiler et connaître la machine à détourer type BSU 650.

I.1 Présentation de la machine à détourer type BSU 650

Les détourieuses en général sont des machines de reprise, de taille plus modeste, installées par exemple en sortie des presses d'emboutissage pour la finition et le façonnage des pièces. De même pour la machine à détourer type BSU 650, elle procède au rognage et à l'ébarbage de pièces fabriquées auparavant mais dont la forme et l'état restent inachevés (besoin de retouches et de corrections afin de devenir prêtes à jouer le rôle auquel elles ont été conçues).

Tableau I.1 : Reference de la machine à détourer type BSU 650.

Références	
Nom de la machine	Machine à détourer
Modèle	BSU 650
Numéro de la machine	813222
Année de fabrication	1981
Entreprise de Fabrication	LUDWINE WIDANI
Pays d'origine	Allemagne

I.2 Description de la machine à détourer type BSU 650 [1]

La machine à détourer est construite en forme de caisse en acier soudé rigide.

Elle se compose principalement de quatre (04) parties :

- Le bâti avec la force motrice
- Le coulisseau porte-couteau
- Le vérin de pression
- Le dispositif de grillage de protection

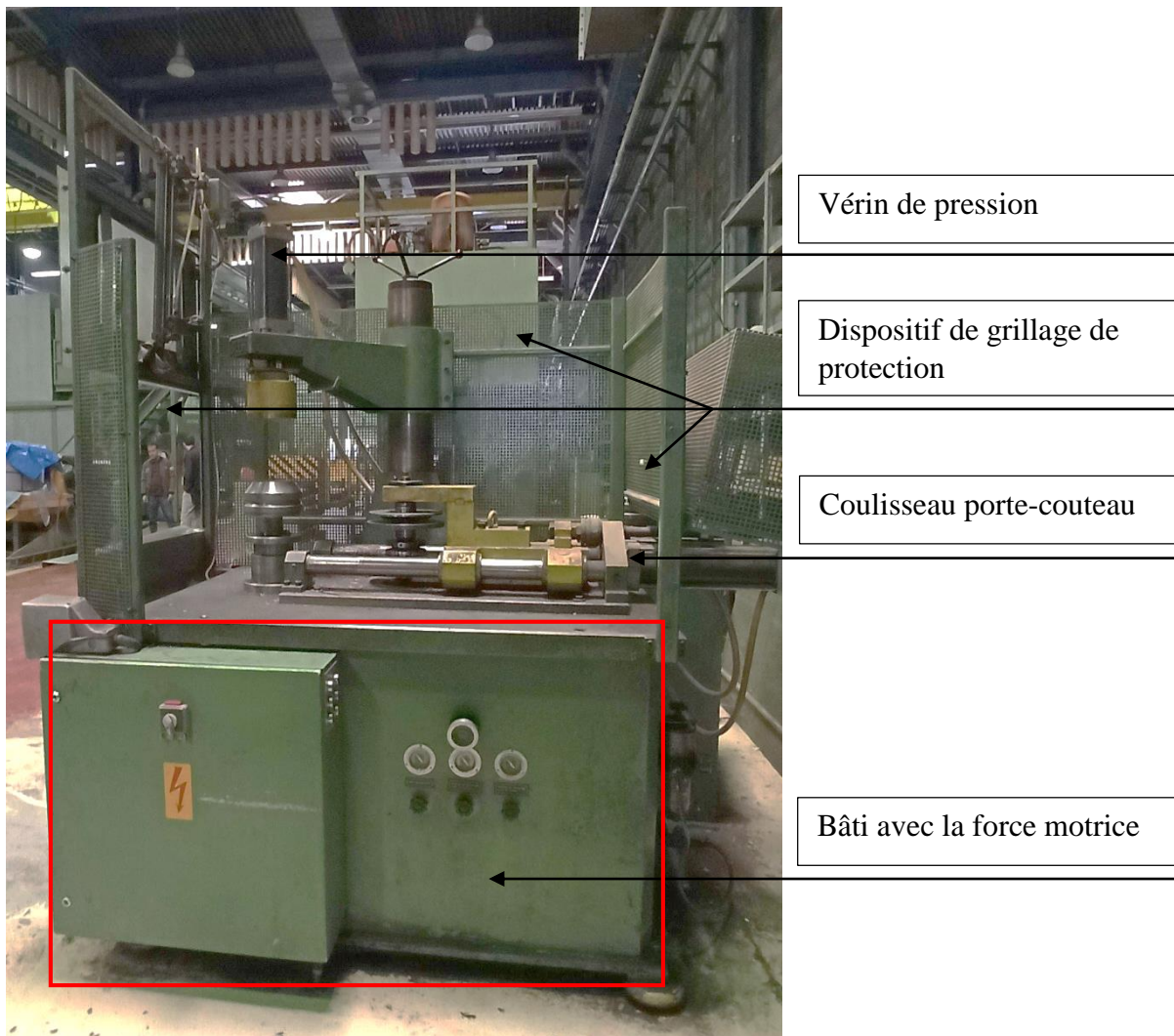


Figure I.1: Machine à détourer type BSU 650.

a. Le bâti avec la force motrice

Le bâti est construit en acier soudé rigide. Dans ce châssis sont montés tous les organes d'entraînement, ainsi que la commande pneumatique complète. La porte donnant coté service une fois ouverte, donne accès aux éléments de commande et au réservoir de compensation de l'air.

De front (coté commande) se trouvent la connexion pour l'interrupteur à pied et les connexions pneumatiques de la soupape commandée à pied pour l'éjection des pièces finies.

Du côté droit de la machine est montée l'armoire de commande avec les deux tableaux de commande, celui de devant pour les opérations normales, celui en arrière, pour les essais préliminaires (temps de réglage) avant les opérations normales. Au même endroit se trouvent aussi les trois vannes de détente avec manomètre pour le réglage indépendant de la pression du cylindre du vérin, du cylindre pour la pression de coupe et du cylindre pour la marche arrière du coulisseau porte-couteau, ainsi que le volant à main, réglant les vitesses infiniment variables de la broche principale.

L'arrière de la machine porte le dispositif avec connexion d'air comprimé au réseau côté usine.



Figure I.2: Le bâti avec force motrice.

b. Le coulisseau porte-couteau

Le coulisseau porte-couteau glisse dans diverses douilles à billes sur deux conduites en acier trempé et rectifié. Un cylindre pneumatique se trouvant en arrière active la course dans les deux sens du coulisseau porte-couteau. A l'autre bout du coulisseau se trouve une vis réglable en hauteur par de contre-écrous, l'arbre, sur lequel est fixé le couteau circulaire.

c. Dispositif vérin de pression

Ce dispositif est construit en acier soudé rigide. Sur la colonne se trouve le volant à main, qui ajuste la hauteur de la console de pression (flèche). Au-dessus de la flèche se trouve le cylindre de pression.

Les plaques de pression, toujours en fonction de la pièce à rogner, sont montées sur un vérin de pression en position verticale et sont équipées d'un système de freinage et de blocage dans les deux sens de déplacement.

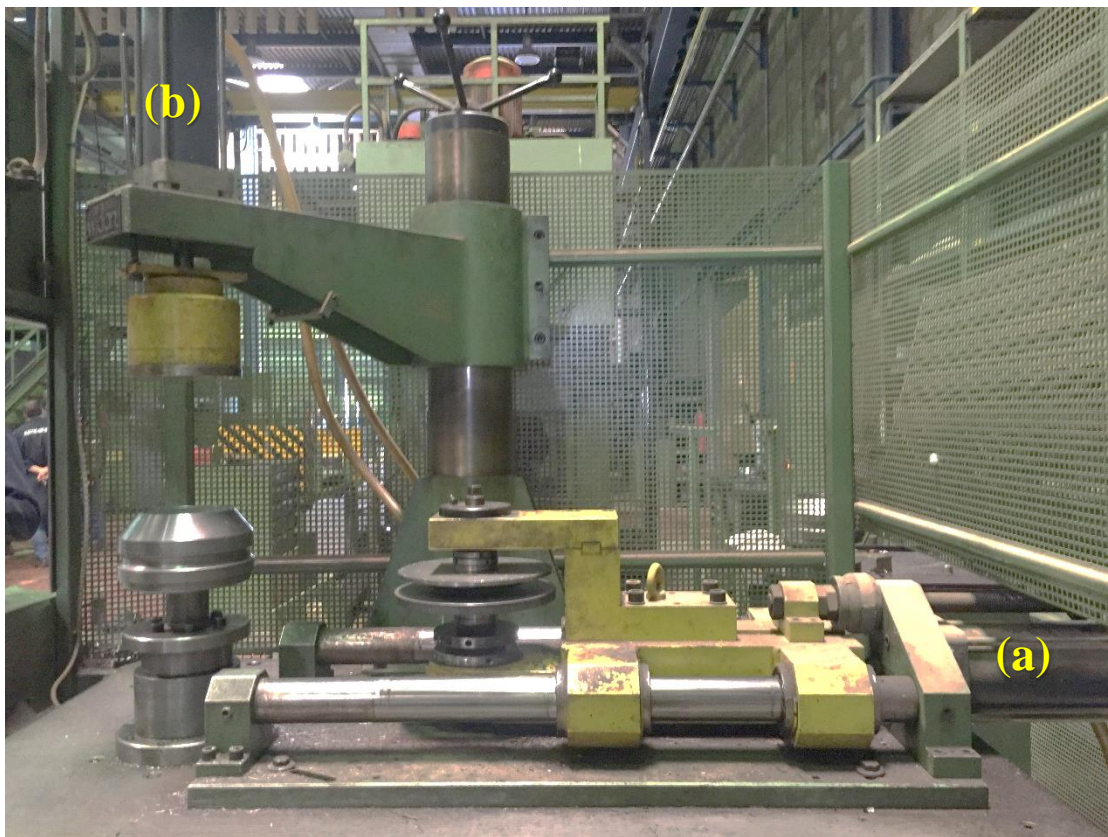


Figure I.3: (a) Coulisseau porte-couteau, (b) Vérin de pression.

d. Le dispositif de grillage de protection

Le plan de travail de la machine est isolé par une grille de protection, pour éviter d'éventuels accidents et protéger l'opérateur ainsi que les personnes circulant près de la machine.

L'ouverture du service de protection est protégée par une grille de protection mobile. Cette dernière est enveloppée de caoutchouc et équipée de barres de sécurité conçues pour éviter d'éventuelles contusions aux bras lors de la descente.



Figure I.4: Le dispositif de grillage de protection.

I.3 Les caractéristiques de la machine

Tableau I.2: Les caractéristiques dimensionnelles de la machine à détourer BSU 650.

Dimensions principales	
Longueur totale de la machine	1900 mm
Largeur totale de la machine	1350 mm
Hauteur de la machine	2450 mm
Hauteur de la table de la machine au-dessus du plancher	900 mm
Poids total de la machine	1950 kg
Dimensions des pièces à usiner	
Hauteur maximale	230 mm
Hauteur minimale	10 mm
Diagonale maximale	650 mm
Epaisseur maximale	2 mm
Epaisseur minimale	0.5 mm

Tableau I.3: Les caractéristiques techniques de la machine à détourer BSU 650.

Caractéristiques électriques	
a. Moteur asynchrone triphasé à cage	
Puissance normale du moteur	3 KW
Vitesse	1450 tr/min
Tension normal de service	380 V
Tension de travail	220 V
Intensité	6.8 A
Fréquence	50 Hz
b. Combinaison embrayage –frein	
Couple de rotation	50 Nm
Tension	24 V
Connexion	2x36 W
Construction	Embrayage électromagnétique
c. Broche principale	
Vitesse	12 à 70 tr/min
Caractéristiques pneumatiques	
Pression d'air	6 Bar
Quantité d'air usé	97 L/p.phase

I.4 Plan d'ensemble de la machine à détourer type BSU 650

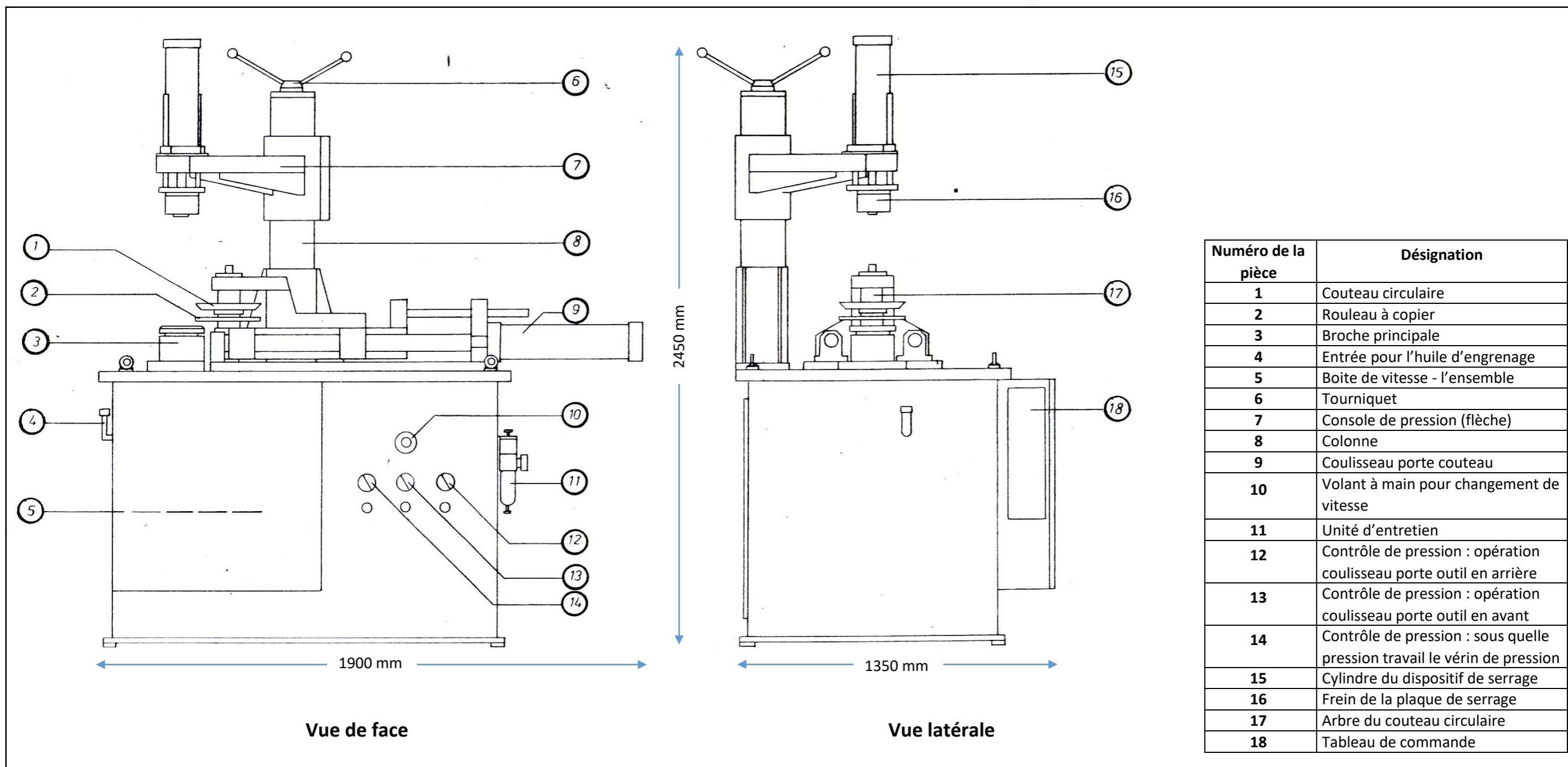


Figure I.1: Dessin d'ensemble de la machine à détourer type BSU 650.

I.5 Principe de fonctionnement

Pour commencer à tailler la pièce, l'outil est fixé à la broche, avec la pièce maintenue en place, côté ouvert vers le bas. L'activation du processus est aussi simple que d'appuyer sur la pédale. Immédiatement, la grille de protection descend, créant une barrière entre l'opérateur et la machinerie. La pièce est ensuite pressée fermement sur le noyau du moule à l'aide d'un dispositif de serrage à pression à commande pneumatique. Suite à cela, un relais de temporisation réglable placera le coulisseau porte-couteau et l'ensemble embrayage-frein en position de départ.

Lorsque le coulisseau porte-couteau passe en position "coupe", la broche primaire est déviée. Dans ce cas, le couteau circulaire, servant d'outil, est prêt à lancer le processus de coupe précis. Lors de certaines phases de fonctionnement, la broche peut tourner plusieurs fois.

Invariablement, le même endroit est utilisé pour le freinage lors de l'utilisation de la machine. Une fois que le travail est terminé, l'appareil s'arrête et le coulisseau porte-couteau, ainsi que le mécanisme de serrage par pression reviennent à leurs positions initiales.

Pour céder la place à une nouvelle pièce à tailler, la pièce finie sur son noyau de moule peut être soulevée facilement en activant la pédale pneumatique. Il est fortement conseillé d'éliminer les déchets avant de commencer une nouvelle opération.

I.6 L'opération réalisée par la machine à détourer BSU 650

L'opération de découpage dans la figure ci-dessous est effectuée sur un capot de ventilateur de moteur, où les bavures sur la périphérie du capot ont été supprimées, éliminant ainsi la déformation de la pièce, causée par la presse hydraulique au cours de sa fabrication.



Figure I.6: Capot de ventilateur avant et après l'opération de découpage.

I.7 Installation de la machine

I.7.1 Mise en place de la machine

Aucune fondation spéciale n'est requise pour l'installation de la machine. Cependant, nous pouvons la sceller avec des boulons d'ancrage. Avant la mise en service, le nettoyage de la surface polie et les outils avec un chiffon doux imbibé d'essence ou de pétrole est obligatoire. Pour le transport de la machine, celle-ci est équipée de pitons. Il est recommandé d'utiliser une corde de chanvre, afin de ne pas endommager les éléments de commande et la peinture.

I.7.2 Mise à niveau

Le nivellement doit être fait à l'aide d'un niveau à bulle de précision, en tenant compte des quatre coins du bâti.

Etant donné que la machine est liée à son bâti autoportant, elle peut également être posée sur un élément oscillant adapté, également appelé sabot.

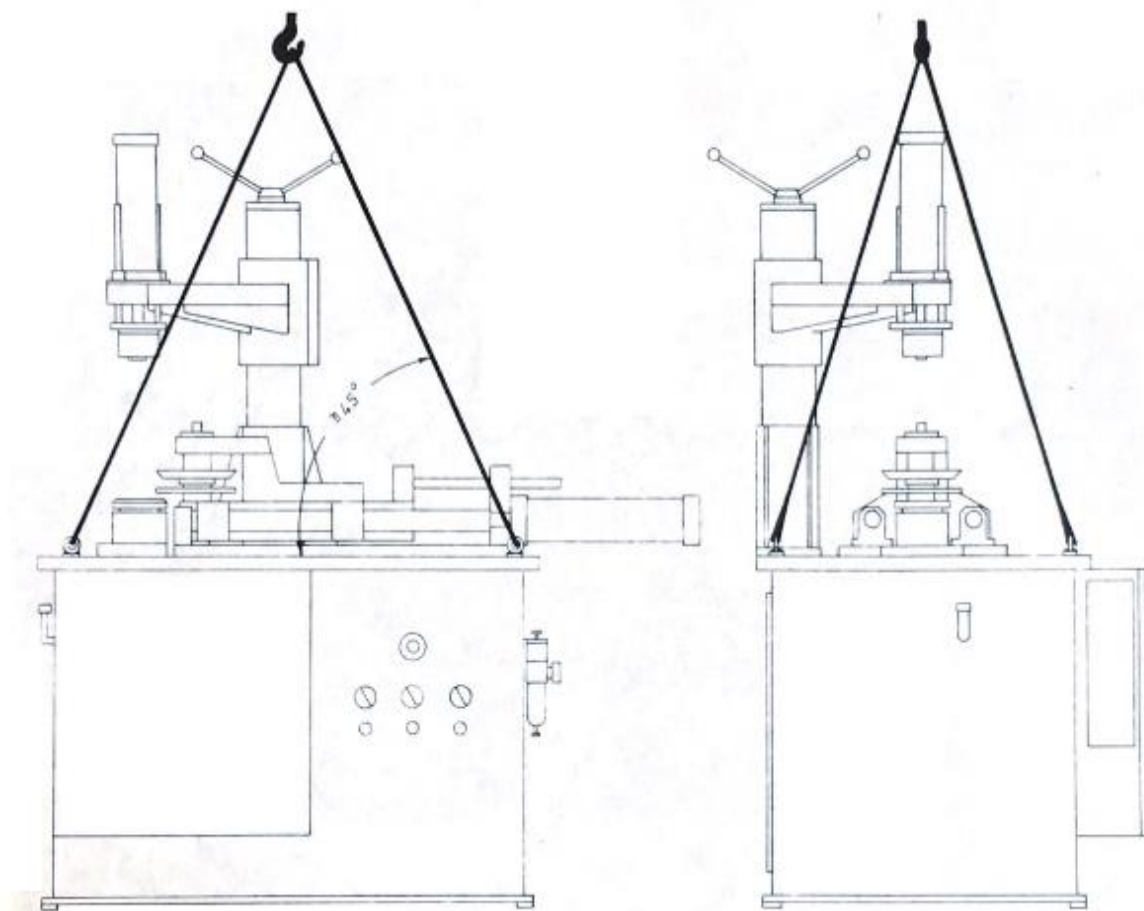


Figure I.7: Croquis de manutention

I.8 Instruction et réglage

I.8.1 Réglage

Cette machine a été conçue dans le but de satisfaire des commandes dont l'objet est de détourer des pièces spécifiques. Il est impératif de procéder à un nouveau réglage après toute opération de modification ou de correction d'outillage.

Cette tâche de réglage doit être effectuée exclusivement chez l'utilisateur, comme principe fondamental.

A. Réglage de la distance de coupe

Pour obtenir la distance de coupe idéale pour le rognage, qui élimine les bavures, divers tests sont nécessaires en raison des paramètres variables de la structure de coupe et d'emboutissage. Généralement, la distance de coupe entre le couteau circulaire et l'outil de coupe interne doit être d'environ 10 % de l'épaisseur de la pièce à ébarber. L'arbre de porte-couteau de l'outil extérieur est l'endroit où l'on ajusterait la distance de coupe pour des performances optimales.

Pour les ajustements de coupe délicats, un manchon fileté est pratique. Le couteau circulaire doit être placé en prise directe à l'aide d'un coulisseau porte-couteau à avance pneumatique ou manuelle. En desserrant simplement le contre-écrou et en le tournant, la douille permet un rayon de réglage de l'arbre du couteau d'environ 5 mm. Une fois que la distance de coupe est ajustée, on visse le contre-écrou.

B. Dispositif de serrage

Le réglage en hauteur du dispositif de serrage par pression dépend toujours de la hauteur de la pièce à usiner. Le dispositif se libère par des vis de serrage sur la flèche, et la distance entre la pièce à usiner et la plaque de serrage est réglée au moyen du volant à main au-dessus de cylindre portant la flèche.

C. Réglage de la force motrice

La vitesse essentielle de la broche principale peut être réglée à l'aide d'un engrenage à variation continue situé dans le châssis de la machine. Ce n'est que lorsque la machine est opérationnelle que cela peut être réalisé en tournant le volant, idéalement situé sur le côté droit du châssis de la machine. La vitesse ne doit en aucun cas être modifiée lorsque la machine est à l'arrêt, car cela entraînerait inévitablement des dommages aux courroies et aux poulies. Dans les cas où plusieurs rotations de la broche principale sont nécessaires pour une phase de travail,

l'arrêt de rotation peut être différé à l'aide d'un relais. Contrôlé par une pédale, l'éjecteur à air comprimé est la pièce maîtresse de la machine. Il comporte un alésage dans la broche principale qui contient une goupille d'éjection dont la longueur est déterminée par l'outillage utilisé.

Lors du travail sur des pièces de formes irrégulières telles que des ovales, la détermination de la profondeur du couteau circulaire extérieur est basée sur le placement d'un rouleau de gabarit sous le couteau de coupe. Pour les pièces rondes, une butée réglable peut être utilisée pour sélectionner la profondeur d'immersion appropriée. On débranche la vanne coulissante adjacente au cylindre coulissant de l'outil et on expulse manuellement tout l'air comprimé. À l'aide de nos mains, on déplace doucement le porte-outil en position de coupe, en faisant attention à toute collision possible avec la fraise circulaire extérieure montée sur la broche principale. Il est essentiel de s'assurer que le couteau circulaire et l'outil sur la broche ne se touchent en aucune façon. Une attention particulière à ces détails assurera un fonctionnement sans faille.

Lors de l'usinage de pièces non rondes, on règle le guide de coulisseau porte-outil en le faisant tourner à partir de sa position 0. Pour réduire la charge sur le réducteur à vis sans fin et le moteur, on essaye de faire pivoter chaque outil séparément. Cela permettra de sélectionner l'emplacement optimal pour de meilleurs résultats.

Pour obtenir un régime stable, il est crucial d'effectuer les ajustements nécessaires avec un minimum de régime et une force de coupe suffisante, comme indiqué par les données. Ce n'est qu'après avoir effectué des tests pertinents que le régime doit être progressivement stabilisé à un niveau supérieur à celui du réglage de vitesse de précision infiniment variable.

I.8.2 Instructions pratiques [1]

Pour faciliter le réglage de la machine, lors de chaque changement d'outil, il est recommandé d'apposer, sur chaque outil, les indications suivantes :

- a) Diamètre du couteau circulaire nécessaire.
- b) Diamètre du rouleau à copier (en général environ 1 à 2 mm plus petit que le diamètre du couteau circulaire).
- c) Angle d'orientation de la glissière du coulisseau porte-couteau.
- d) Air comprimé nécessaire.
- e) Distance de coupe.
- f) Nombre de tours de la broche principale.

Dans le cas d'une épaisseur de matériau allant jusqu'à 1 mm, la hauteur de tombée devrait être d'au moins 2,5 mm. Dans le cas d'épaisseurs de matériau supérieures à 1 mm, elle devrait être d'au moins 3 mm.

❖ **Nettoyage de la machine à détourer**

Pour assurer le bon fonctionnement de la machine, il est fortement conseillé de la nettoyer et d'enlever au moins une fois par jour les déchets éventuels causés par les opérations effectuées par la machine. Et c'est ainsi qu'on pourra éviter le temps d'arrêts coûteux et prolonger la durée de vie de la machine.

Conclusion

En conclusion, nous avons pris une connaissance globale de la machine à détourer type BSU 650, c'est un outil indispensable dans le domaine de l'industrie de la fabrication. Elle permet d'avoir une pièce bien découpée prête à être mise en service.

Dans le chapitre suivant nous allons faire une étude technologique de la machine à détourer type BSU 650.

**CHAPITRE II : ETUDE TECHNOLOGIQUE DE LA
MACHINE A DETOURER BSU 650**

Introduction

Les machines industrielles sont des équipements complexes, qui utilisent une combinaison de systèmes électrique mécanique et pneumatique pour fonctionner.

Dans ce chapitre nous allons mettre à découvert les principes de fonctionnement des différents systèmes qui font fonctionner la machine à détourer BSU650 et explorer les différents composants qui la constituent.

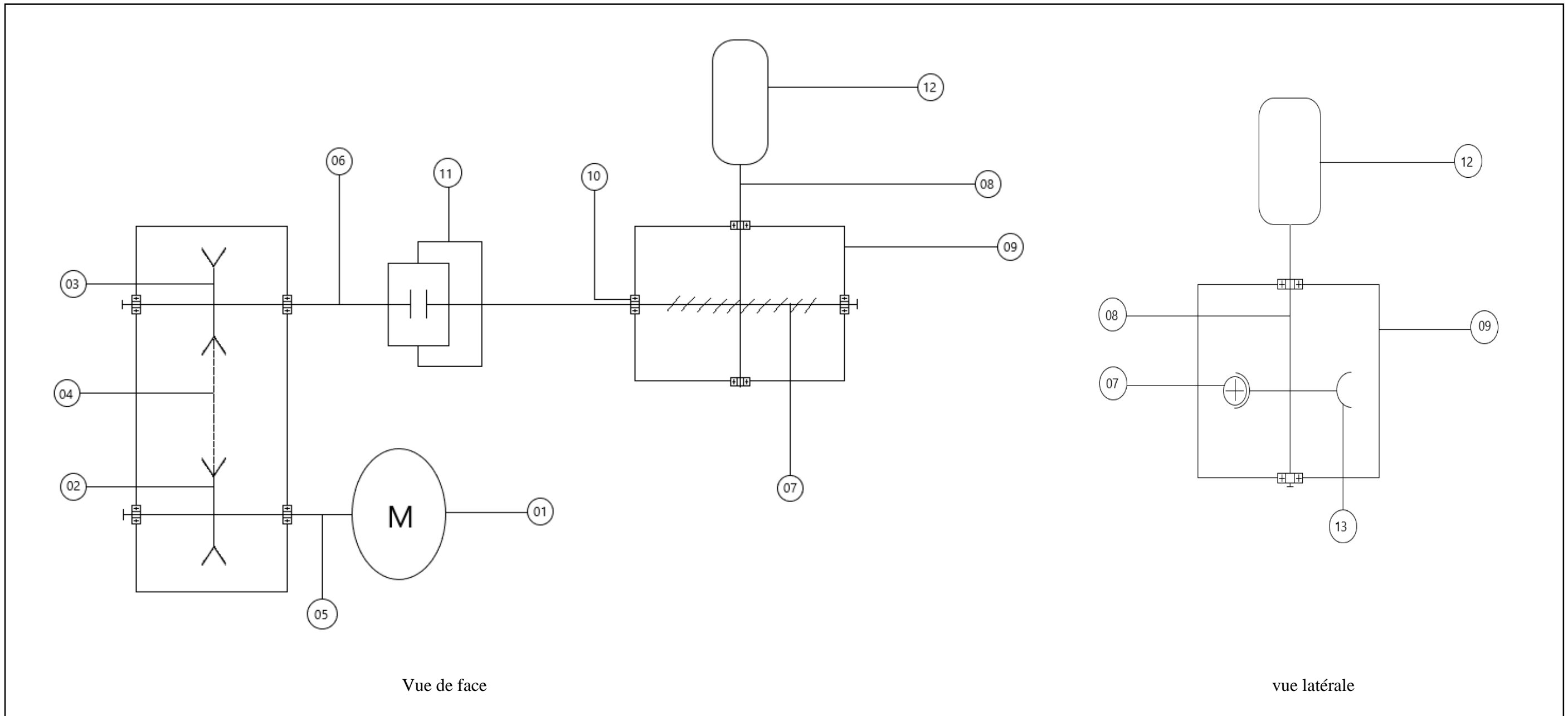
PARTIE I : ETUDE DE LA PARTIE MECANIQUE

Introduction

La transmission mécanique est un élément essentiel dans le domaine de l'ingénierie mécanique, liée à la conversion d'énergie et au mouvement mécanique. Elle joue un rôle important dans le transfert et la transformation du mouvement entre des parties distinctes d'un système, tout en adaptant de manière experte le couple et la vitesse entre les éléments moteurs et entraînés. Les machines industrielles modernes utilisent souvent des engrenages pour une transmission de puissance efficace et des rapports de vitesse précis entre les arbres.

Cette partie vise à comprendre les opérations mécaniques du dispositif tout en identifiant et en définissant le composant responsable de la transmission du mouvement du point de départ au point final.

II.1.1 Schéma cinématique de la machine à détourer BSU 650



Numéro de la pièce	Désignation	Numéro de la pièce	Désignation	Numéro de la pièce	Désignation
01	Moteur	06	Arbre de sortie 1	11	Embrayage
02	Poulie motrice	07	Vis sans fin	12	Broche
03	Poulie réceptrice	08	Arbre de sortie 2	13	Roue dentée
04	Courroie trapézoïdale	09	Réducteur de vitesse		
05	Arbre moteur	10	Roulement		

Figure II.1: Schémas cinématique

❖ Principe de fonctionnement

Le démarrage du moteur (01) entraîne la poulie motrice (02) par l'intermédiaire de l'arbre moteur (05). La poulie motrice transmet le mouvement de rotation à la poulie réceptrice (03) par l'intermédiaire de la courroie trapézoïdale (04). La poulie menée entraîne avec elle l'arbre de sortie 1 (06), le moteur tourne à vide.

Après le déclenchement de l'embrayage électromagnétique (11), l'énergie de rotation passe au réducteur de vitesse (09) (composé de la vis sans fin et de la roue dentée) qui la transmet à l'arbre de sortie 2 (08), pour enfin atteindre la broche (12), cette dernière commencera à tourner et entraîne avec elle la pièce à usiner.

II.1.2 Les systèmes de transmission mécanique

Les systèmes de transmission mécanique sont chargés de transférer l'énergie mécanique d'un composant à un autre, en préservant le type du mouvement d'origine (rotation à rotation ou translation à translation). Ce transfert peut être effectué soit par contact direct entre les deux parties, soit par un élément intermédiaire, comme une courroie ou une chaîne.

Il existe plusieurs systèmes de transmission mécanique, à savoir :

- Le système de poulie et de courroie
- Les roues dentées et chaînes
- Les engrenages (les roues dentées)
- Les roues de friction
- Système de roues et vis sans fin

La machine à détourer BSU 650 est dotée de deux systèmes de transfert du mouvement mécanique, qui sont le transfert par le système de poulie-courroie à section trapézoïdal, et par le système de roues et vis sans fin.

II.1.2.1 Transmission par poulie courroie

Le système de poulie-courroie est un système de transmission mécanique qui utilise une courroie en boucle pour transmettre le mouvement et la puissance entre deux poulies. Les poulies sont des roues, certaines ont des rainures en V ou en U sur leur surface, qui permettent à la courroie de s'adapter et de rester en place. La courroie est généralement fabriquée en caoutchouc ou en polyuréthane et peut être renforcée avec des fibres synthétiques pour augmenter sa résistance. Lorsque la poulie motrice tourne, elle entraîne la courroie qui fait tourner la poulie menée.

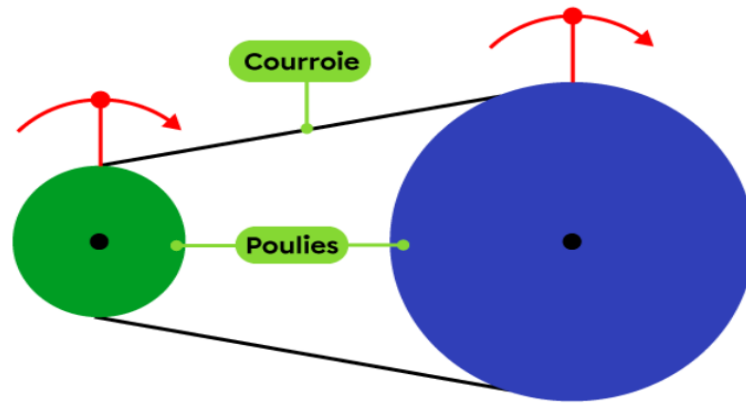


Figure II.2: Système poulie-courroie

a) Les poulies

Etant un dispositif mécanique élémentaire, la poulie permet la transmission du mouvement d'un point à un autre. C'est une pièce en forme de roue souvent avec une jante conçue pour recevoir un lien souple avec une corde, un câble, une courroie ou une chaîne. Certaines ont des rainures en V ou en U sur leurs surfaces qui permettent à la courroie de s'adapter et de rester en place.

b) Les courroies

Les courroies sont des liens flexibles utilisés pour la transmission d'efforts moyens entre arbres parallèles ou non, séparés par des espaces plus ou moins grands.

Les courroies utilisées en pratique existent en différentes formes de section transversale, on distingue la rectangulaire mince (courroie plate), la ronde, la trapézoïdale (de type normal ou étroit) et la crantée. [2]

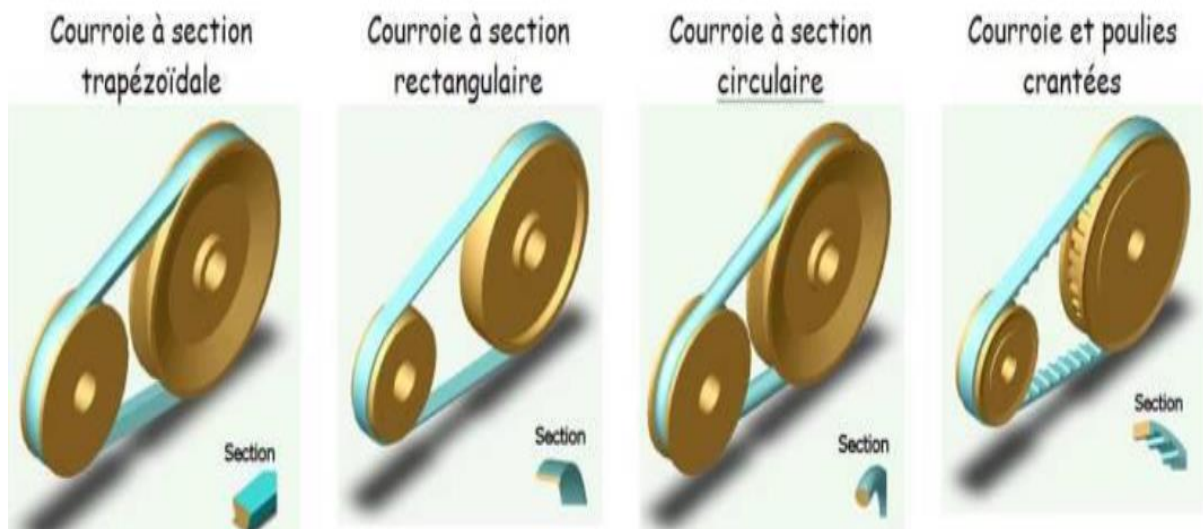


Figure II.3: Les différents types de courroies. [2]

II.1.2.2 Transmission par roue et vis sans fin

Un système de roue et de vis sans fin est composé d'une vis sans fin comportant un filetage hélicoïdal et d'une roue dentée. Pour transmettre le mouvement, le filet de la vis sans fin s'emboîte dans les dents de la roue dentée.

La particularité de ce type de liaison réside dans la possibilité d'en faire une liaison irréversible. Selon l'angle d'hélice : la vis peut entraîner la roue, mais la roue ne peut pas entraîner la vis.

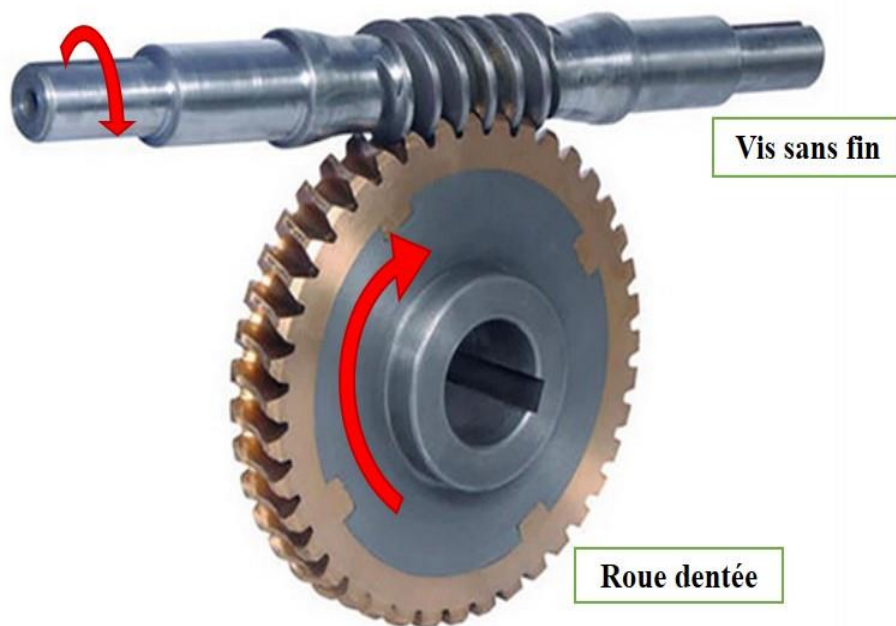


Figure II.4: Système roue et vis sans fin.

II.1.3 Réducteur de vitesse

Généralement, lors de la transmission du mouvement d'un moteur à un élément donné pour le mettre en état de marche, la vitesse est constante (rapport de vitesse égal à 1), mais s'il y'a besoin que la machine réceptrice marche à une vitesse inférieure à la vitesse du moteur (rapport de vitesse inférieur à 1), il faut mettre en place un système de réduction de cette dernière.

Il existe plusieurs types de réducteurs de vitesse, notamment les réducteurs à couple conique, les réducteurs à roue et vis sans fin, les réducteurs par poulie courroie.

La détoureuse BSU 650 est dotée d'un réducteur à roue et vis sans fin et d'un réducteur par poulie-courroie.

II.1.3.1 Le réducteur par poulie-courroie

Le rapport de réduction est déterminé par le diamètre des poulies. Si la poulie motrice est plus grande que la poulie menée, le rapport sera inférieur à 1, ce qui se traduit par une diminution de vitesse de rotation et d'une augmentation du couple. A l'inverse, si la poulie motrice est plus petite que la poulie menée, le rapport sera supérieur à 1, ce qui entraîne une augmentation de la vitesse et une diminution du couple.

Le rapport de transmission :
$$R = \frac{N_D}{N_d} = \frac{\omega_D}{\omega_d} = \frac{d}{D} = \frac{C_d}{C_D}$$

Avec :

N_D : Vitesse de la grande poulie [tr /min]

N_d : Vitesse de la petite poulie [tr /min]

ω_D : Vitesse angulaire de la grande poulie [rad /s]

ω_d : Vitesse angulaire de la petite poulie [rad /s]

d : Diamètre d'enroulement de la petite poulie

D : Diamètre d'enroulement de la grande poulie

C_d : Le couple de la petite poulie [N.m]

C_D : Le couple de la grande poulie [N.m]

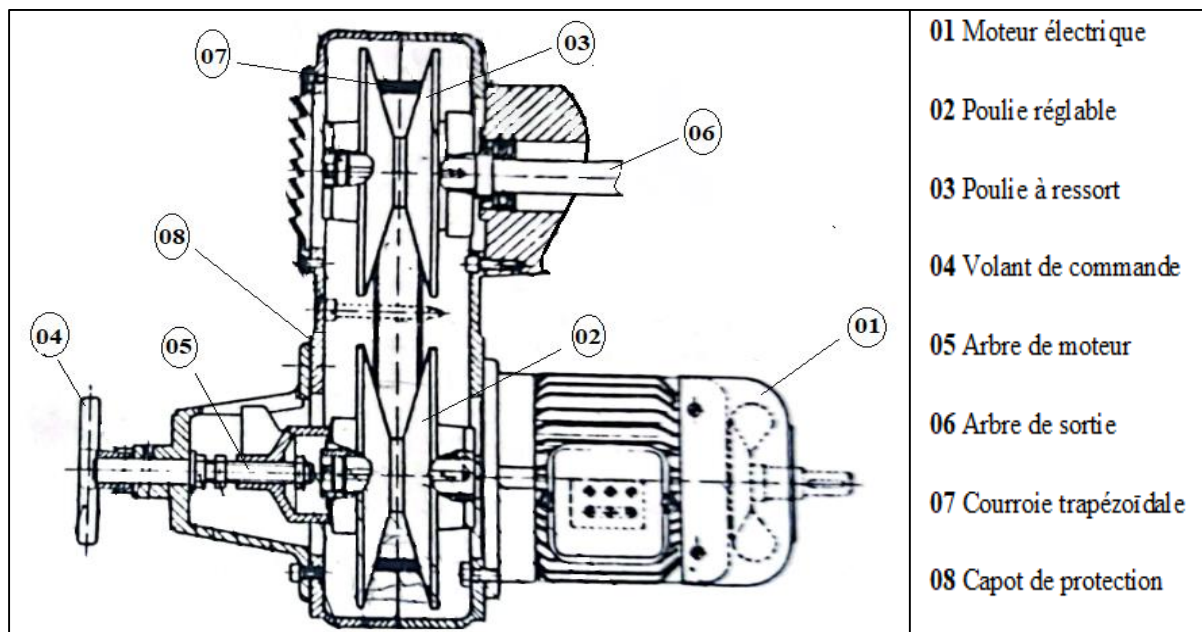


Figure II.5: Réducteur par poulie-courroie de la machine à détourer BSU 650. [1]

La machine à détourer type BSU 650 contient une poulie réglable manuellement (02), qui ne nécessite aucun entretien, elle est montée sur le capot de protection (08), pendant qu'une deuxième poulie réglable (03) commandée par ressort, est fixée sur l'arbre de sortie (06) du réducteur de vitesse, la transmission de la puissance est réalisée par une courroie trapézoïdale large (07).

Le réglage de la vitesse ne doit être effectué qu'avec un moteur en marche, afin d'éviter la détérioration des organes de commande et de la courroie trapézoïdale.

II.1.3.2 Le réducteur par roue et vis sans fin

Le réducteur par roue et vis sans fin est un dispositif utilisé pour réduire la vitesse il est composé d'une roue dentée et d'un vis sans fin qui s'engrènent ensemble. Lorsque la vis tourne elle fait tourner la roue dentée, réduisant ainsi la vitesse de sortie par rapport à la vitesse d'entrée. Ces engrenages permettent de grands rapports de réduction jusqu'à 1/200, et offrent des possibilités d'irréversibilité. [3]

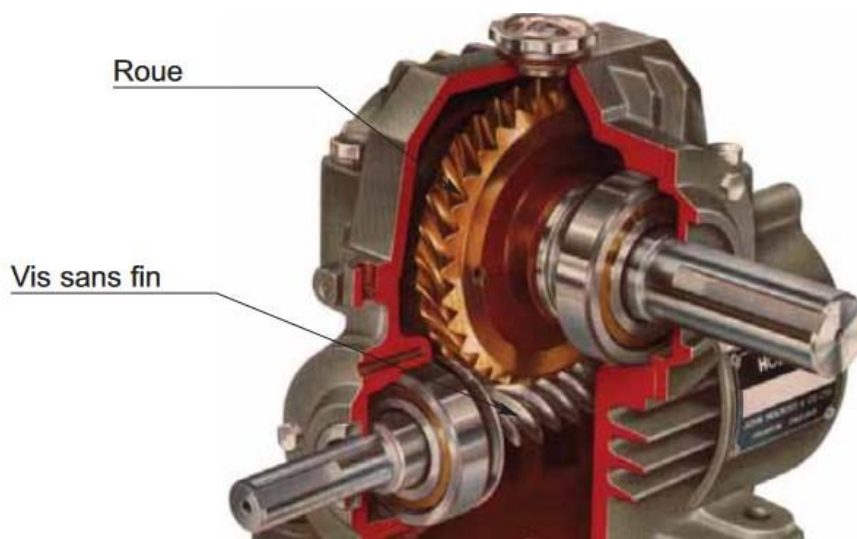


Figure II.6: Réducteur à roue et vis sans fin.

$$\text{Rapport de transmission : } R = \frac{N_R}{N_V} = \frac{Z_V}{Z_R} = \frac{C_V}{C_R} \quad \text{où} \quad \frac{N_R}{N_V} \neq \frac{d_V}{d_R}$$

Avec :

N_R : vitesse de la roue en [tr/min]

N_V : vitesse de la vis en [tr/min]

Z_R : Nombre de dent de la roue.

Z_V : Nombre de filet de la vis sans fin.

C_R : Le couple de la roue [N.m]

C_V : Le couple de la vis [N.m]

d_R : Diamètre de la roue [mm]

d_V : Diamètre de la vis [mm]

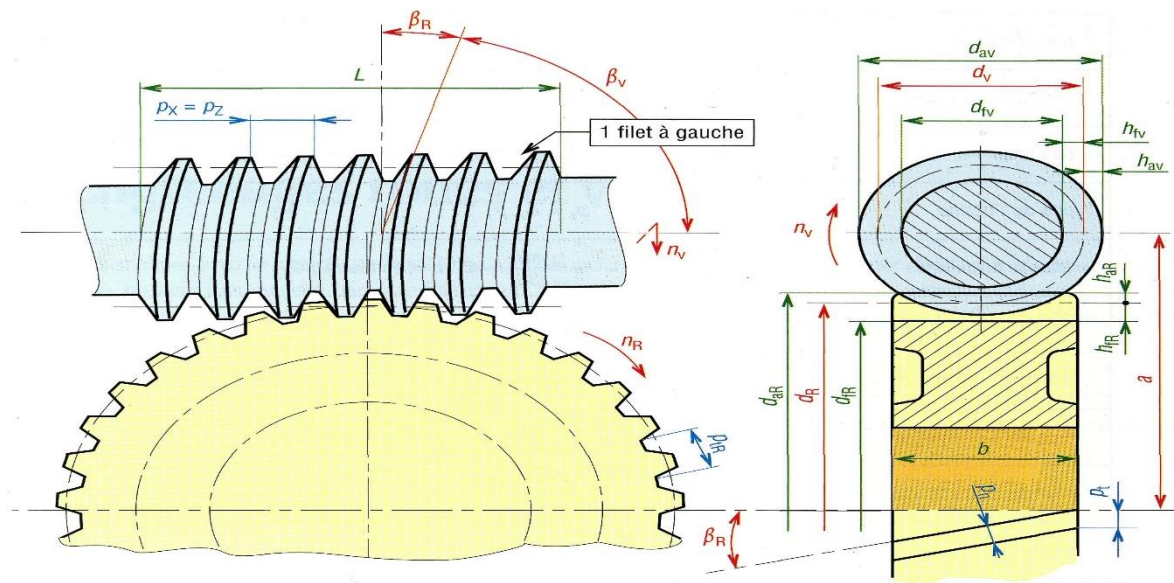


Figure II.7: Principaux paramètres du système roue et vis. [17]

1) Avantages

- Transmission sans à-coups ni vibrations.
- Transmission de couples importants sous fréquence de rotation élevée.
- Durée de vie plus importante.
- Irréversibilité très fréquente.
- Rapport de transmission très important sous un encombrement très réduit.

2) Inconvénients

- Un rendement plus faible que pour les autres types d'engrenages : $0,3 < \eta$
- Échauffement lors du fonctionnement continu en charge.
- Nécessité absolue d'une lubrification abondante, souvent par huile.
- Présence d'un effort axial très important sur la vis se répercutant sur les paliers de guidage.

II.1.4 Les accouplements

L'Accouplement mécanique est une pièce indispensable dans la transmission. Il existe différents types d'accouplements mécaniques. Leur utilisation dépend de la forme d'alignement des arbres. Il faut faire attention quant au choix de l'installation du coupleur.

La fonction principale de l'accouplement mécanique est de lier deux éléments mobiles d'un appareil tournant tout en rattrapant une certaine perte d'alignement ou de jeux.

L'accouplement mécanique est surtout utile à établir une liaison entre deux pièces en rotation placées dans l'allongement l'une de l'autre afin de garantir la transmission du couple. D'autres accouplements sont utilisés pour réparer les défauts d'alignement des arbres.

Il existe différentes formes d'accouplements sur le marché : Les accouplements rigides, élastiques, flexibles, à soufflet, à denture métallique et les accouplements à membranes.

Les accouplements permettent à deux éléments de tourner ensemble même s'ils ne se trouvent pas dans le même alignement.

Généralement, les arbres ne se trouvent pas sur un même axe. Ils peuvent être concourants ou parallèles. L'accouplement permet de laisser tourner le moteur à un élément rotatif. Cela entraîne le mouvement rotatif de ce dernier. De plus, les accouplements sont aussi utilisés pour corriger l'écart d'angle entre deux axes. En effet, ils diminuent les vibrations et les chocs. Il peut également y avoir une différence de vitesse de rotation entre les deux pièces. Dans ce cas, les accouplements mécaniques permettent de joindre les deux éléments tout en leur permettant de garder chacun leur vitesse. Il existe deux catégories d'accouplements mécaniques : l'accouplement mécanique rigide et l'accouplement mécanique flexible.

- L'accouplement mécanique rigide sert à faire relier deux arbres bien alignés. L'accouplement mécanique rigide ne peut pas tourner avec deux arbres qui ne s'alignent pas sur un même axe. En effet, l'accouplement rigide est utilisé avec deux arbres dont la circulation doit être parfaitement alignée.

- Par contre, les accouplements mécaniques flexibles sont utilisés pour raccorder deux arbres non alignés. Ils permettent ainsi de fixer deux éléments qui ne sont pas parallèles. Ils sont utilisés pour amortir les vibrations ainsi que pour réduire le bruit produit par les roulements. L'accouplement mécanique flexible pallie aussi le réchauffement des pièces. Il contribue également à atténuer les effets des chocs qui peuvent se manifester.

Le choix de l'accouplement mécanique dépend de plusieurs facteurs. [18]

La machine à détourer BSU 650 contient un accouplement rigide nommé l'embrayage.

II.1.4.1 L'embrayage

Basés sur les propriétés du frottement, les embrayages réalisent l'accouplement, ou le désaccouplement, de deux arbres au gré d'un utilisateur ou d'un automatisme, après les avoir amenés à la même vitesse de rotation.

Ils ne supportent pas ou très peu les défauts d'alignement et peuvent être classés à partir de la forme des surfaces frottant (disque, cylindrique, conique) et de l'énergie du système de commande (mécanique, hydraulique, électromagnétique, pneumatique). [3]

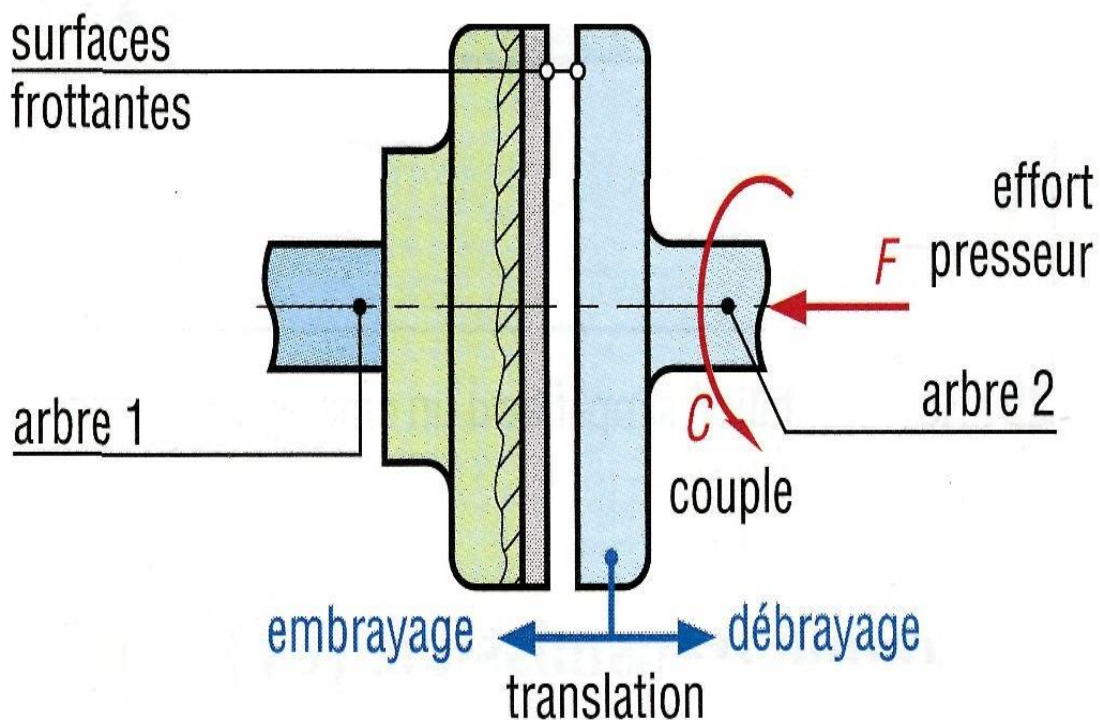


Figure II.8: Principe d'un embrayage. [19]

II.1.4.2 Le frein

Les freins fonctionnent de la même manière que les embrayages mis à part que l'un des arbres, fixe, sert de base pour arrêter progressivement le second par absorption de l'énergie cinétique des masses mobiles. Cette énergie est transformée en chaleur puis dissipée dans l'air ambiant. [3]

II.1.4.3 L'embrayage et frein électromagnétique [20]

Les principes de fonctionnement des embrayages et des freins électromagnétiques sont très similaires.

A. Embrayages électromagnétiques

Le stator (1) contient la bobine (2), constituée de fils de cuivre et surmoulée d'une résine synthétique. L'embrayage est actif lorsqu'une tension est appliquée aux bornes de la bobine. Le champ magnétique généré attire l'armature (4) contre le moyeu côté entrée (7) par l'intermédiaire de la garniture de friction (3). Il y a alors transmission du couple entre l'entrée et la sortie.

Lorsque la bobine n'est plus alimentée, le moyeu côté sortie (6) n'est plus en liaison avec le moyeu côté entrée. Le ressort de rappel (5) remet l'armature en position de repos, c'est-à-dire sans liaison avec le moyeu côté entrée.

B. Freins électromagnétiques

Le stator (1) contient la bobine (2), constituée de fils de cuivre et surmoulée d'une résine synthétique. Lorsqu'une tension est appliquée aux bornes de la bobine, le champ magnétique généré attire l'armature (4) contre la garniture de friction (3), permettant de transmettre un couple de freinage sur le moyeu côté sortie (6). Lorsque la bobine n'est plus alimentée, le ressort de rappel (5) remet l'armature en position de repos.

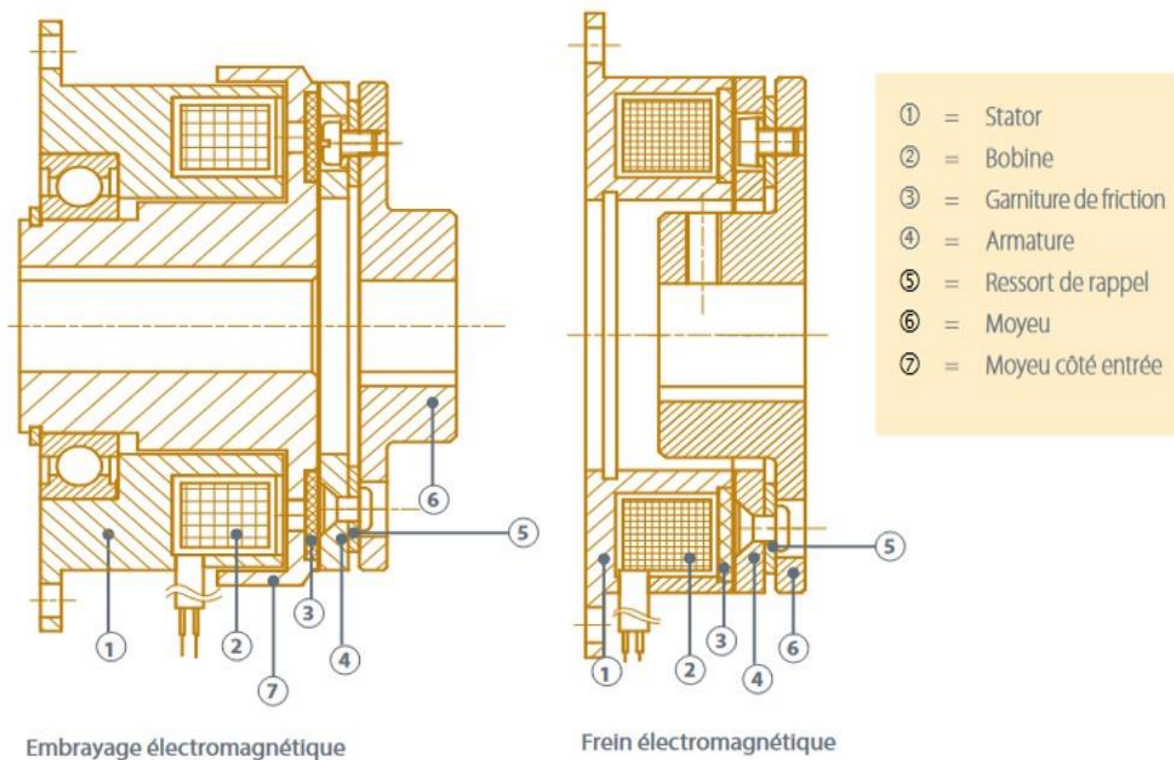


Figure II.9: Constitution d'un embrayage/frein électromagnétique.

II.1.5 Les organes de guidages

Le guidage est un ensemble de mécanismes conçu pour diriger un organe le long d'une trajectoire spécifique.

L'ingénierie mécanique consiste à diriger le mouvement d'un composant mobile par rapport à un composant fixe, suivant une trajectoire distincte sous l'influence d'une force ou d'un couple.

Ce processus de guidage est classé en différents types, selon la nature du mouvement du membre mobile, qu'il s'agisse d'un mouvement de rotation ou de translation.

- Guidage cylindrique.
- Guidage sur galet.
- Guidage lisse.
- Guidage par roulement.

❖ Guidage par roulements

Un roulement comprend divers composants tels que des billes, des rouleaux ou des aiguilles. Ces éléments sont positionnés entre une bague intérieure qui guide l'arbre et une bague extérieure qui situe le roulement dans l'alésage. Une cage d'espacement est utilisée pour maintenir des intervalles cohérents entre les éléments roulants, si nécessaire.

01 Bague extérieure, logement du roulement

02 Bague intérieure : liée à l'arbre

03 Cage : assure le maintien des éléments roulants

04 Eléments roulants, situés entre les deux bagues

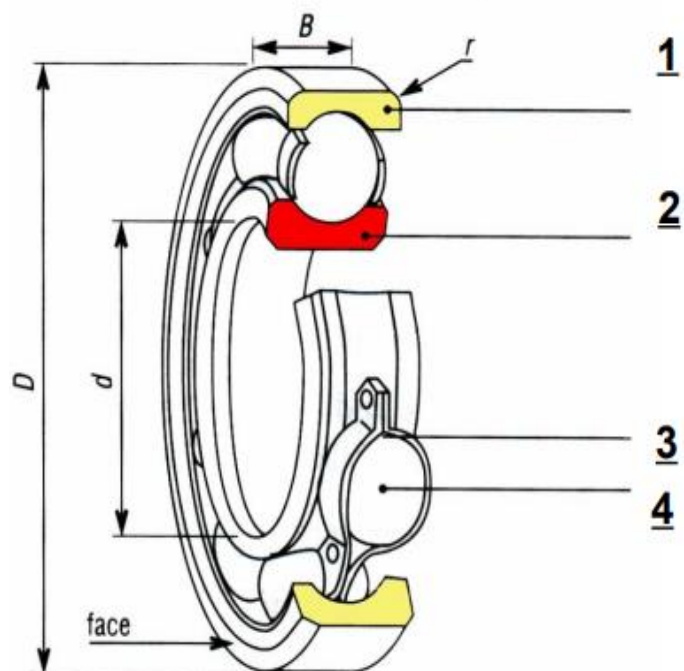


Figure II.10: Constitution du roulement.

1. Types de roulements [4]

Il existe plusieurs types de roulements, les quatre types principaux sont :

- Les roulements à billes
- Les roulements à rouleaux cylindriques
- Les roulements à rouleaux coniques
- Les roulements à aiguilles.

a. Les roulements à billes

Ces roulements supportent des charges radiales et axiales relativement importantes. Ils exigent une bonne co-axialité des portées de l'arbre d'une part et des alésages des logements d'autre part.

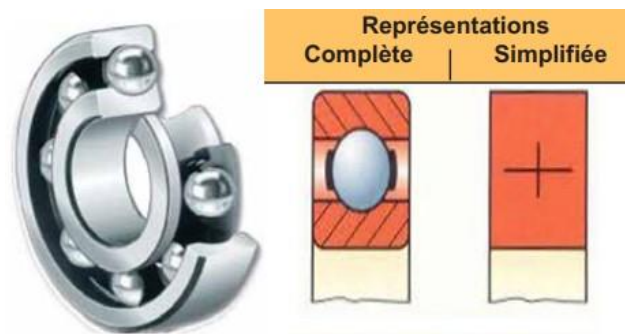


Figure II.11: Roulement à billes.

b. Les roulements à rouleaux cylindriques

Ces roulements supportent des charges radiales élevées mais aucune charge axiale. Ils conviennent pour de grandes fréquences de rotation. Ils exigent une très bonne co-axialité des portées.

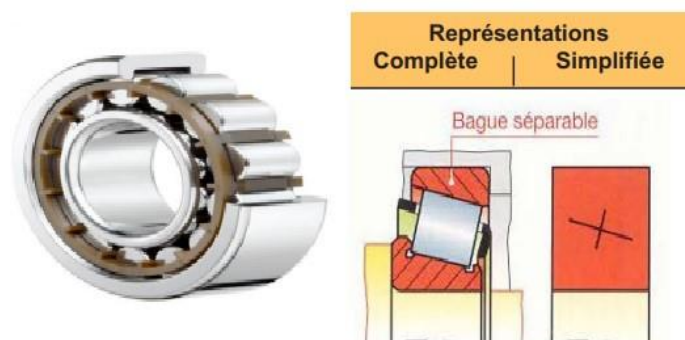


Figure II.12: Roulement à rouleaux cylindriques.

c. Les roulements à rouleaux coniques

Ces roulements supportent des charges axiales relativement importantes dans un seul sens et des charges axiales et radiales combinées.

Du fait de leur structure particulière, ces roulements doivent être montés par paire et en opposition. Ils travaillent en opposition mutuelle. Ils offrent la possibilité de régler le jeu de fonctionnement par translation axiale relative entre les deux bagues.

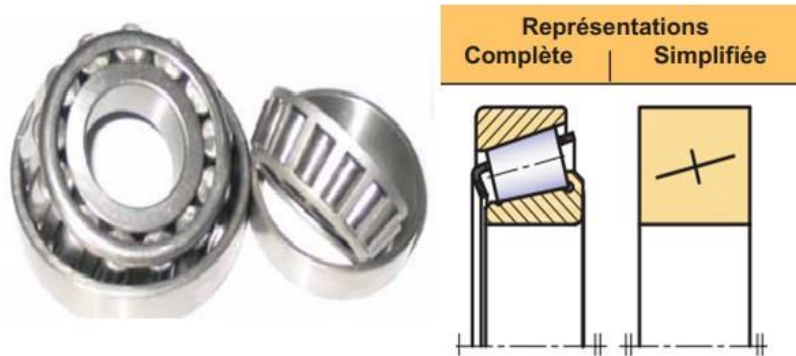


Figure II.13: Roulement à rouleaux coniques.

d. Les roulements à aiguilles

Les roulements à aiguilles supportent des charges radiales importantes sous un encombrement relativement réduit.

Comme les roulements à rouleaux cylindriques comportant une bague sans épaulement, les roulements à aiguilles ne supportent aucune charge axiale.

Ils exigent une très bonne co-axialité des portées de l'arbre et une très bonne co-axialité des alésages des logements.



Figure II.14: Roulement à rouleaux coniques.

2. Lubrification des roulements

Les lubrifiants sont des matériaux qui sont toujours présents dans le contact entre deux solides. Le choix du lubrifiant est un facteur essentiel pour assurer un bon fonctionnement et une longue durée d'utilisation des roulements.

Un lubrifiant permet :

- La séparation des surfaces en contact ce qui empêche le contact direct des solides et donc le frottement puis l'usure.
- Protéger les surfaces principalement contre les réactions chimiques avec l'environnement (oxydation, corrosion).
- Evacuer du contact les débris (particules d'usure ou autres), la chaleur générée, etc.

La lubrification des roulements peut être effectuée par le graissage ou des huiles.

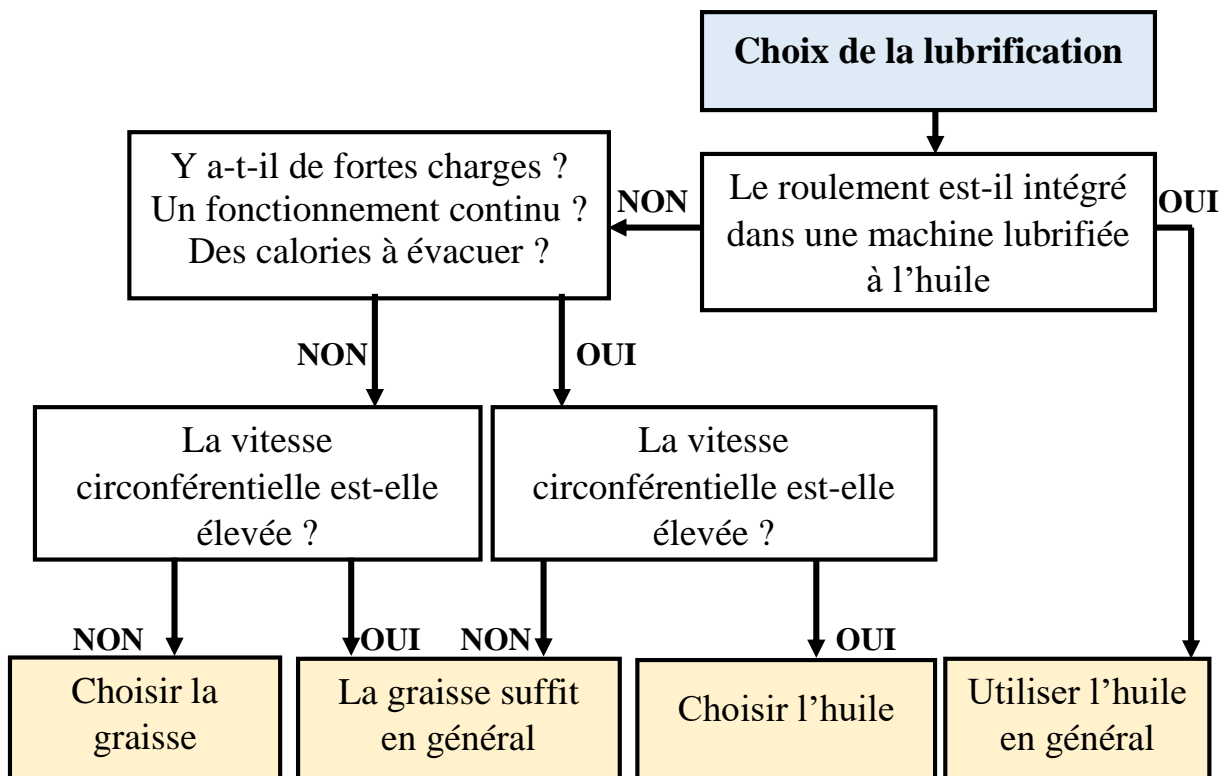


Figure II.15: Organigramme pour choix du mode de lubrification. [3]

a. La lubrification à la graisse

La lubrification à la graisse est économique et relativement simple. Elle protège les roulements contre la corrosion, assure une certaine étanchéité en s'opposant à l'entrée des impuretés et permet un démarrage doux.

b. La lubrification à l'huile

La lubrification à l'huile est utilisée dans les cas suivants :

- Vitesse très élevée.
- Paliers très chargés.
- Température très élevée.

PARTIE II : ETUDE DE LA PARTIE ELECTRIQUE**Introduction**

Les machines industrielles comportent souvent un système électrique, il permet de fournir l'énergie nécessaire pour actionner les différents composants et permettre leur fonctionnement afin d'assurer la création de produits d'utilité.

Dans cette partie du chapitre nous allons définir les différents dispositifs électriques présents dans la machine à détourer BSU650, ainsi que leur rôle dans son fonctionnement.

II.2.1 Branchement électrique

La machine est reliée à un secteur triphasé de 380V et de 50Hz. Elle comporte deux tableaux de commande qui se trouvent sur le bâti force motrice, ils sont reliés à l'armoire de commande électrique, le premier sert pour le réglage préliminaire et le deuxième pour la commande automatique.

Toutes les commandes se trouvent dans l'armoire électrique, sur la même porte se trouve un interrupteur principal de l'opération "marche" et "arrêt" de la machine qui joue aussi le rôle de verrouilleur de la porte dès que la commande est mise en marche.

II.2.2 Fonction des éléments de commande

La machine comporte des commandes complémentaires et des signaux lumineux.

Tableau II.1: Fonction des éléments de commande.

Elément		Désignation
Les boutons poussoirs	S1	Arrêt d'urgence
	S3	Mise en marche en position de départ
	S4	Arrêt du moteur
	S5	Mise en service du moteur
	S6	Ouverture de porte de protection
	S7	Fermeture de porte de protection
	S9	Vérin en position haut
	S10	Vérin en position bas
Interrupteur à pied	S8	Déclenchement du cycle de travail
	S11	Départ de l'embrayage
	S12	Avancement du coulisseau porte-couteau
Commutateur	S2	Commutateur de position (manuel et automatique)
Les signaux lumineux	H1	Détection de défauts
	H2	Position de départ
	H3	Le moteur en marche

II.2.3 Le schéma du circuit électrique et son principe de fonctionnement

Le schéma de circuit électrique est un dessin qui représente la configuration et la connexion des différents composants d'un circuit électrique, il permet de comprendre facilement les éléments et les chemins empruntés par le courant électrique. (Voir l'annexe N°1)

❖ Principe de fonctionnement

1. Circuit de puissance

- Fermeture manuelle de Q1, mise en marche de la commande.
- Fermeture du disjoncteur de protection F1.
- Fermeture de K1.
- Mise sous tension du moteur.

2. Circuit de commande

On met le commutateur à sélection en position 1 (commande manuelle).

- Excitation de la bobine 1K2.
- Fermeture des contacts 1K2 (13-14/23-24/33-34/43-44).

❖ Impulsion sur (S3)

- Excitation de la bobine 1K3 par 1K2 (13-14).
- Auto alimentation de 1K3 par 1K3 (13-14).
- Fermeture des contacts 1K3 (13-14/23-24).

- la lampe (H2) s'allume (Position de départ).
- ❖ Impulsion sur le bouton (S5)
 - Excitation de la bobine K1.
 - Auto alimentation de K1 par K1 (13-14).
 - Fermeture du contact K1 (43-44).
 - (H3) s'allume (Le moteur en marche).
- ❖ Impulsion sur (S4)
 - Désexcitation de la bobine K1.
 - Ouverture des contacts K1 (13-14/43-44).

GRILLE DE PROTECTION

- ❖ Impulsion sur (S7)
 - Excitation de la bobine 1K5.
 - Auto alimentation de 1K5 par 1K5 (23-24).
 - Fermeture des contacts 1K5 (1 3-14/33-34/43-44).
 - Ouverture du contact 1K5 (71-72).
 - Excitation de l'électrovanne (YPB) la grille de protection en position bas par le contacte 1K5 (33-34).
 - Désexcitation de l'électrovanne (YPH) par le contact 1K5 (71-72).
- ❖ Impulsion sur (S6)
 - Désexcitation de la bobine 1K5.
 - Ouverture des contacts 1K5 (13-14/23-24/33-34/43-44).
 - Fermeture du contact 1K5 (71-72).
 - Désexcitation de l'électrovanne (YPB).

DISPOSITIF DE SERRAGE :

- ❖ Impulsion sur (S10)
 - Excitation de la bobine 1K8 par 1K2 (33-34).
 - Auto alimentation de 1K8 par 1K8 (23-24).
 - Ouverture du contact 1K8 (71-72).
 - Fermeture des contacts 1K8 (13-14/33-34).
 - Excitation de l'électrovanne (YDB) le dispositif de serrage descend en position inferieure par 1K8 (33-34).
 - Désexcitation de l'électrovanne (YDH) par 1K8 (71-72).

- ❖ Impulsion sur (S9)
 - Désexcitation de la bobine 1K8.
 - Ouverture des contacts 1K8 (13-14/23-24/33-34).
 - Fermeture du contact 1K8 (71-72).
 - Excitation de l'électrovanne (YDH) le dispositif de serrage en position supérieure.
 - Désexcitation de l'électrovanne (YDB) par 1K8 (33-34).

EMBRAYAGE ET FREINAGE

- ❖ Impulsion sur (S11)
 - Excitation de la bobine 1K11 par 1K1 (71-72).
 - Fermeture des contacts 1KM11(13-14/23-24) [Embrayage couplé, la broche commence sa rotation].
 - Ouverture des contacts 1K11(51-52/61-62) [Freinage éliminé].

COULISSEAU PORTE-COUTEAU

- ❖ Impulsion sur (S12)
 - Excitation de l'électrovanne (YG) [Le coulisseau porte-couteau en position de coupe].

L'ARRET

- Par impulsion sur (S1) [La machine s'arrête].

On met le commutateur à sélection en position 2 (commande automatique).

- Excitation de la bobine 1K1.
- Fermeture des contacts ouverts 1K1 (13-14/23-24/33-34).
- Ouverture des contacts fermés 1K1 (61-62/71-72).
- ❖ Impulsion sur S3
 - Excitation de la bobine 1K3 par 1K1 (13-14).
 - Fermeture des contacts de l'auto maintien 1K3 (13-14/23-24).
 - Fermeture de fin de course (1S1) à contact détecteur de niveau (position haut).
 - Excitation de la bobine 1K4.
 - Fermeture des contacts ouverts 1K4 (3-4/13-14).
 - Ouverture du contact fermé 1K4 (1-2).
 - La lampe H2 s'allume ce qui indique que la machine est en position de départ.
- ❖ Action sur le bouton poussoir (S5)
 - Fermeture du disjoncteur ouvert F1 (23/24).

- Excitation de la bobine K1.
- Auto alimentation de K1 par K1 (13-14).
- Fermeture des contacts K1 (1-2/3-4/5-6/43-44).
- (H3) s'allume (le moteur en marche).
- ❖ Action sur l'interrupteur à pied (S8) (le cycle de travail déclenché)
 - Excitation de la bobine 1K14.
 - Fermeture instantanée du contact 1K14 (13-14).
 - Excitation de la bobine K5 par 1K14 (13-14).
 - Auto alimentation de 1K5 par 1K5 (13-14) et 1K13 (51-52).
 - Ouverture du contact 1K5 (71-72).
 - Fermeture des contacts ouverts 1K5 (23-24/33-34/43-44),
 - Désexcitation de l'électrovanne (YPH) par le contact 1K5 (71-72).
 - Excitation de l'électrovanne (YPB) [la grille de protection en position bas].par 1K5 (33-34).
 - Excitation de 1K7 par (1S2) le contact de fin de course de détection de niveau (position bas).
 - Fermeture des contacts ouverts 1K7 (13-14/23-24).
 - Excitation de 1K9 et 1K10 par les contacts 1K1 (33-34) ,1K7 (23-24), 1K13 (71-72).
 - Excitation de la bobine 1K8 par les contacts 1K7 (13-14). 1K5 (43-44).
 - Auto alimentation de 1K8 par 1K8 (13-14) ,1K13 (61-62).
 - Fermeture des contacts 1K8 (23-24/33-34).
 - Ouverture du contact 1K8 (71-72).
 - Excitation de l'électrovanne (YDB) dispositif de serrage en position bas par le contact 1K8 (33-34).
 - Désexcitation de l'électrovanne (YDH) par le contact 1K8 (71-72) verrouillage électrique
- ❖ Après temporisation.
 - Fermeture du contact temporisée au travail K9 (47-48).
 - Excitation de la bobine 1K11.
 - Fermeture des contacts 1K11 (13-14/23-24) couplage de la broche [Embrayage couplée].
 - Ouverture des contacts 1K11 (51-52/61-62) [freinage éliminé /verrouillage électrique].
 - La broche tourne
 - Fermeture du contact temporisée au travail 1K10 (47-48).

- Excitation de l'électrovanne (YG) le coulisseau porte-couteau en avant.
- Excitation de la bobine 1K12 par le contacte 1K9 (47-48).
- ❖ Après temporisation temps de coupe
 - Fermeture du contact temporisée 1K12 (47-48) au travail.
 - Excitation de la bobine 1K13 (couplage de la pièce).
 - Auto alimentation de 1K13 par 1K13 (13-14).
 - Le compteur compte le nombre de pièces.
 - Ouverture des contacts 1K13 (51-52/61-62/71-72).
 - Désexcitation de la bobine 1K5 par le contact 1K13 (51-52).
 - Ouverture des contacts 1K5 (13-14/23-24/33-34/43-44).
 - Fermeture du contact 1K5 (71-72).
 - Désexcitation de l'électrovanne (YPB) par le contact 1K5 (33-34).
 - Excitation de l'électrovanne (YPH) par le contact 1K5 (71-72) [la grille de protection en position haute].
 - Désexcitation de la bobine 1K8 par le contact 1K13 (61-62).
 - Ouverture des contacts 1K8 (13-14/23-24 /33-34).
 - Fermeture du contact 1K8 (71-72).
 - Excitation de l'électrovanne (YDH) par le contact 1K8 (71-72) [dispositif de serrage en position haute].
 - Désexcitation de l'électrovanne (YDB) par le contact 1K8 (33-34).
 - Verrouillage électrique.
 - Désexcitation des bobines 1K9 et 1K10 par le contact 1K13 (71-72).
 - Ouverture des contacts temporisée 1K9 et 1K10.
 - Désexcitation des bobines 1K11 et 1K12 par 1K9 (47-48).
 - Ouverture des contacts 1K11 (13-14/23-24) [découplage de la broche].
 - Fermeture des contacts 1K11 (51-52/61-62) [freinage de la broche (verrouillage électrique)].
 - Désexcitation de l'électrovanne (YG) (le coulisseau porte-couteau) en arrière par le contact temporisée 1K10.
 - Ouverture du contact temporisée 1K12.
 - Désexcitation de le bobine 1K13 par le contact temporisée 1K12.
 - Ouverture du contact 1K13 (13-14).
 - Fermeture des contacts 1K13 (51-52/61-62/71-72).
 - Retour de la machine à l'état initial.

II.2.4 Repérage des appareils dans un schéma développé

Tableau II.2: Repérage des appareils dans un schéma développé.

Désignation	Repère
Moteur	M
Condensateur	C
Transformateur	T
Contacteur de puissance	KM
Alternateur	G
Batterie d'accumulateur	
Générateur	
Résistance	R
Résistance variable	
Varistance	
Thermistance	
Potentiomètre	
Shunt	
Appareils mécaniques de connexion pour circuit de puissance	
Sectionneur	Q
Disjoncteur	
Interrupteur-sectionneur	
Appareils mécaniques de connexion pour circuit de commande	
Interrupteur-sélecteur	S
Interrupteur de position	
Bouton poussoir	
Commutateur	
Contacteurs et relais auxiliaires	
Contacteur et relais auxiliaire temporisés	KA
Auxiliaire et contacteur à accrochage	
Relais polarisé	
Dispositifs de protection	
Relais thermique	F
Relais magnétique	
Relais magnétothermique	
Coupe-circuit à fusible	
Parafoudre	
Appareils mécaniques actionnés électriquement	
Electroaimant	Y
Electrovanne	
Embrayage	
Frein électromécanique	
Avertisseurs	
Lumineux	H
Sonore	

II.2.5 Appareillage électrique

II.2.5.1 Dispositifs de protection

1) Les disjoncteurs

Le disjoncteur est un appareil de connexion électrique de protection, il joue le rôle d'interrupteur donc il peut s'ouvrir et se fermer, il consiste à interrompre le courant automatiquement dans les conditions normales et anormales en cas d'incendie ou autre incident dans un circuit électrique protégeant les personnes et les biens contre les risques électriques.

Il existe trois (03) catégories de disjoncteurs :

- a. **Disjoncteur général** : Généralement thermique ; conçu pour protéger l'installation contre les surcharges ou court-circuit.
- b. **Disjoncteur divisionnaire** : Tout comme le disjoncteur général et différentiel, le disjoncteur divisionnaire est également conçu pour assurer la protection du circuit électrique.
- c. **Disjoncteur différentiel** : conçu pour interrompre le courant en cas de fuite de courant et protège de la surcharge et du court-circuit, utilisé généralement dans des endroits où il y a un risque d'humidité ou de contact avec l'eau.

2) Les fusibles

Les fusibles sont des dispositifs de protection contre le court-circuit et les surcharge. Conçus sous forme d'un cylindre, lorsque le courant dépasse une certaine limite, le filament dans le cœur du fusible fond et interrompt le flux du courant.

Il existe plusieurs types de fusibles comme :

- a. Fusible à lame.
- b. Fusible à cartouche.
- c. Fusible à vis.
- d. Fusible de sécurité.



Figure II.16: Les différents types de fusibles.

3) Les relais

Les relais sont des dispositifs électriques qui protègent le circuit électrique de la surcharge et de la surintensité. Ils jouent le rôle d'interfaçage entre le circuit de commande et le circuit de puissance. On compte deux (02) types de relais :

- a. **Relais thermiques** : conçus pour protéger le moteur contre les surcharges, ils mesurent sa température, si elle dépasse une certaine limite, ils coupent l'alimentation jusqu'à ce que le moteur refroidisse.
- b. **Relais électromagnétiques** : Ce sont des organes qui assurent la fonction des commutateurs, ils distribuent le courant de la partie puissance à la partie commande.

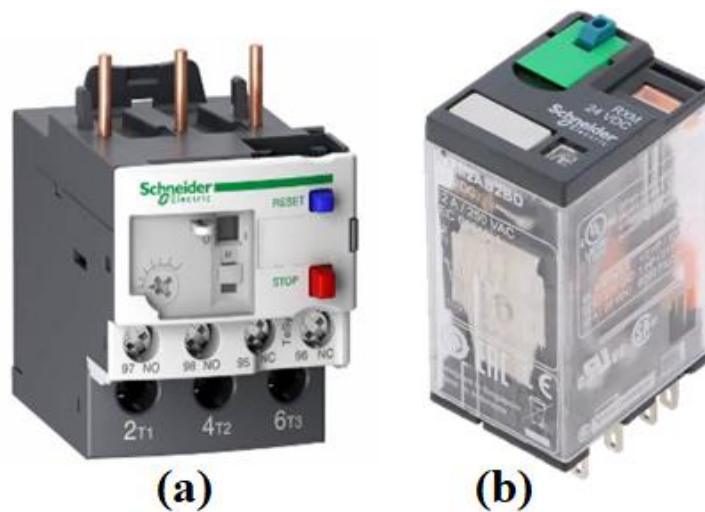


Figure II.17: Exemple de relais de marque Schneider (a) relais thermique (b) relais électromagnétique.

II.2.5.2 Dispositifs de commande

1) Sectionneur

Un sectionneur est un dispositif mécanique de connexion qui permet d'isoler un circuit électrique de son alimentation. Il assure le rôle de sécurité en cas de défaillance ou de travaux de maintenance sur le réseau afin d'éviter tout accident.

Il existe plusieurs types de sectionneurs, ils peuvent être classés en deux catégories :

Sectionneur basse tension : Utilisé pour isoler les équipements électriques là où les tensions sont inférieures à 1000V, elles se trouvent souvent dans des bâtiments et dans les installations industrielles.

Sectionneur haute tension : il est souvent utilisé dans des centrales électriques où les tensions sont supérieures à 1000V.

2) Contacteur

Un contacteur est un type spécial d'interrupteurs électromagnétiques qui commute l'alimentation à l'aide d'un interrupteur à arc. Il est capable d'établir, de maintenir et d'interrompre le courant. Il a l'avantage d'être contrôlable à distance.



Figure II.18: Un contacteur.

❖ Constitution [5]

- a. **Pôles ou contacts principaux :** Les pôles sont les contacts qui permettent d'établir et d'interrompre le courant dans le circuit de puissance. Le pôle est défini par les valeurs nominales de courant et de tension qui caractérisent en partie le contacteur.
- b. **Contacts auxiliaires :** Les contacts auxiliaires insérés dans le circuit de commande sont destinés à assurer l'auto alimentation, les asservissements, le verrouillage des contacteurs dans les équipements. Il existe deux types de contacts :
 - Les contacts à fermeture
 - Les contacts à ouverture
- c. **L'électro-aimant :** Il est composé d'un bobinage de cuivre et d'un circuit magnétique feuilleté composé d'une partie fixe et d'une partie mobile. Lorsque l'électro-aimant est alimenté, la bobine parcourue par le courant alternatif crée un champ magnétique canalisé par le circuit magnétique provoquant le rapprochement de la partie mobile et ainsi la fermeture des contacts.

❖ Accessoires

- a. **Bloc auxiliaire temporisé :** Il contient des contacts auxiliaires temporisés à la fermeture ou bien à l'ouverture. Si le retard a lieu après l'alimentation du pré-actionneur duquel ils sont dépendants, il s'agira de temporisation au travail. Si le retard a lieu après la coupure du pré-actionneur duquel ils sont dépendants, il s'agira d'une temporisation au repos. [5]

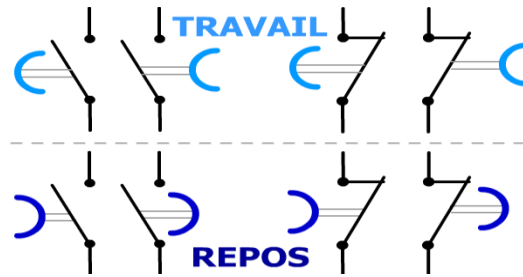


Figure II.19: Temporisations au travail et au repos.

b. Dispositif de condamnation mécanique

L'activation simultanée de deux commutateurs de verrouillage est interdite par cet appareil.

c. **Blocs auxiliaires instantanés** : Ces blocs additifs peuvent être utilisés dans la commande s'il y a 2 ou 4 contacts immédiats.



Figure II.20: Blocs auxiliaires instantanés à 4 contacts.

3) Commutateur

Le commutateur est un interrupteur qui permet de choisir entre plusieurs états actifs d'un appareil donc il est destiné à couper, à rétablir, à inverser le sens du courant électrique, ainsi qu'à le distribuer à volonté dans différents circuits. Il existe des commutateurs universels, commutateurs-inverseurs, commutateurs de couplage et des commutateurs à plusieurs pôles.[6]

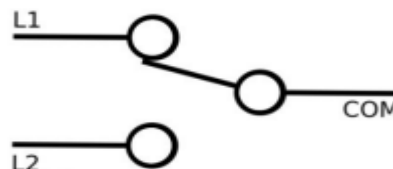


Figure II.21: Symbole d'un inverseur.

II.2.6 Moteur asynchrone

Dans le domaine de l'industrie, de nombreux types de moteurs sont utilisés (asynchrones, synchrones, à courant continu, etc.) pour gérer les nombreux processus opérationnels dans l'entreprise.

Dans notre cas d'étude on se limitera à définir le moteur asynchrone triphasé qui est utilisé dans la machine à détourer BSU 650. (Voir l'annexe N°2)

a. Constitution

Le moteur est composé de deux parties séparées par un entrefer.

Le stator ou inducteur : c'est la partie fixe et immobile du moteur où est connectée l'alimentation électrique. Une carcasse en fonte, acier ou aluminium, renferme une couronne de tôles minces (de l'ordre de 0,5 mm d'épaisseur) en acier ou en silicium. Les tôles sont isolées entre elles par oxydation ou par un vernis isolant. Le « feuilletage » du circuit magnétique réduit les pertes par hystérésis et par courants de Foucault. Les tôles sont munies d'encoches dans lesquelles prennent place les enroulements statiques destinés à produire le champ tournant (trois enroulements dans le cas moteur triphasé). Chaque enroulement est constitué de plusieurs bobines. Le mode de couplage de ces bobines entre elles définit le nombre de paires de pôles du moteur, donc la vitesse de rotation. [7]

Le rotor ou induit : C'est l'élément mobile du moteur. Il est constitué d'un empilage de tôles minces isolées entre elles et forment un cylindre claveté sur l'arbre du moteur. Cet élément, de par sa technologie, permet de distinguer deux familles de moteurs asynchrones : ceux dont le rotor est dit « à cage », et ceux dont le rotor bobiné est dit « à bagues ». [7]

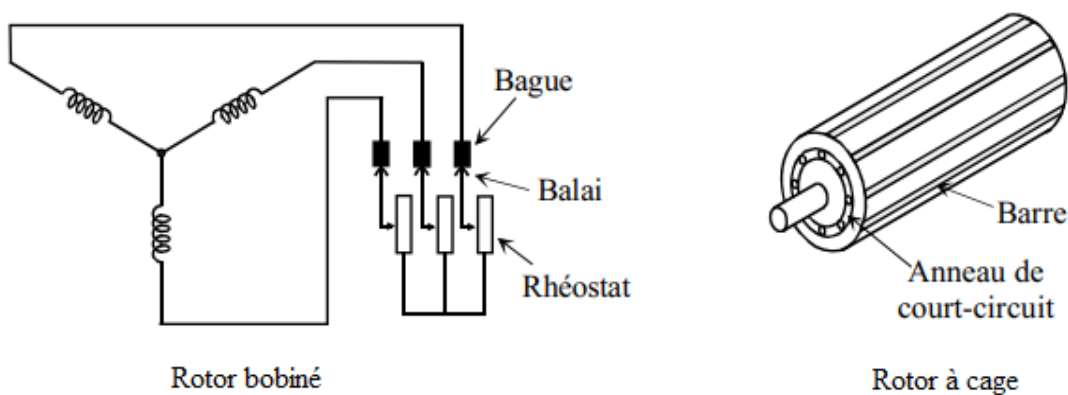


Figure II.22: Rotor bobiné et rotor à cage.[8]

b. Symboles

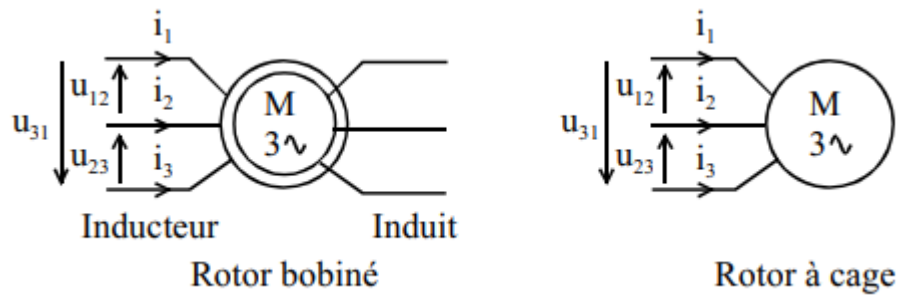


Figure II.23: Symboles du moteur asynchrone. [8]

c. Plaque signalétique

La plaque signalétique indique des paramètres de moteur, comme la puissance utile, le facteur de puissance, la vitesse de rotation et la fréquence d'utilisation.

La tension la plus faible est la tension nominale supportée par un enroulement du stator (ici 220 V). Cette donnée permet de définir le couplage suivant le réseau dont on dispose. Une plaque à bornes permet de réaliser le couplage.

On compare cette tension (ici 220V) à celle de la tension composée du réseau :

- Si la tension du moteur est inférieure à celle du réseau donc ça sera un couplage étoile.
- Si la tension du moteur est égale à celle du réseau alors ça sera un couplage triangle.

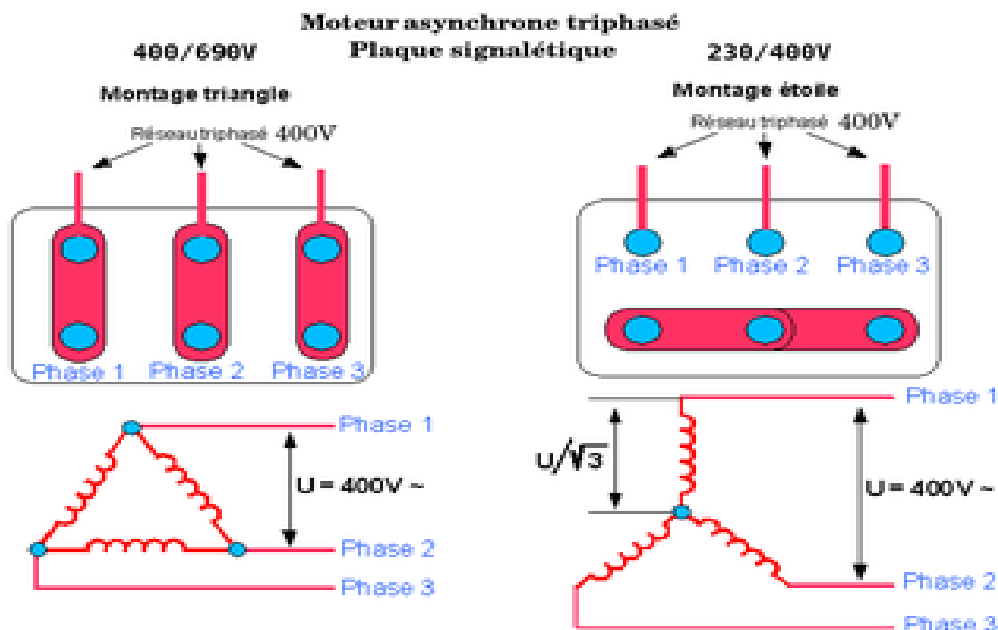


Figure II.24: Les couplages des moteurs asynchrones (Etoile et triangle).

II.3 PARTIE III : ETUDE DE LA PARTIE PNEUMATIQUE

Introduction

La partie pneumatique d'une machine est très importante pour son bon fonctionnement, elle est une méthode de transmission à distance basée sur la pression.

Dans cette partie nous allons étudier le schéma pneumatique et définir les éléments du système pneumatique présents dans la machine à détourer BSU 650 et comprendre comment ils contribuent à son fonctionnement.

II.3.1 Schéma du circuit pneumatique et son principe de fonctionnement

Un circuit pneumatique industriel est représenté schématiquement par des symboles conventionnels normalisés, son rôle est de donner un moyen pratique et simple de représentation d'une installation pneumatique. (Voir l'annexe N°3)

❖ Principe de fonctionnement

Une fois que la machine est correctement installée, elle peut être mise en service.

Le raccordement de la machine au secteur air comprimé coté usine, doit être effectué avec un flexible d'au moins 14mm de diamètre intérieur, pour un fonctionnement parfait de la machine, il faut qu'un débit d'au moins 20 L/min à une pression de 6bar soit assuré.

Le fonctionnement pneumatique de la machine se présente comme suivant :

➤ Position de repos

- Le vérin **Z1** (grille de protection) tige rentrée.
- Grille de protection en position haut.
- Dispositif de serrage en position haut (tige du vérin **Z2** rentrée).
- Le vérin du coulisseau porte-couteau en position initiale (tige du vérin **Z3** rentrée).
- L'éjecteur pneumatique en position initiale.

➤ Position de marche

- ↳ Envoi d'un signal sur le pilotage (**a**) du distributeur (**Y1.2**), le distributeur alimente le vérin **Z1**.
- La grille de protection est fermée : la vitesse aller est réglée par le réducteur de débit (**1.1**). Le retour de la tige du vérin **Z1** est obtenu par la commande à pied.
- La grille de protection en bas : le processus de travail automatique est enclenché.

- Le vérin **Z2** est mis sous pression à travers le distributeur **Y2** et le limiteur de débit **(2.1)**.
- Le vérin **Z3** est mis sous pression à travers le distributeur **Y3** et le limiteur de débit **(3.1)**.
- Pressage de la pièce par le dispositif de serrage par pression, et le coulisseau porte-couteau en position de départ.
- ↳ Quand le processus de travail est terminé, le vérin de pression et le vérin du coulisseau porte-couteau en position de départ.
- Le retour de la tige du vérin **Z2** est obtenu par la commande du pilotage **(a)** du distributeur **Y2**, la vitesse de retour est réglée par le réducteur de débit **(2.1)**.
- Le retour de la tige du vérin **Z3** est obtenu par la commande du pilotage **(b)** du distributeur **Y3**.
- ↳ Action sur la commande à pied **(4.4)**, le distributeur **(4.7)** est mis sous pression. Il alimente par le limiteur de débit **(4.1)** le vérin **Z4**, la pièce finie, légèrement soulevée sur le noyau moule.

II.3.2 Les composants du système pneumatique

Le système de transmission pneumatique est un ensemble de composants qui utilisent de l'air comprimé pour transmettre de l'énergie mécanique. Il est généralement composé d'un compresseur qui comprime l'air, de tuyaux, d'actionneurs (Les vérins) et de pré actionneurs (Les distributeurs) pneumatiques et d'accessoire de ligne qui contrôlent le débit, la qualité et la quantité de l'air comprimé.

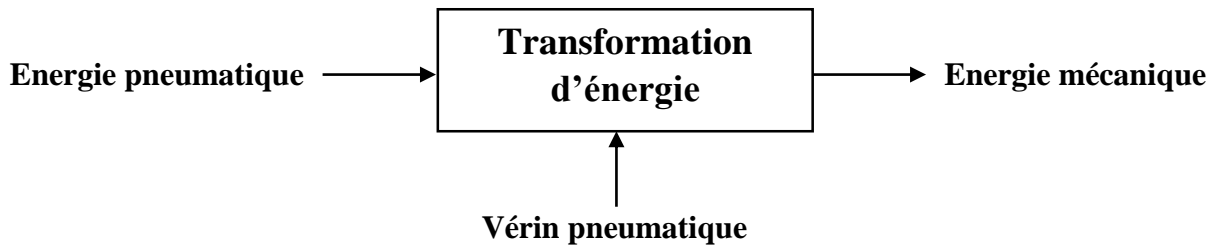
Le système pneumatique de la machine à détourer BSU 650 est doté de divers composants qui sont :

- Les vérins
- Les distributeurs
- Le groupe de conditionnement
- Le réducteur de débit unidirectionnel (RDU)
- Le clapet anti retour

II.3.2.1 Les vérins

a. Définition

Un vérin pneumatique est un actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique. Un vérin pneumatique est soumis à des pressions d'air comprimé qui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens puis dans l'autre. Les mouvements obtenus peuvent être linéaires ou rotatifs. [9]



b. Constitution d'un vérin pneumatique

Quel que soit le vérin, son type et son constructeur, il sera constitué des mêmes éléments. Il est principalement composé d'un cylindre d'un piston et d'un système de contribution d'air comprimé

Les espaces vides qui peuvent être remplis d'air comprimé s'appellent chambres. [9]

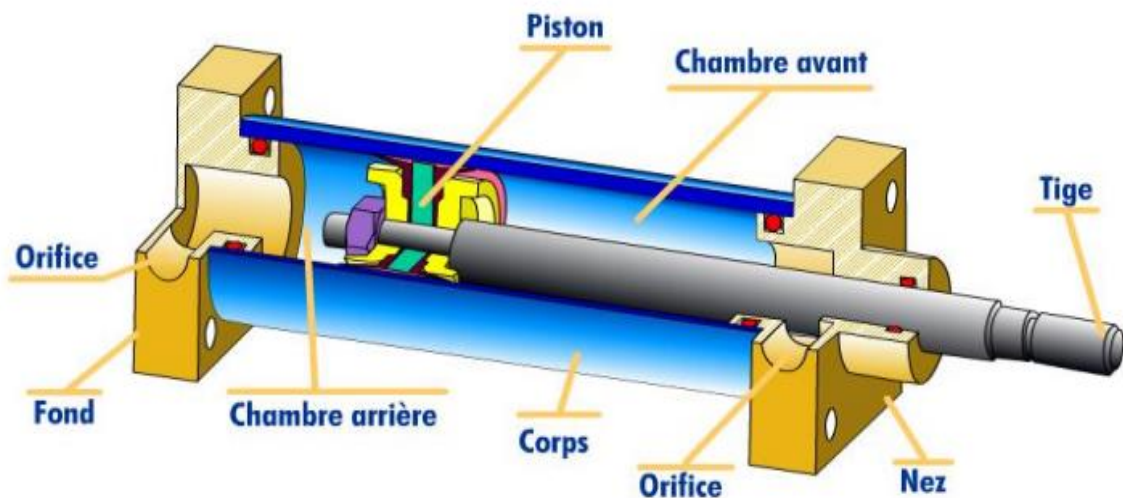


Figure II.25: Constitution d'un vérin pneumatique.

c. Classifications des vérins

Les vérins sont classés en fonction de leur conception et de leur mode de travail, ils sont répartis en deux grandes familles :

- Les vérins à simple effet
- Les vérins à double effet

1) Vérins à simple effet (VSE)

Le vérin à simple effet est un composant monostable (Stable dans une seule position). Il n'est alimenté en air comprimé que pour une seule course du piston, correspondant généralement à la sortie de la tige «course positive du vérin », son retour s'effectue sous l'action d'un ressort.

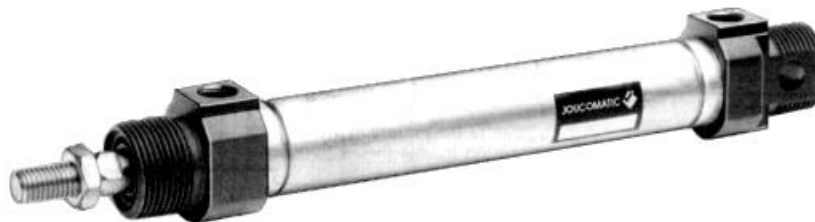
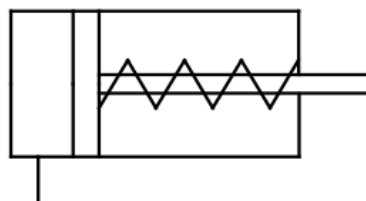


Figure II.26: Vérin à simple effet.

➤ **Symbolisation**



	<p>Course négative</p>	<p>Le ressort est relâché, le piston est en arrière. L'air comprimé est évacué à l'échappement.</p>
	<p>Course positive</p>	<p>Le ressort est comprimé, le piston est poussé vers l'avant par la pression de l'air comprimé appliqué sur sa surface.</p>

➤ Schéma de fonctionnement

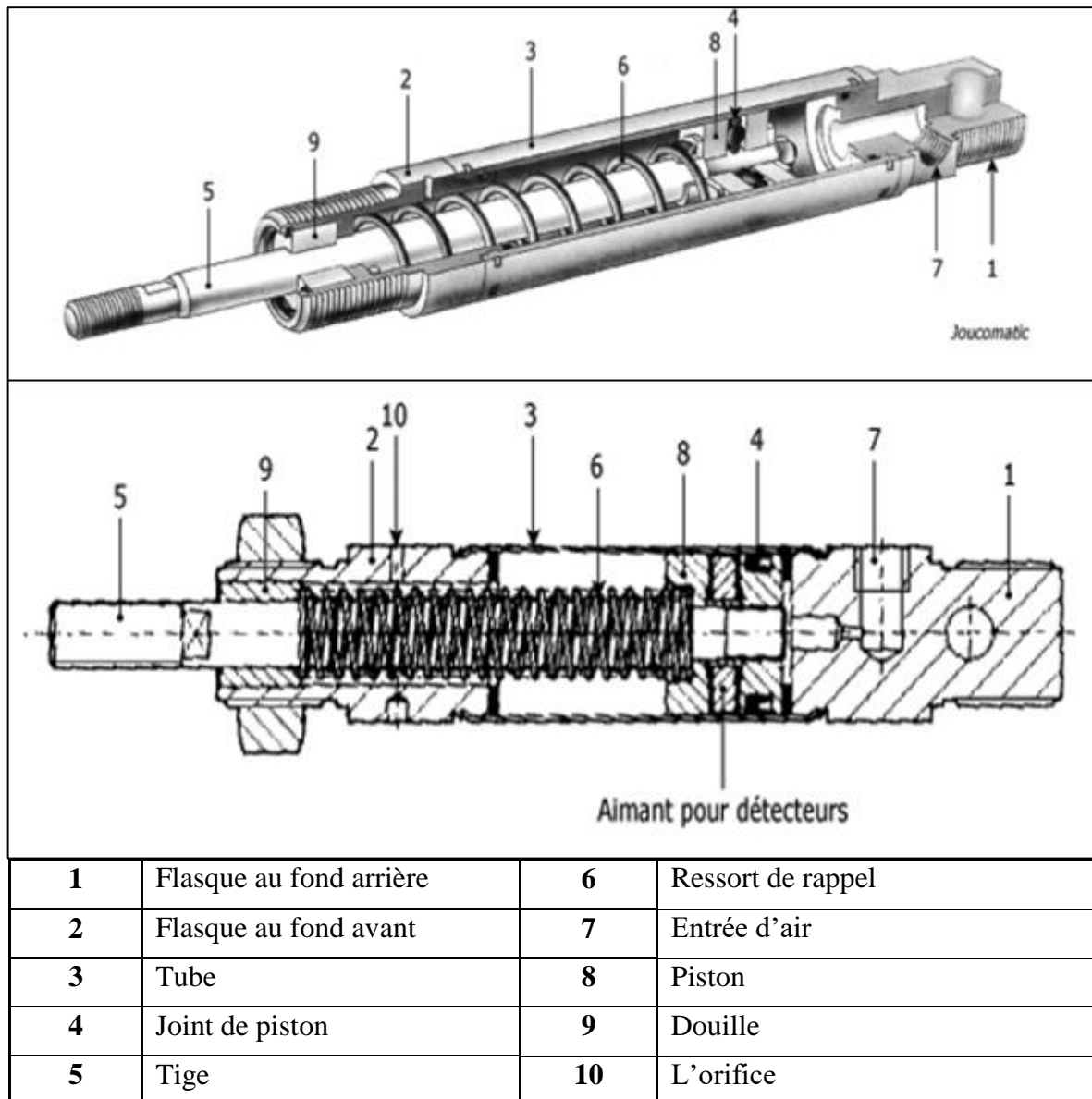


Figure II.27: Schéma de fonctionnement d'un vérin simple effet. [21]

Par l'orifice d'entrée (7) de la bride arrière (1), de l'air sous pression entre dans le cylindre (3), la tige de piston (5) commence à se déplacer vers sa position de sortie, et le cylindre (3) commence à fonctionner.

Le ressort de rappel (6) remet le piston (8) en position de départ lorsqu'un distributeur coupe l'alimentation en air. Afin d'éviter la formation d'un coussin d'air, l'orifice (10) permet le libre passage de l'air et peut être muni d'un filtre. [21]

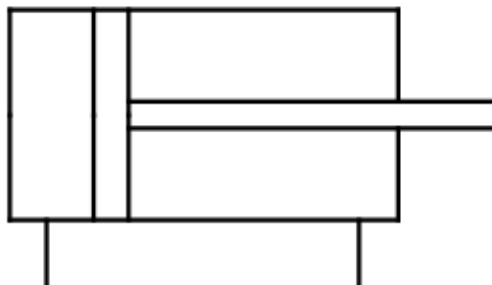
2) Vérins à double effet (VDE)

Le vérin à double effet est un composant bistable (Stable dans deux positions). Le vérin à double effet sert à engendrer un effort à la sortie ainsi qu'à l'entrée de la tige. Son emploi s'avère donc universel. Par contre sa consommation d'air est au double de celle d'un vérin à simple effet. [9]



Figure II.28: Vérin à double effet.

➤ Symbolisation



➤ Schéma de fonctionnement

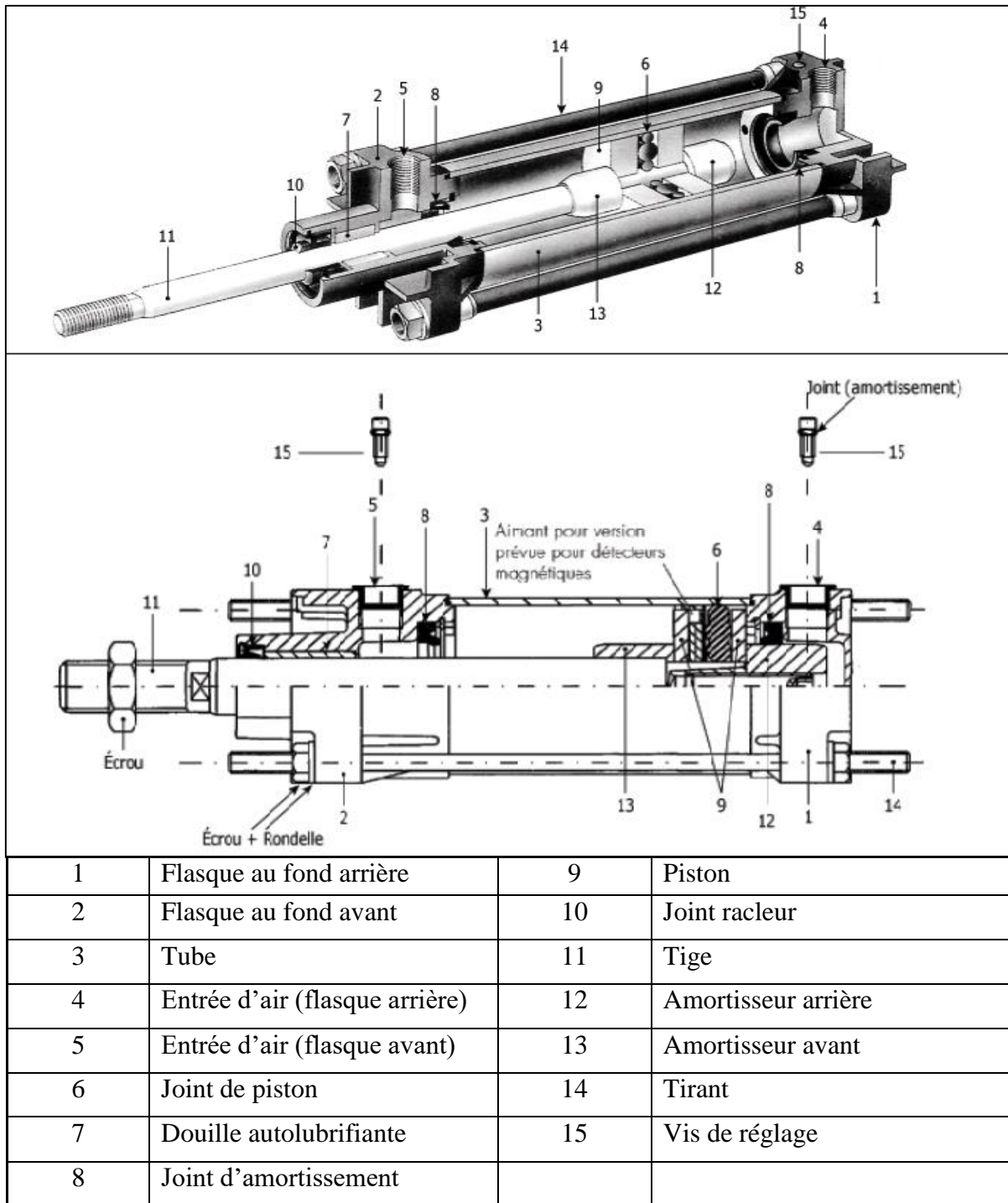


Figure II.29: Schéma de fonctionnement d'un vérin à double effet. [21]

La tige (11) émerge lorsque l'air comprimé travaille sur le piston (9) à travers la bride arrière (1). Lorsque la pression agit du côté opposé du piston par l'orifice avant (5) et permet l'évacuation de l'air piégé par l'orifice arrière (4), la tige se rétracte. [21]

II.3.2.2 Les distributeurs pneumatiques

a. Définition

Les distributeurs sont des appareils qui permettent d'orienter ou de diriger la veine fluide vers une direction donnée. Il peut être à deux, trois, quatre ou une multitude d'orifices. Les différentes positions de service sont obtenues au moyen de commandes manuelles, électriques, pneumatiques ou hydrauliques.

Le distributeur est constitué de trois parties : le corps, le tiroir et les éléments de commande et se caractérise par le nombre d'orifices, le nombre de positions, la nature de la commande, le débit et la pression maximale admissible. [10]

b. Fonctionnement

Un distributeur se caractérise par :

- Le nombre des orifices : 2, 3, 4 ou 5 (pneumatique) et A, B, P et T (hydraulique)
- Le nombre des modes de distribution ou positions : 2 ou 3.

Exemple : Un distributeur 5/2 (5 orifices et 2 position)

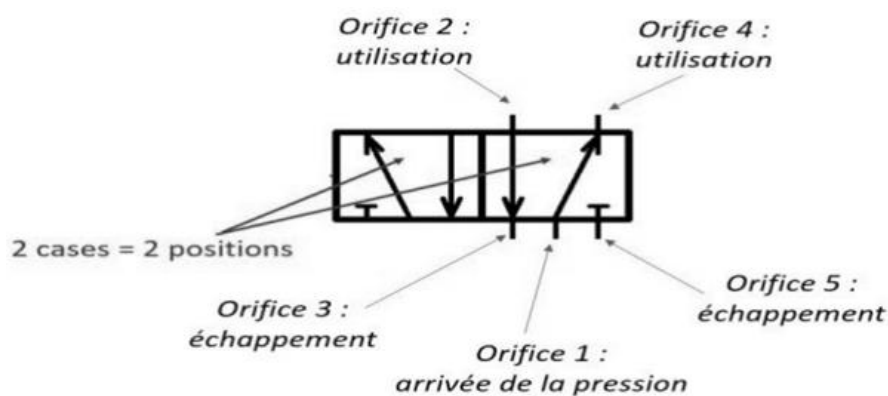


Figure II.30: Un distributeur 5/2.

- Le type de commande du pilotage assurant le changement de position : simple pilotage avec rappel par ressort ou double pilotage, avec éventuellement rappel au centre par ressort dans le cas des distributeurs à 3 positions.
- La technologie de pilotage : Hydraulique-pneumatique, électropneumatique ou mécanique.
- La technologie de commutation : clapets, tiroirs cylindriques, tiroirs plans. [10]

c. Différents types des distributeurs

Il existe plusieurs types, notamment ;

➤ **Distributeur 3/2**

Les distributeurs à 3 orifices et à 2 positions sont utilisés pour gérer le fonctionnement des récepteurs à effet unique. En outre, ils servent de capteurs de limite.

➤ **Distributeur 5/2**

Un distributeur 5/2 a deux positions de commutation mais dispose de deux orifices supplémentaires pour le travail et l'échappement d'air. Cela permet aux deux chambres d'être chargées et ventilées, permettant un contrôle total des deux côtés de l'actionneur. Avec un distributeur 5/2, un mouvement entièrement pneumatique peut être réalisé.

➤ **Distributeur 5/3**

Distributeur 5/3 est un distributeur unique qui fournit des cylindres à double effet. Il est monostable : la position de repos stable est au milieu, et deux commandes vous permettent d'ajuster la répartition à l'une des deux positions extrêmes du tiroir.

Il existe trois types différents de distributeurs 5/3, et ils peuvent être identifiés par la façon dont la position centrale est mise en place :

- Fermé au repos.
- Échappement qui est au repos.
- Pressurisé au repos.

Tableau II.3: Schéma des différents types de distributeurs.

Distributeur 3/2	Distributeur 5/2	Distributeur 5/3

d. Pilotage des distributeurs

Dans ce contexte, on parle de distributeurs à raccordement individuel (monostable) ou à raccordement double (bistable).

↪ Distributeur bistable

Le retour à la position de départ est commandé indépendamment pour les distributeurs bistables. Ces distributeurs passent au cours d'une commande courte et ne retournent pas à la position de départ, il faut une commande distincte.

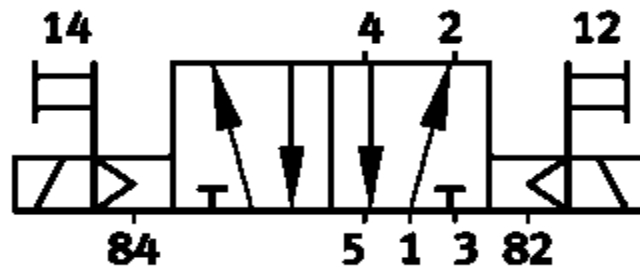


Figure II.31: Schéma de distributeur bistable.

↪ Distributeur Monostable

En ce qui concerne les distributeurs monostables, il n'existe qu'un seul contrôle dont l'activation provoque la commutation des distributeurs. Ces distributeurs doivent être pris en charge pendant le basculement. Lorsque le levier est levé, un ressort ou une pression d'air ramène automatiquement le distributeur dans sa position d'origine.

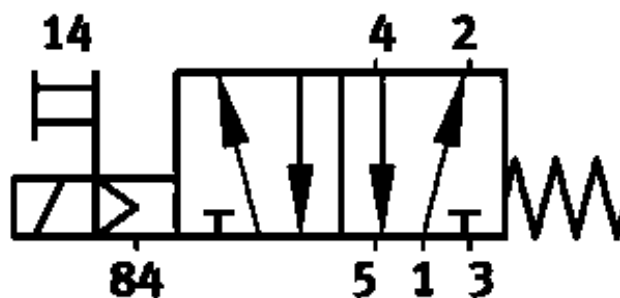


Figure II.32: Schéma de distributeur monostable.

II.3.2.3 Accessoire de ligne

a) Unité de conditionnement

Le groupe de conditionnement d'air donne la bonne pression et veille à ce que l'air qu'on utilise soit propre et lubrifié. L'air doit être filtré, séché, lubrifié et sa pression ajustée avant de pouvoir être utilisé. Pour cela une tête de ligne ou une unité de conditionnement FRL (Filtre-Régulateur-Lubrification) est installée pour adapter l'énergie pneumatique au système.

Cet ensemble est composé de trois pièces qui ont été assemblées dans un ordre particulier dans une série, comme suit :

- Un filtre utilisé pour éliminer les impuretés et l'eau condensée.
- Un Mano-régulateur utilisé pour régler la pression de l'air.
- Un lubrificateur utilisé pour réduire le glissement et arrêter la corrosion.

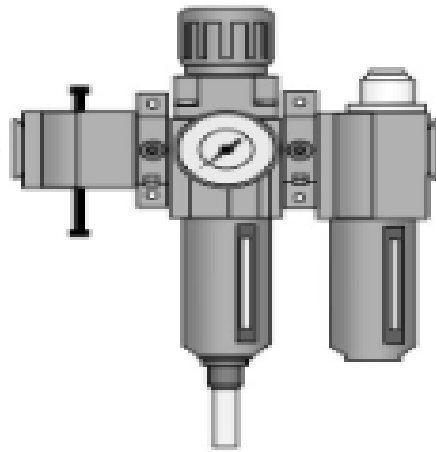


Figure II.33: Unité de conditionnement (FRL).

➤ **Symbolisation**

Filtre d'air	Régulateur	Lubrificateur d'air

b) Réducteur de débit unidirectionnel (RDU)

Les RD sont unidirectionnels, et leur but est de contrôler le flux d'air. Ils doivent permettre le passage complet de l'air dans une direction et le freinage dans l'autre.

Le passage en direction N°1 est bloqué par le clapet anti retour, qui le fait passer par l'étrangleur.

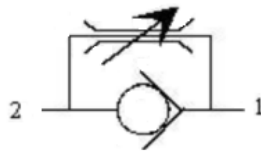


Figure II.34: Symbole du réducteur de débit (RDU).

c) Clapet anti retour

Le clapet anti retour est un dispositif qui permet au fluide de circuler uniquement dans une direction (de **A** à **B**) et empêche le passage dans le sens inverse.



Figure II.35: Symbole de clapet Anti-retour.

II.3.2.4 Le manomètre

Les manomètres les plus populaires sont pointus, ils montrent la pression présente dans un circuit d'air comprimé. Cette pression agit sur un tube mince, qui se déforme en conséquence, ordonnant à l'aiguille de dévier du centre de la jauge.

Certains manomètres numériques disposent d'une interface qui permet l'affichage de mesures sur un ordinateur ou un automate, tout comme il existe des manomètres numériques.



Figure II.36: Un manomètre.

Conclusion

Nous avons exploré les principes de fonctionnement des parties mécanique, électrique et pneumatique de la machine à détourer BSU 650, ainsi que les différents composants qui les composent.

Dans le chapitre suivant, nous aborderons la maintenance d'une manière générale ainsi que la méthode AMDEC en mettant l'accent sur son application à la machine à détourer BSU 650.

**CHAPITRE III : MAINTENANCE ET
APPLICATION DE LA METHODE AMDEC SUR LA
MACHINE A DETOURER TYPE BSU 650**

Introduction

L'industrie est confrontée à un ennemi majeur qui la défaillance du matériel industriel nécessitant une attention particulière. Pour cela, des outils de maintenance existent afin d'appliquer efficacement les bonnes pratiques. Parmi ces outils nous pouvons mentionner la méthode AMDEC qui signifie Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leurs Criticités. AMDEC est une approche systématique qui permet d'identifier et de prévenir la défaillance potentielle dans un équipement.

Dans ce chapitre nous allons plonger dans le monde de la maintenance et nous allons prêter une attention particulière à la méthode AMDEC.

PARTIE I : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

Introduction

La maintenance industrielle est un pilier fondamental pour le succès des entreprises de fabrication. Elle joue un rôle clé en optimisant la productivité, maintenant des niveaux de qualité élevés et en répondant aux besoins des clients d'une manière fiable. En investissant dans une maintenance solide, les entreprises peuvent garantir le bon fonctionnement de leurs équipements et de leurs machines.

La maintenance industrielle auparavant, était limitée aux réparations mineures ou au dépannage en réaction à des défauts. En raison des progrès technologiques récents, les outils de maintenance sont devenus beaucoup plus sophistiqués, et les nouvelles solutions de gestion de la maintenance ont simplifié considérablement le rôle du personnel sur le terrain.

III.1.1 Définition

Maintenance : D'après la norme AFNOR X60-010, la maintenance est définie comme " l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé".

Industrie : c'est l'ensemble des activités économiques qui produisent des biens matériels par la transformation et la mise en œuvre de matières premières.

Maintenance industrielle : Dans le but d'optimiser la productivité des industries, il y a nécessité d'assurer un bon fonctionnement des matériels de production d'une entreprise donnée et une durée de vie plus longue possible, pour cela, une action nommée « maintenance industrielle » est exercée sur ces matériels. Cette action de maintenance industrielle se présente sous plusieurs formes d'opérations qui peuvent être exercées sur le matériel industriel

(dépannage, inspections, visites, contrôle, révisions nettoyage graissage, réparation amélioration ...etc.).

III.1.2 Objectifs de la maintenance

Généralement, les activités de maintenance industrielle visent à :

- Atteindre la production industrielle prévue.
- Assurer les normes de qualité des produits fabriqués.
- Optimiser la durée de chaque production et des livraisons des produits finis auprès des distributeurs.
- Diagnostiquer les équipements et les machines industrielles.
- Protéger le personnel et améliorer leurs conditions de travail.

III.1.3 Différents niveaux de maintenance [11]

Le domaine de la maintenance industrielle est classé en cinq niveaux, selon la complexité de la tâche de maintenance à accomplir, au niveau de compétence requis et à l'importance des outils, de la technologie, de l'espace et des autres ressources nécessaires à une exécution réussie.

a. 1^{er} niveaux de maintenance

Il s'agit essentiellement de contrôler et de relever les paramètres de fonctionnement des machines :

- Niveau d'huile moteur
- Niveau d'eau
- Régime de moteur
- Température de l'eau de refroidissement
- Nettoyage des filtres

Ces contrôles peuvent donner suite à des interventions simples de maintenance ne nécessitant pas de réalisation d'un diagnostic de panne et de démontage.

En règle générale les interventions de 1^{er} niveau sont intégrées à la conduite des machines.

b. 2^{ème} niveaux de maintenance

Il s'agit d'opérations de maintenance préventive qui sont régulièrement effectuées sur les équipements :

- Remplacement des filtres à huile du moteur
- Analyse de liquide de refroidissement
- Vidange de l'huile du moteur
- Contrôle des points signalés pour le 1^{er} niveau
- Contrôle de batteries

Ces opérations sont réalisées par un technicien ayant fait une formation spécifique.

c. 3^{ème} niveau de maintenance

Il s'agit d'opérations de maintenance préventive, curative, de réglages et de réparations mécaniques ou électriques mineures.

Les opérations réalisées peuvent nécessiter un diagnostic de panne :

- Réglage des jeux de soupapes
- Réglage des injecteurs
- Contrôle de sécurités du moteur
- Contrôle et révision de la pompe
- Remplacement d'une bobine de commande

Ces opérations sont réalisées par un technicien spécialisé. Toutes les opérations se font avec l'aide d'instructions de maintenance et d'outils spécifiques tels que les appareils de mesure ou de calibrage.

Ces opérations peuvent conduire à des opérations de 4^{ème} niveau.

d. 4^{ème} niveau de maintenance

Il s'agit d'opérations importantes ou complexes à l'exception de la reconstruction de l'équipement :

- Déculassage (révision, rectification)
- Révision de la cylindrée
- Contrôle d'alignement du moteur/alternateur
- Changement des pôles d'un disjoncteur HT.

Les opérations sont réalisées par des techniciens bénéficiant d'un encadrement technique très spécialisé, d'un outillage général complet et d'un outillage spécifique. Elles font aussi appel à des ateliers spécialisés (rectification, réusinage).

e. 5^{ème} niveau de maintenance

Il s’agit d’opérations lourdes de rénovation ou de reconstruction d’un équipement.

Ces opérations entraînent le démontage de l’équipement et son transport dans un atelier spécialisé.

Le 5^{ème} niveau de maintenance est réservé au constructeur ou reconstruteur. Il nécessite des moyens similaires à ceux utilisés en fabrication.

III.1.4 Types de maintenances

Les opérations de maintenance qui s’exercent sur le matériel industriel pour empêcher sa détérioration et sa défaillance s’effectuent soit avant l’apparition du problème en l’anticipant avec une maintenance préventive, soit après que le problème s’est déclenché, dans ce cas on réagit avec une maintenance corrective ou améliorative.

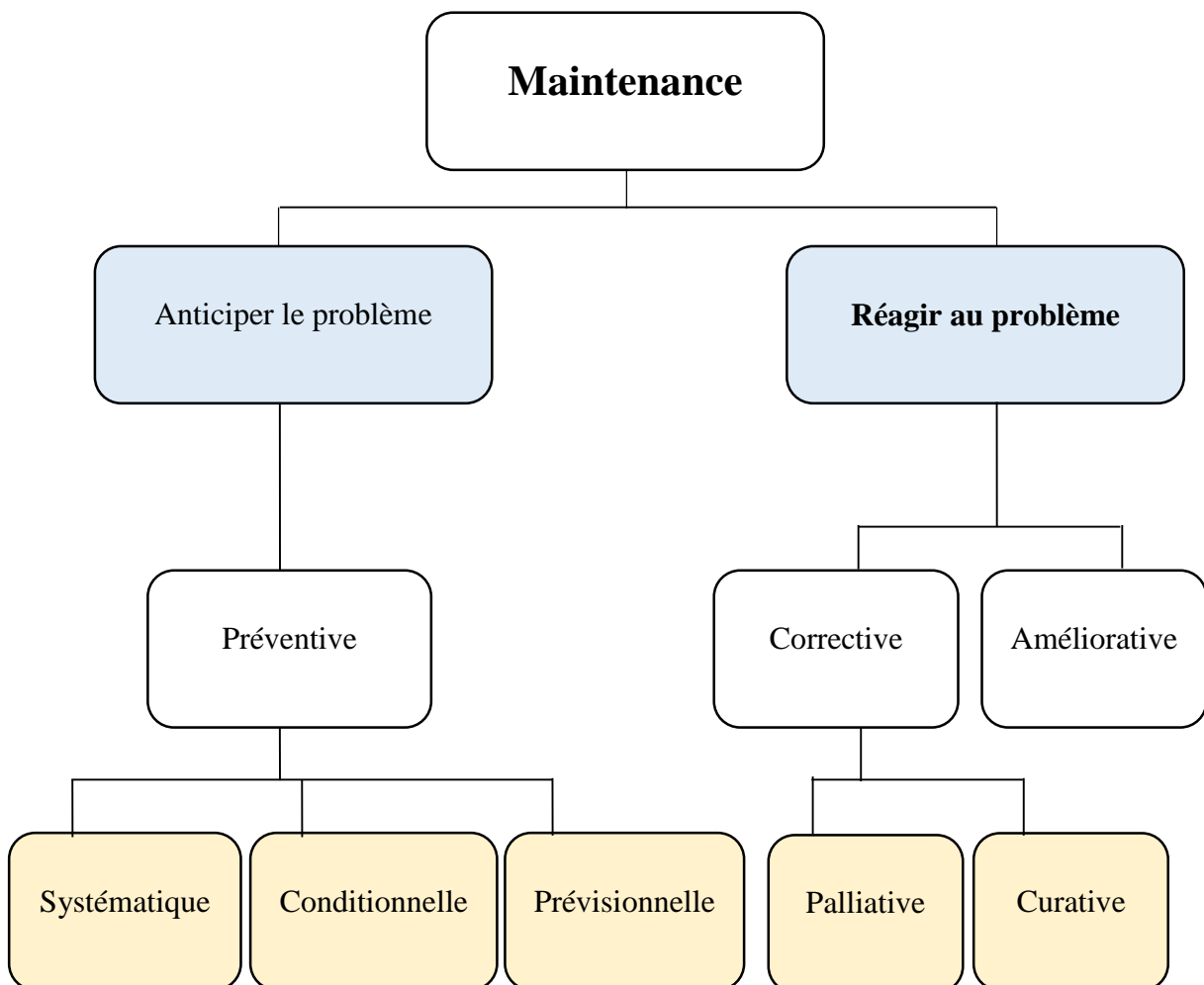


Figure III.1: Organigramme de la maintenance.

III.1.4.1 La maintenance préventive

L'une des manières d'anticiper les problèmes c'est d'effectuer des actions de la maintenance préventive, cette dernière permet de vérifier que les machines n'ont pas de risque de défaillance, ceci permettra de diminuer les arrêts de production très coûteux.

Il existe trois types de maintenance préventive, l'état de l'équipement déterminera le choix du type de maintenance préventive à adopter, soit on planifie une maintenance périodiquement (La maintenance préventive systématique), soit on surveille les machines en permanence (la maintenance préventive conditionnelle).

A. Maintenance préventive systématique

La maintenance préventive systématique est une opération de maintenance préventive périodique, où des techniciens procèdent à l'inspection des équipements, et préviennent efficacement les pannes, les défaillances et l'usure prématurée en remplaçant des composants et des pièces détachées régulièrement.

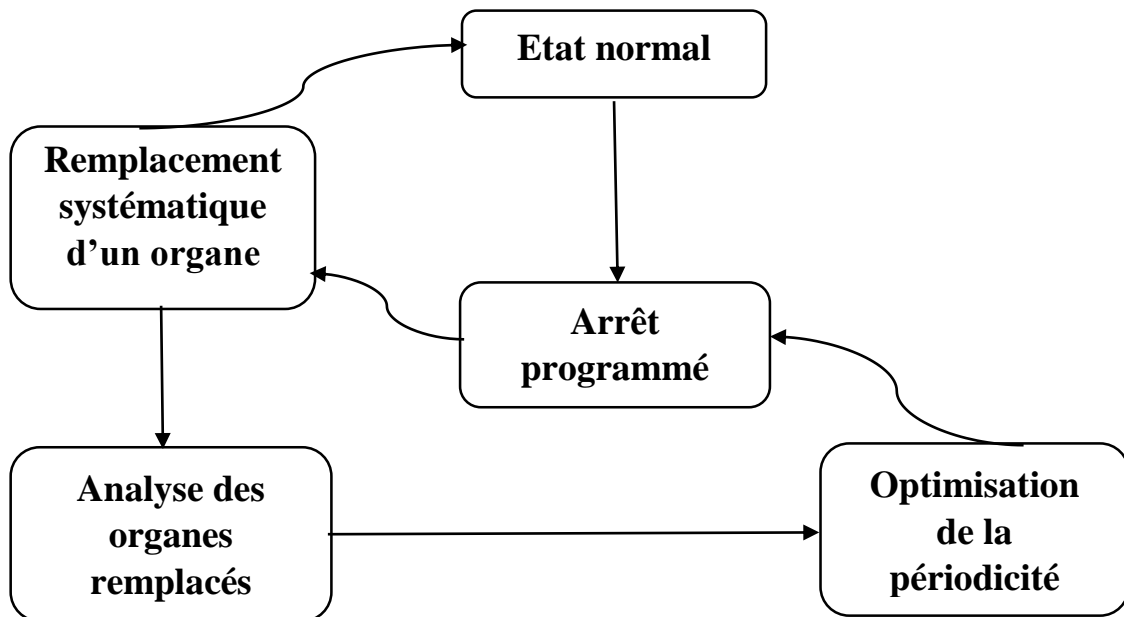


Figure III.2: Maintenance préventive systématique.

B. Maintenance préventive conditionnelle

La maintenance conditionnelle utilise un autre moyen de fonctionnement : les indicateurs clés de la machine sont surveillés en permanence, à la recherche d’indices de problèmes à venir, les techniciens se déplacent par rapport à l’état réel de l’équipement.

Il est à noter que la maintenance conditionnelle s’effectue pendant que les équipements sont en fonctionnement.

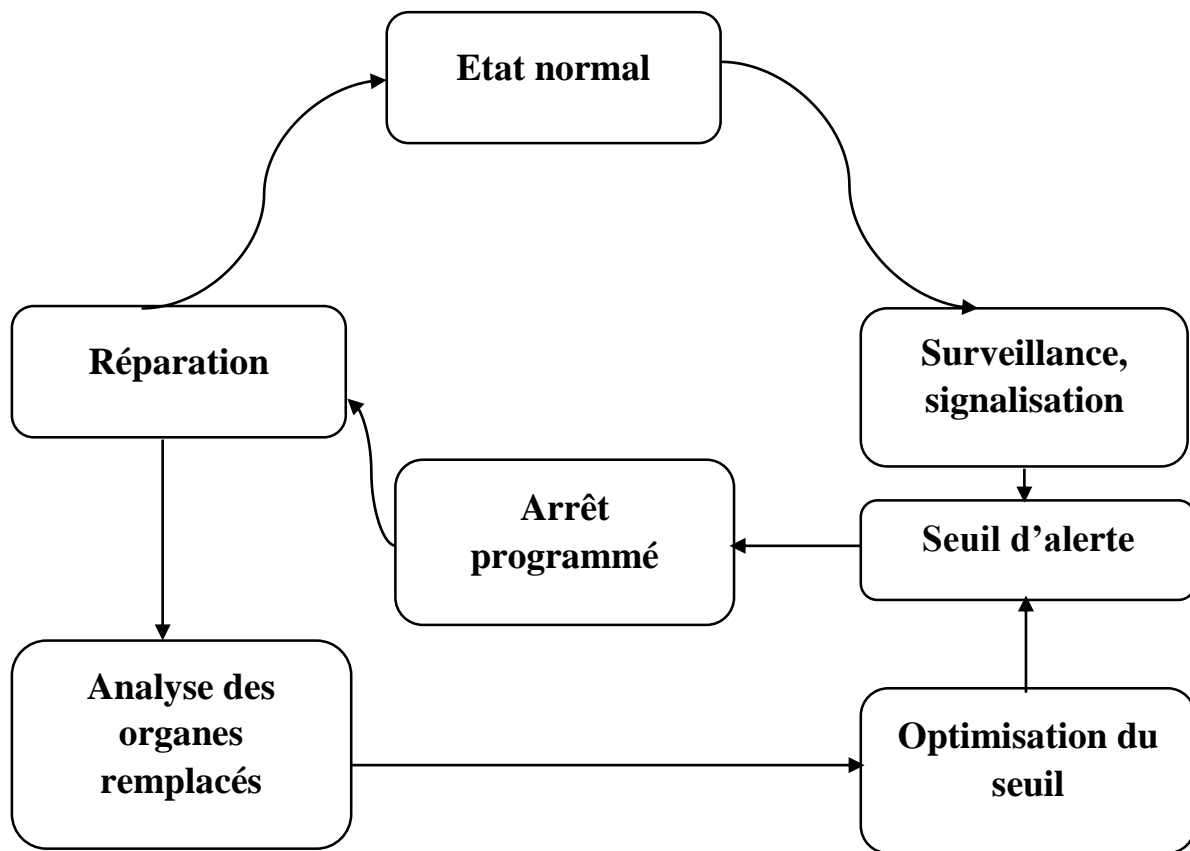


Figure III.3: Maintenance préventive conditionnelle.

C. Maintenance préventive prévisionnelle / prédictive

La maintenance préventive prévisionnelle permet de détecter les anomalies sur les machines avant qu’elles ne deviennent trop graves. La force de ce type de maintenance est donc d’anticiper les pannes et les dysfonctionnements, ce qui évite tout arrêt coûteux de la chaîne de production.

Si la maintenance prévisionnelle émerge, c'est qu'il est désormais possible de capter les signaux faibles sur les machines. Il reste ensuite à faire remonter les data et les analyser. Les analyses permettent d'éviter les pertes considérables. [22]

III.1.4.2 La maintenance corrective

Lorsqu'une pièce ou un équipement présente un dysfonctionnement, une anomalie ou une non-conformité, la maintenance corrective permet de restaurer la fonction requise en procédant à sa réparation. La maintenance corrective peut être palliative ou curative.

A. Maintenance corrective palliative

La maintenance palliative a pour but de réduire les effets d'une panne sans pour autant réparer complètement l'équipement ou le système. Elle est souvent utilisée comme solution temporaire pour éviter les arrêts de productions ou permettre la continuité des activités jusqu'à ce qu'une intervention de maintenance curative soit réalisée. [23]

B. Maintenance corrective curative

La maintenance curative est appliquée lorsqu'une machine ou une installation est en panne et ne peut être réparée. Dans ce cas il faut changer le matériel partiellement ou dans son intégralité.

III.1.4.3 La maintenance améliorative

D'après LA NORME NF EN 13306, l'amélioration des biens d'équipements est un ensemble de mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise.

III.1.5 Les opérations de maintenance

➤ Les opérations de maintenance préventive :

✓ Les inspections

Ce sont des activités de surveillance et de contrôle de conformité périodiques exercées sur un bien, afin de détecter des anomalies en mesurant, observant, testant ou calibrant ses caractéristiques significatives, puis effectuer des réglages simples qui ne nécessitent pas d'outillage particulier, ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

En général, l'inspection peut être réalisée avant, pendant ou après d'autres activités de maintenance. [24]

✓ Les visites

Les visites sont des opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective. [24]

✓ Le contrôle

Les opérations de contrôle sont des vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement. Le contrôle peut :

- Comporter une activité d'information.
- Inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement.
- Déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective. [24]

➤ Les opérations de maintenance corrective :**✓ Le dépannage**

Le dépannage est une action physique appliquée sur un bien en panne, pour lui permettre de se remettre en état de fonctionnement, qui doit être suivie d'une réparation.

- Les opérations de dépannage sont souvent des actions de courtes durées mais qui peuvent être nombreuses.
- La connaissance de la nature du comportement et des modes de dégradation du matériel n'est pas indispensable pour effectuer un dépannage.
- Le dépannage n'a pas de conditions d'application particulières.
- Le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

✓ La réparation

La réparation d'un équipement après panne ou défaillance correspond à une action définitive qui lui permet de rétablir les performances pour lesquelles il a été conçu.

L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

➤ **Autres opérations :**

✓ **Les révisions**

C'est l'ensemble des actions d'exams, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné. Il faut distinguer suivant l'étendue des opérations à effectuer les révisions partielles et les révisions générales.

Le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections.

Ce type d'opérations (révision générale ou partielle) relève du 4ème niveau de maintenance.

III.1.6 La maintenance appliquée par électro-industries (ENEL)

Durant notre stage pratique au sein de l'entreprise ELECTRO-INDUSTRIES (ENEL) (Voir l'annexe N°4) nous avons constaté que la maintenance appliquée au sein de l'entreprise est la maintenance préventive ainsi que la maintenance curative.

III.1.6.1 Maintenance préventive

La maintenance préventive au sein de l'entreprise s'effectue comme suit :

Pour les équipements stratégiques (PS) [machine essentielle dans l'usine], ils effectuent des plans d'entretien chaque mois suivant les gammes établies par le département maintenance, qui consiste à effectuer des rondes de contrôle des organes de chaque machine.

Pour les autres équipements de l'usine (PE) [plan d'entretien], ils effectuent un travail d'entretien continuellement et leurs échéances établies auparavant par le constructeur suivant les cartes de lubrification de chaque machine en suivant les cartes de lubrification établies par le service de maintenance de l'usine :

- Graissage
- Changement d'huile
- Changement des filtres
- Nettoyage
- Vérification visuelle

III.1.6.2 Maintenance curative

Selon l'organisation interne du travail établie par la société, cela implique que le service de maintenance intervienne sur l'équipement défectueux.

Le service après-vente de l'entreprise travaille à la mise en place d'un réseau de détection de pannes afin que les demandes de travail puissent être envoyées plus rapidement via ce réseau afin de gagner du temps pour l'intervention, être complétées dès que possible et réduire les temps d'arrêt des machines. Ce réseau permettra également d'éviter de perdre du temps en préparant des bons de service manuscrits et en les amenant personnellement au service de maintenance.

III.1.6.3 Les différentes phases d'une action de la maintenance préventive

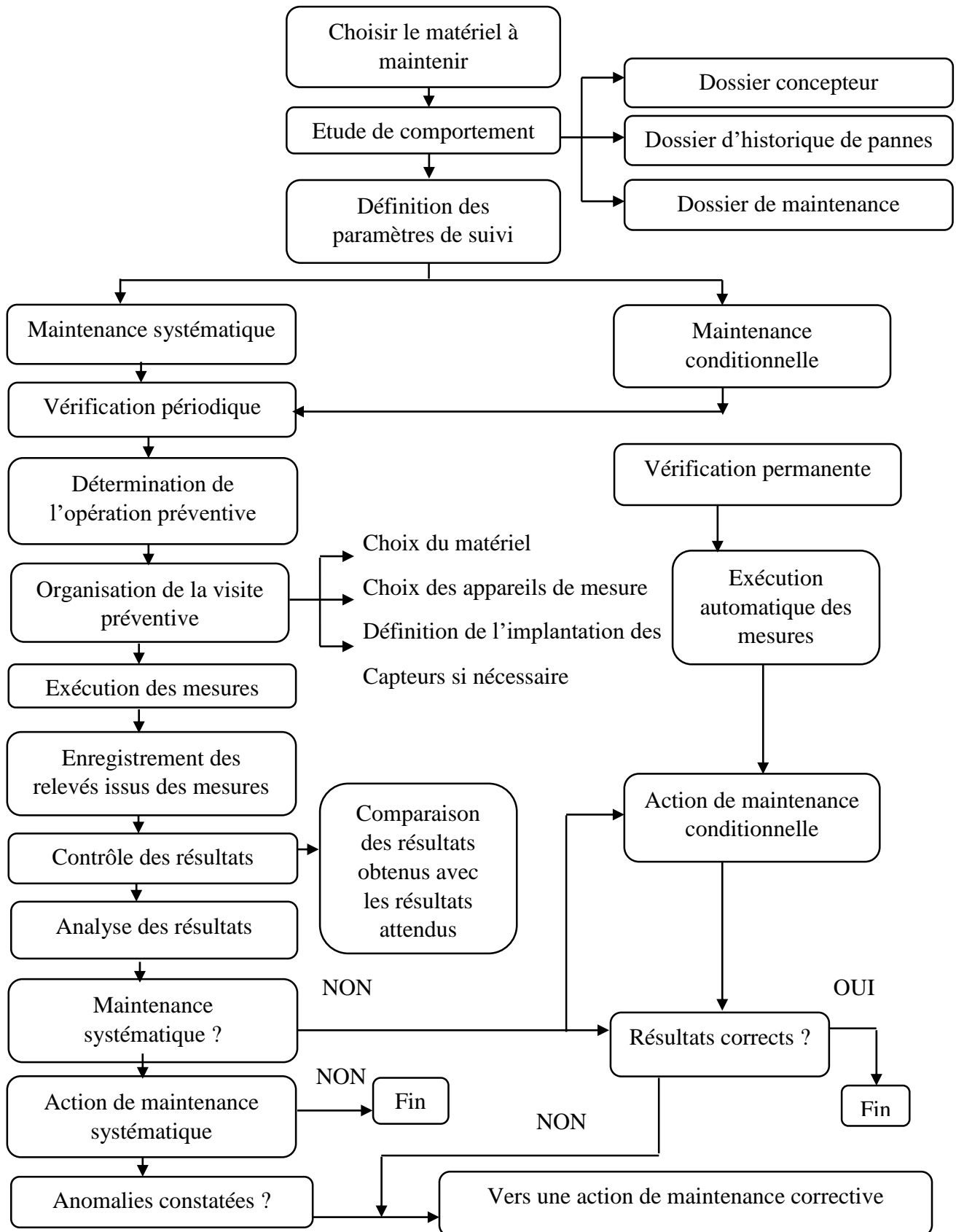


Figure III.4: Les différentes phases d'une action de la maintenance préventive. [12]

III.1.6.4 Les différentes phases d'une action de la maintenance corrective

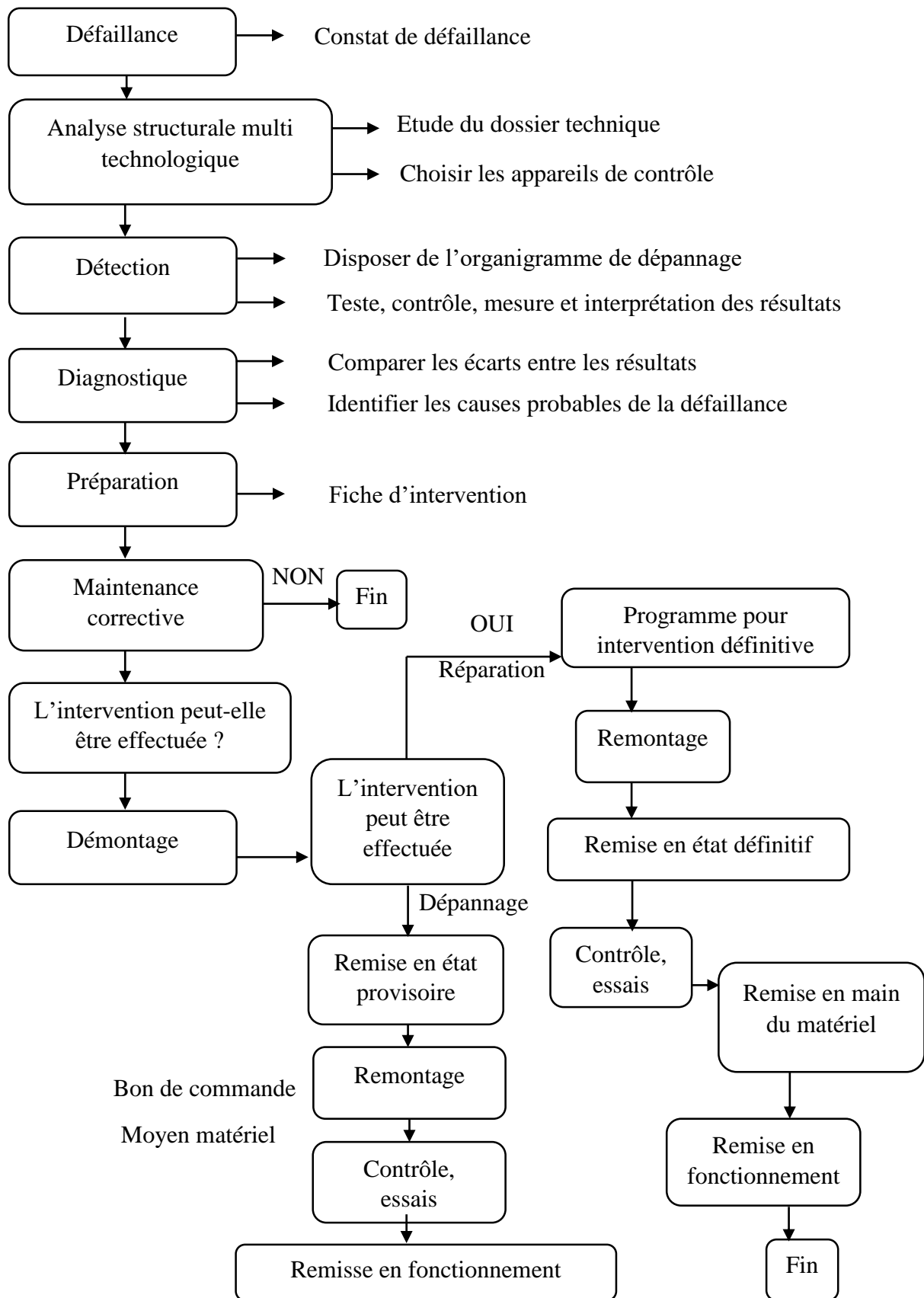


Figure III.5: Les différentes phases d'une action de maintenance corrective. [12]

III.1.6.5 Cycle et période de visite

A partir du paramètre d'usure et des conditions de travail dans lesquelles évolue la machine, on pourra déterminer et établir des visites type de la maintenance préventive.

On effet, des visites seront déclenchées en fonction du paramètre d'usure qui est l'heure de fonctionnement, elles seront regroupées dans le tableau de la maintenance.

La machine à détourer type BSU 650 fonctionne 07h / 24h et 05 jours par semaine et 22 jours par mois, donc :

- $22 \times 7 = 154\text{h}$ par mois
- $154 \times 3 = 462\text{h}$ par trois mois
- $154 \times 6 = 924\text{h}$ par six mois

La machine à détourer fonctionne pendant une durée de 11 (onze) mois par année, donc :

$$154 \times 11 = 1694\text{h}$$

Opération (1) : visite type A(PS) : 154h

Opération (2) : visite type B(PE) : 462h

Révision générale (RG) : 924h

➤ **Tableau de cycle visite**

Tableau III.1: Cycle de visite.

Heure Visite	154h	462h	924h
Type A	X		
Type B		X	
R.G			X

➤ Gamme de visite A (PS)

Tableau III.2: Gamme de visite de type A.

Organe	Désignation du travail	Moyen	Equipe			Observation
			M	E	O	
<p style="text-align: center;">DESIGNATION DE L'U.I : MACHINE A DETOURER BSU650</p>						
Moteur électrique	- Contrôler les connexions - Vérifier les vis du support	Métri Tournevis		X X		
Armoire électrique	- Nettoyer les filetages - Vérifier l'étanchéité - Vérifier la mise à terre	Chiffon visuel		X X		
La courroie	- Vérifier le parallélisme	Régleur	X			

➤ Gamme de visite B (PE)

Tableau III.3: Gamme de visite de type B.

ENEL		GAMME DE VISITE B			810	010	501
DESIGNATION DE L'U.I :							
MACHINE A DETOURER BSU650							
Organe	Désignation du travail	Moyen	Equipe			Observation	
			M	E	O		
Moteur électrique	- Contrôler l'état du fusible et du relai thermique	MétriX		X			
Réducteur	- Vérifier le niveau d'huile - Contrôler la vitesse de sortie	Visuel Stroboscope	X				
Roulement	- Graissage	Pompe de Graissage			X		

➤ Révision générale

Tableau III.4: Révision générale.

ENEL		REVISION GENERALE			810	010	501
DESIGNATION DE L'U.I :							
MACHINE A DETOURER BSU650							
Organe	Désignation du travail	Moyen	Equipe			Observation	
			M	E	O		
Moteur électrique	- Contrôle de l'étanchéité	Visuel		X			
	- Vérifier la vitesse de sortie	Stroboscope		X			
Réducteur	- Contrôler l'usure des dents	Visuel	X				
	- Graissage	Pompe de Graissage					
La courroie	- Changement	Avec les détenteurs	X				

PARTIE II : APPLICATION DE LA METHODE AMDEC SUR LA MACHINE A DETOURER BSU 650

Introduction

Etant soucieuses d'offrir à leurs clients des services optimaux, les entreprises de production sont dans l'obligation d'améliorer la fiabilité, la disponibilité, la maintenabilité, et la qualité de ses produits. Pour parvenir à cela, une opération préventive s'impose. S'insérant dans une démarche de prévention, la méthode AMDEC est un allié primordial au bon fonctionnement des entreprises, elle représente un outil de sûreté de fonctionnement et de gestion de qualité.

L'AMDEC (analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leurs criticités) consiste à repérer les problèmes potentiels liés aux fonctions de l'étude du système de recherche et à cerner les causes profondes de ces problèmes.

Dans cette partie nous allons entamer une étape essentielle de notre étude, remplir les tableaux AMDEC par les résultats de l'analyse que nous avons effectuée sur la machine à détourer BSU 650, et mentionner les recommandations possibles pour les défaillances critiques que nous avons trouvées.

III.2.1 Historique de l'AMDEC

L'AMDEC a été créée aux États-Unis par la société *Mc Donnell Douglas* en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement pour évaluer l'efficacité de leurs systèmes. Dans un contexte spécifique, cette méthode est un outil de fiabilité. Elle est utilisée pour les systèmes où l'on doit respecter des objectifs de fiabilité et de sécurité. À la fin des années soixante-dix, la méthode fut largement adoptée par Toyota, Nissan, Ford, BMW, Peugeot, Volvo, Chrysler et d'autres grands constructeurs d'automobiles. [13]

La méthode a d'abord été utilisée pour évaluer la fiabilité des produits, puis les processus de production, et sert maintenant à analyser le risque et la criticité de divers processus. C'est un outil courant des programmes de gestion de la qualité. Elle est utilisée systématiquement dans les industries à risques et est un outil obligatoire de l'accréditation à certaines normes, par exemple, celles de l'industrie automobile. [14]

III.2.2 Définition de la méthode AMDEC

AMDEC est une méthode d'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités.

Défaillance : par défaillance on entend simplement qu'un produit, un composant ou un ensemble :

- Ne fonctionne pas ;
- Ne fonctionne pas au moment prévu ;
- Ne s'arrête pas au moment prévu ;
- Fonctionne à l'instant non désiré ;
- Fonctionne, mais les performances requises ne sont pas obtenues.

Le mode de défaillance : est la façon dont un produit, un composant ; un ensemble, un processus, ou une organisation manifeste une défaillance ou s'écarte de ses fonctions. Voici quelques exemples pour illustrer cette définition :

- Déformation
- Vibration
- Coincement
- Corrosion
- Fuite
- Perte de performance
- Court-circuit
- Flambage
- Ne s'arrête pas
- Ne démarre pas
- Depasse la limite supérieure tolérée, etc.

Une cause de défaillance : est évidemment ce qui conduit à une défaillance. On définit et on décrit les causes de chaque mode de défaillance considérée comme possible pour pouvoir en estimer la probabilité , en déceler les effets secondaires et prévoir des actions correctives pour la corriger

Les effets d'une défaillance : sont les effets locaux sur l'élément étudié du système et les effets de la défaillance sur l'utilisation finale du produit ou du service. [13]

L'AMDEC est une méthode prédictive qui aide à identifier les anomalies et les dysfonctionnements pouvant mener à un échec. En identifiant les éventuelles défaillances et en évaluant leurs conséquences et leurs criticités, AMDEC permet de mettre en place des actions préventives visant à éviter ou réduire les risques de défaillance.

Cette démarche est en adéquation avec l'objectif de la politique qualité, qui vise à assurer la fourniture de produits ou services exempts de défauts et de qualité optimale. [25]

III.2.3 Objectifs de l'AMDEC

L'objectif de la méthode AMDEC est d'évaluer et de garantir le fonctionnement en toute sécurité d'un système de fiabilité, de disponibilité, de sécurité et de maintenabilité. Nous serons en mesure d'identifier systématiquement les défaillances probables des dispositifs à l'aide de cette méthode, de calculer les risques impliqués dans la survenue de ces défaillances, puis de mettre en œuvre des mesures correctives ou préventives.

III.2.4 Les types de la méthode AMDEC

Il existe principalement trois types d'AMDEC qui sont :

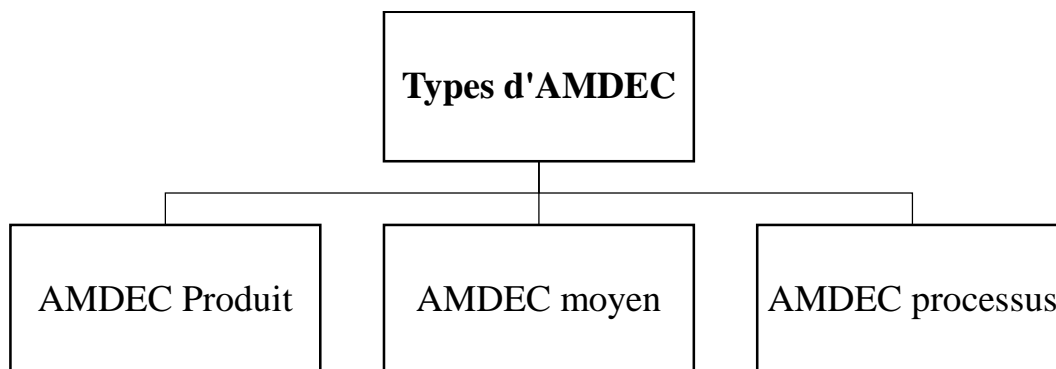


Figure III.6: Types d'AMDEC.

AMDEC produit : c'est l'analyse des défauts d'un produit, due à sa conception, sa fabrication ou son exploitation, pour améliorer sa qualité et sa fiabilité, et sa mise en conformité.

AMDEC moyen : Déployée pour vérifier la fiabilité d'un équipement, machine, outil ou appareil, système de transport interne et moyen de production, AMDEC moyen analyse les pannes, identifie les défaillances des moyens de productions et optimise leur maintenance.

AMDEC processus : Elle est mise en place pour valider la fiabilité du processus de fabrication. Elle permet d'analyser et d'évaluer la criticité de toutes les défaillances potentielles du procédé de fabrication.

III.2.5 Démarche adoptée dans la méthode AMDEC

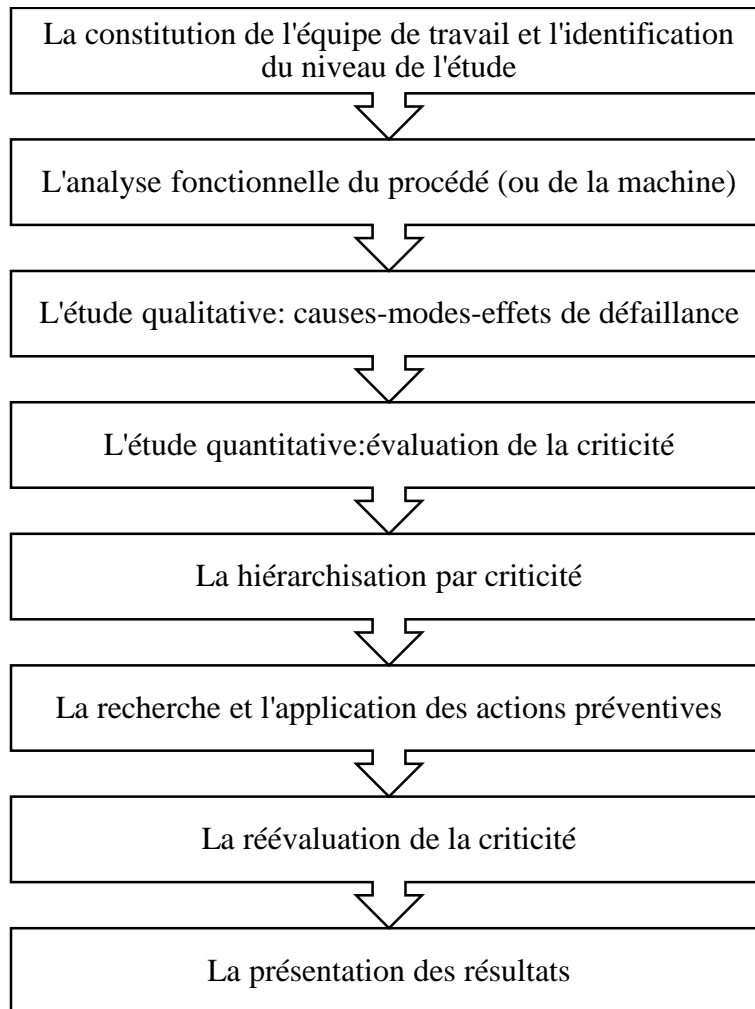


Figure III.7: La demarche AMDEC.[13]

ETAPE 1 : La constitution de l'équipe de travail et l'identification du niveau de l'étude

Afin de réaliser l'étude, il est nécessaire de constituer une équipe multidisciplinaire composée de membres issues de divers services de l'entreprise (quatre à huit membres), notamment le service production, service maintenance, service qualité et service méthode. L'engagement total de ses membres et l'interaction entre eux conduisent forcément au succès de l'équipe AMDEC, et par conséquent, le succès de la méthode AMDEC est assuré.

ETAPE 2 : Analyse fonctionnelle

Une défaillance est la disparition ou la dégradation d'une fonction. Donc pour trouver les défaillances potentielles il faut connaître les fonctions.

Le but de l'analyse fonctionnelle est de déterminer d'une manière assez complète les fonctions principales d'un produit, les fonctions contraintes et les fonctions élémentaires. Pour réaliser correctement l'analyse fonctionnelle il faut effectuer trois étapes principales :

- 1- Définir le besoin à satisfaire. Le principe consiste à décrire le besoin et la façon dont il est satisfait et comment il risque de ne pas être satisfait.
- 2- Définir les fonctions qui correspondent au besoin. chaque fonction répond à la question : à quoi ça sert ? La réponse doit inclure un sujet et un verbe (ex : un rasoir rase ; un couteau coupe). On peut alors déterminer la défaillance potentielle (la rasoir ne rase pas ; le couteau ne coupe pas)
- 3- Etablir l'arbre fonctionnel afin de visualiser l'analyse fonctionnelle. Très souvent les fonctions principales comportent des sous fonctions ou résultent d'un ensemble de fonctions élémentaires d'où le besoin de l'arbre fonctionnel.

ETAPE 3 : L'étude qualitative des défaillances

Celle-ci consiste à identifier toutes les défaillances possibles, à déterminer les modes de défaillance à identifier les effets relatifs à chaque mode de défaillance, à analyser et à trouver les causes possibles et les causes les plus probables des défaillances potentielles. Pour atteindre cet objectif, on s'appuie sur l'analyse fonctionnelle. A partir des fonctions définies on cherche directement les défaillances potentielles.

ETAPE 4 : L'étude quantitative

Il s'agit d'une estimation de l'indice de criticité du trio « cause/mode/effet » de la défaillance potentielle étudié selon certains critères. Plusieurs critères peuvent être utilisés pour déterminer cet indice. Souvent dans la pratique on considère qu'une défaillance est d'autant plus importante si :

- 1- Ses conséquences sont graves.
- 2- Elle se produit souvent.
- 3- Elle se produit et on risque de ne pas la détecter.

ETAPE 5 : La hiérarchisation

La difficulté essentielle d'une étude qui veut anticiper les problèmes et rechercher les solutions préventives provient de la très grande variété des problèmes potentiels à envisager, d'où le besoin d'une hiérarchisation, qui permet de classer les modes de défaillance et d'organiser leur traitement par ordre d'importance. Optimisation des causes des défaillances dans le but d'améliorer la rentabilité des machines : Application de la méthode AMDEC

ETAPE 6 : La recherche des actions préventives/correctives.

Après le classement des différents modes de défaillance potentielle d'après les indices de criticité, le groupe désigne les responsables de la recherche des actions préventives ou correctives. Les outils tels que le diagramme « causes-effets » et le travail en équipe doivent être appliqués pour une recherche efficace. En pratique, le groupe de travail vise à réduire l'indice de criticité par des actions qui visent :

- 1- la réduction de la probabilité d'occurrence
- 2- la réduction de la probabilité de non détection
- 3- la réduction de la gravité de l'effet de défaillance

ETAPE 7 : Le suivi des actions appliquées et la réévaluation de criticité.

C'est le moment de vérité pour la méthode. Un nouvel indice de criticité est calculé de la même façon que lors de la première évaluation, en prenant en compte les actions appliquées. L'objectif de cette réévaluation est de déterminer l'impact et l'efficacité des actions appliquées. Le nouvel indice de criticité doit être donc inférieur au seuil de criticité.

ETAPE 8 : La présentation des résultats.

Pour effectuer et appliquer l'AMDEC, l'entreprise utilise des tableaux conçus spécialement pour le système étudiés et préparés en fonction des objectifs recherchés. Ces tableaux sont habituellement disposés en forme de colonnes et contiennent en général les informations nécessaires pour faire l'étude. [15]

III.2.6 Le Coefficient de Criticité

La décision de faire ou pas une action corrective peut être aidée par le calcul d'un coefficient dit « de criticité ». Ce coefficient prend en compte plusieurs facteurs :

III.2.6.1 La probabilité d'apparition de la défaillance (P)

Son chiffrage fait appel à l'expérience acquise par l'entreprise sur des problèmes similaires.

On utilise une notation qui va de 1 à 4 en considérant que :

1	Défaillance peu apparue
2	Défaillance apparue quelques fois
3	Défaillance apparue souvent
4	forte apparition de la défaillance

III.2.6.2 Le niveau de gravité de la défaillance (G)

Son chiffrage tient compte des risques provoqués par la défaillance sur :

- La sécurité de l'utilisateur
- La qualité du produit fabriqué ou la prestation du service rendu
- La disponibilité du système

On utilise également une notation de 1 à 4 avec :

1	Dégradation d'une performance sans perte de la fonction principale
2	Dégradation de plusieurs performances sans perte de la fonction principale
3	Perte partielle de la fonction principale sans risque d'accident pour l'utilisateur
4	Perte totale de la fonction principale avec risque d'accident pour l'utilisateur

Matrice de décision : A l'aide de ces deux facteurs on peut dresser la matrice de décision suivante :

PROBABILITE D'APPARITION

	1	2	3	4
GRAVITE	1			
	2			
	3			
	4			

Tableau III.5: Matrice de décision.

- = Criticité inacceptable, il faut étudier une solution en urgence
- = Une amélioration de la fiabilité est souhaitable
- = Amélioration éventuelle si aucun coût supplémentaire
- = Pas de modification

III.2.6.3 La probabilité de non détection de la défaillance (D)

Elle traduit le risque qu'un défaut sur un composant parvienne jusqu'au client.

On peut également lui attribuer une note en fonction du niveau de l'organisation de la qualité dans les services de production de l'entreprise.

1	Le défaut sera très certainement détecté au cours du contrôle
2	Le défaut sera probablement détecté
3	Le défaut risque de ne pas être détecté
4	Le défaut ne peut être mis en évidence avec les moyens de contrôle habituels

III.2.6.4 Le Coefficient de Criticité (C)

Le coefficient de criticité se calcule en faisant le produit des 3 facteurs précédents :

$$C = P * G * D$$

Tableau III.6: Limites de criticité. [16]

Niveau de criticité	Action corrective à engager
$1 < C < 10$ Criticité négligeable	<ul style="list-style-type: none"> – Aucune modification de conception – Maintenance corrective
$10 < C < 20$ Criticité moyenne	<ul style="list-style-type: none"> – Amélioration des performances de l'élément – Maintenance préventive systématique
$20 < C < 40$ Criticité élevée	<ul style="list-style-type: none"> – Révision de la conception du sous ensemble et du choix des éléments – Surveillance particulière, maintenance préventive conditionnelle / prévisionnelle
$40 < C < 64$ Criticité interdite	<ul style="list-style-type: none"> – Remise en cause complète de la conception

III.2.7 Tableau général de l'AMDEC

Tableau III.7: Exemple de tableau de l'AMDEC.

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leurs Criticités					Phase de fonctionnement				Page :
	Système :			Sous-ensemble :						Nom :
Elément	Fonction	Modes de Défaillance	Causes de Défaillance	Effets de Défaillance	Détection	Criticité :				Action corrective
						F	G	D	C	

III.2.8 Application de la méthode AMDEC sur la machine à détourer

Tableau III.8: Tableau d'application de l'AMDEC sur la machine à détourer BSU 650.

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leurs Criticités					Phase de fonctionnement				Page :
	Système :			Sous-ensemble :						Nom :
Elément	Fonction	Modes de Défaillance	Causes de défaillance	Effets de Défaillance	Détection	Criticité :				Action corrective
						P	G	D	C	
Vérin	Transmission de la puissance	Fuite d'air	Joint défectueux	Bruit	Sonore	2	3	1	6	Changement de joint
		Déformation de tige	Desserrage des vis de serrage (fixation)	Echauffement excessif	Visuel	1	3	1	3	Changement de tige + Serrage des vis de fixation
		Le vérin ne fonctionne pas (reste dans la position de départ)	Relai temporisé ne fonctionne pas	Arrêt de production	Diagnostique (Recherche dans la documentation)	2	3	1	6	Changement du relai temporisé

Réducteur	Réduire la vitesse et la puissance	La broche ne tourne pas	L'usure de pignon en bronze	Bruit	Sonore	2	3	1	6	Changement de pignon
Courroie	Transmission du mouvement de rotation	Courroie coupée	Fin de durée de vie de courroie	Arrêt de la machine	Visuel	3	3	3	27	Changement de la courroie
Couteau	Couper le surplus de la tôle	Couteau cassé	Pression d'air plus élevée	Déformation du cache ventilateur	Visuel	1	4	1	4	-Changement du couteau - Réglage de pression
		Couteau usée	A force de travail	Mauvaise coupure	Visuel	2	2	1	4	Changement du couteau
Détecteur de proximité	Détection de la présence d'objets métalliques	Arrêt de système automatique	Coupure d'alimentation électrique	Défaillance des éléments électriques	Diagnostic (Recherche dans la documentation)	1	1	3	3	Changement du détecteur de proximité
		Grillé	Fin de durée de vie	Arrêt de fonctionnement	-Visuel -Après diagnostic	1	1	3	3	Changement de détecteur de proximité

Armoire électrique	Commande et alimentation de la machine	Fusible grillé	Problème de blocage au niveau du moteur	Arrêt général	Contrôle avec Métrix	3	3	1	9	Changement de fusible
		Court-circuit	-Erreur de branchement -Intrusion d'objet conducteur -Usure prématurée de l'isolant	Arrêt général	Diagnostic	3	3	2	18	Changement du câblage
Bobine (contacteur)	L'excitation du contacteur	Bobine grillé	-Sur intensité -Court-circuit -Fin de course de vie	Echauffement excessif	Diagnostic (Recherche dans la documentation)	2	3	1	6	Changement du contacteur
Distributeur	Transmission de la puissance pneumatique ou hydraulique	Blocage du tiroir	Etat de surface du tiroir détériorée	Arrêt de production	Visuel	1	2	1	2	S'assurer de la qualité de l'air

Fenêtre de protection	Dispositifs de sécurité	Non fonctionnement du système de protection	Défaillance du distributeur d'air (l'électrovanne)	La machine ne fonction pas	-Visuel -Après diagnostique	1	4	1	4	-Alimentation d'air comprimé -Changement du tuyau d'air ou distributeur d'air
Nanomètre	Indicateurs de pression	-Mauvaise lecture -Non fonctionnement	L'usure	-La machine ne fonctionne pas -Mauvais réglage	Visuel	1	4	1	4	Changement du nanomètre
Embrayage	Transmission du mouvement de rotation	Bobine grillée	-Sur tension -Problème de courant électrique	Arrêt de la machine	Après diagnostique	1	3	2	6	Changement d'embrayage complet ou partiel
		Cassure de la lamelle	-Sur charge -Durée de vie	Arrêt de la machine	Après diagnostique	1	2	2	4	Changement d'embrayage complet ou partiel

Ventilateur	Ventilateur du moteur	Ne tourne pas	Interruption du circuit électrique	Moteur chaud	Après diagnostique	1	3	4	12	Vérifier le circuit électrique
Stator	Créer un champ tournant	-Défaillance de phase -Défaillance d'isolement	-Interruption du circuit -Rupteur fil de bobinage	Arrêt du moteur	Après diagnostique	3	4	3	36	-Vérifier le circuit -Changer le bobinage
Rotor	Produit l'énergie mécanique	Ne tourne pas	Défaut roulement	Arrêt du moteur	Après diagnostique	1	4	3	12	Changer les roulements
Boite à bornes	Assure l'alimentation du moteur	Etanchéité (court-circuit)	Défaut d'isolement	Arrêt de la Moteur	-Après diagnostique -Contrôle d'isolement	1	4	3	12	Changer le biote

III.2.9 Interprétation des résultats de l'AMDEC

On peut catégoriser les composantes de notre système en fonction du niveau de la criticité, comme représenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.9: Classement des différents composants selon leur criticité.

Composantes	Criticité
Stator	36
Courroie	27
Armoire électrique (Court-circuit)	18
Ventilateur, rotor, boîte à borne	12
Armoire électrique (Fusible grillé)	9
Vérin, Réducteur, Bobine (contacteur), Embrayage	6
Couteau, Fenêtre de protection, Nanomètre, Embrayage	4
Vérin, Détecteur de proximité	3
Distributeur	2

Après l'analyse du tableau au-dessus. Nous avons retenu les dysfonctionnements suivants :

- Arrêt de système automatique,
- Blocage du tiroir,
- Cassure de la lamelle.
- Courroie coupée,
- Court-circuit,
- Couteau cassé, Couteau usé,
- Déformation de tige,
- Fuite d'air,
- Fusible grillé,

- La broche ne tourne pas,
- Le vérin ne fonctionne pas (reste dans la position de départ).
- Non fonctionnement du système de protection,

Les effets résultant de ces dysfonctionnements sont comme suit :

- Arrêt de fonctionnement,
- Bruit,
- Défaillance des éléments électriques,
- Déformation du cache ventilateur,
- Echauffement excessif
- Mauvais fonctionnement du système
- Mauvais réglage
- Mauvaise coupure,

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé les différents aspects de la maintenance, tels que les types, les niveaux, et les opérations de maintenance, ainsi que comment elle est organisée et exécutée dans l'entreprise pour assurer le bon fonctionnement des installations. Ensuite nous avons exploré la méthode AMDEC, expliqué sa démarche et son objectif puis nous avons analysé son application sur la machine à détourer BSU 650.

CONCLUSION GENERALE

En effectuant ce travail de recherche et d'analyse, nous sommes arrivés à répondre à la problématique posée concernant la lutte contre les défaillances et leurs effets.

En premier lieu, nous avons pris connaissance des machines industrielles en général, et spécifiquement de la machine à détourer BSU 650, notamment leurs composants (Pièces, éléments constitutifs, etc...) et les systèmes qui rendent ces composants vivants et en interaction entre eux afin de donner vie à ces machines pour que ces dernières puissent influencer sur l'environnement extérieur et ça en effectuant des opérations de production, fabrication, transformation Dans le cas des machines à détourer BSU 650, l'influence consiste en des opérations de transformation sur des pièces fabriquées auparavant, notamment des opérations de rognage, de détourage, de façonnage....

Ces informations acquises des composants et des systèmes de fonctionnement de la machine, associées à une obtention de renseignements sur les Analyses des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités nous avancent de plusieurs pas, vers les solutions des problèmes auxquels la machine est confrontée au fil du temps de son service. Une fois que la solution est déterminée, il devient possible de passer à l'action de maintenance (Réparation, dépannage...).

La maintenance ne se résume pas seulement à des opérations de prévention ou de dépannage et de réparation ; il est bénéfique d'appliquer des opérations améliorative tentant d'améliorer les fonctionnalités des machines (maintenance améliorative). Pour la machine à détourer BSU650, nous voyons bénéfique et nécessaire en terme de sécurité, rapidité et efficacité de :

- Enlever automatiquement les bavures et nettoyer la surface
- Enlever automatiquement la pièce usinée et la poser dans un autre endroit à l'aide d'un bras manipulateur.
- Sécuriser la fenêtre de protection en lui intégrant des capteurs infrarouges
- Remplacer les pédales manuelles et les commande manuelles par des commandes automatiques
- Automatisé la machine grâce à des carte programmable

Nous avons donc acquis une expérience qui nous permettra d'agir adéquatement, correctement et efficacement dans notre travail en tant qu'ingénieurs en maintenance

industrielle, et nous espérons impacter positivement les entreprises de production et leurs clients, et à plus grande échelle l'économie nationale, voir une entendue plus vaste.

BIBLIOGRAPHIE

Référence bibliographique

- [1] : L'entreprise LUDWINE WIDANI, « Documentation de la machine à détourer type BSU 650 » Allemagne, 1981.
- [2] : Pierre Duysinx, «Transmission par courroie et poulies» cours Aérospatiale & Mécanique Année académique 2019-2020.
- [3] : Jean-Louis FANCHON, «Guide-des-sciences-et-technologies-industrielles», Paris, 2001.
- [4] : Andé Chevalier, «Guide dessinateur industriel »,2004.
- [5] : Mohamed ARAB & Abbas AIS, mémoire : « Réalisation d'une Armoire de Commande d'un Elévateur Electrique », année 2016.
- [6] : Abdelkrim Benali, « SCHEMAS ET APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE : Cours », Centre universitaire Nour Bachir El Bayadh,Algeria , El Bayadh, octobre 2020.
- [7] : E. Gaucheron, «Les moteurs électriques... pour mieux les piloter et les protéger», juin 2021.
- [8] : Guy Chateigner Michel Boës Daniel Bouix Jacques Vaillant Daniel Verkindère, « Manuel genie électrique », Paris 2006.
- [9] : AMENOUCHE Zahir & AIT OUARET Hicham, mémoire de master : « Diagnostic des composants d'une chaine pneumatique », Promotion 2012/2013.
- [10] : A.Schmitt & G .L.Rexroth et L.Ammain, « Le cours d'hydraulique » Ed .G.L .Rexroth (1981).
- [11] : Jean héng, « Pratique de la maintenance préventive », 2002 Paris, page3.
- [12] : Document de l'entreprise Electro-Industrie, « Service maintenance ».
- [13] : École des Hautes Études Commerciales,Centre d'études en qualité totale, Sous la direction du prof. Joseph Kélada, « L'AMDEC », 1994.
- [14] : ABDI Adil, « OPTIMISATION DE LA FONCTION MAINTENANCE PAR LA METHODE AMDEC Cas de la pompe 2000D à membrane de l'entreprise CERTAF », 2012/2013.
- [15] : Ghaith Braham , «Application de la Méthode AMDEC (Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) : cas de Leoni AG», Sousse Tunisie, 2016.
- [16] : BRAHIMI Yacine & ACHOURI Saad, « Etablissement d'une AMDEC pour une centrale d'air comprimé au niveau de l'usine (labelle) », 2019/2020.

Référence webographie

[17] : [Engrenage roues et vis sans fin \(zpag.net\)](#)

[18] : www.industries-conseils.fr

[19] : [Accouplements, Embrayages, Freins \(zpag.net\)](#)

[20] : [1536844105-embrayages-et-freinselectrom.pdf \(sepem-permanent.com\)](#)

[21] : [Actionneurs pneumatiques - Maxicours](#)

[22] : [Pourquoi la maintenance prédictive va-t-elle révolutionner l'industrie ? | Les Echos](#)

[23] : [La maintenance palliative \(ealico.com\)](#)

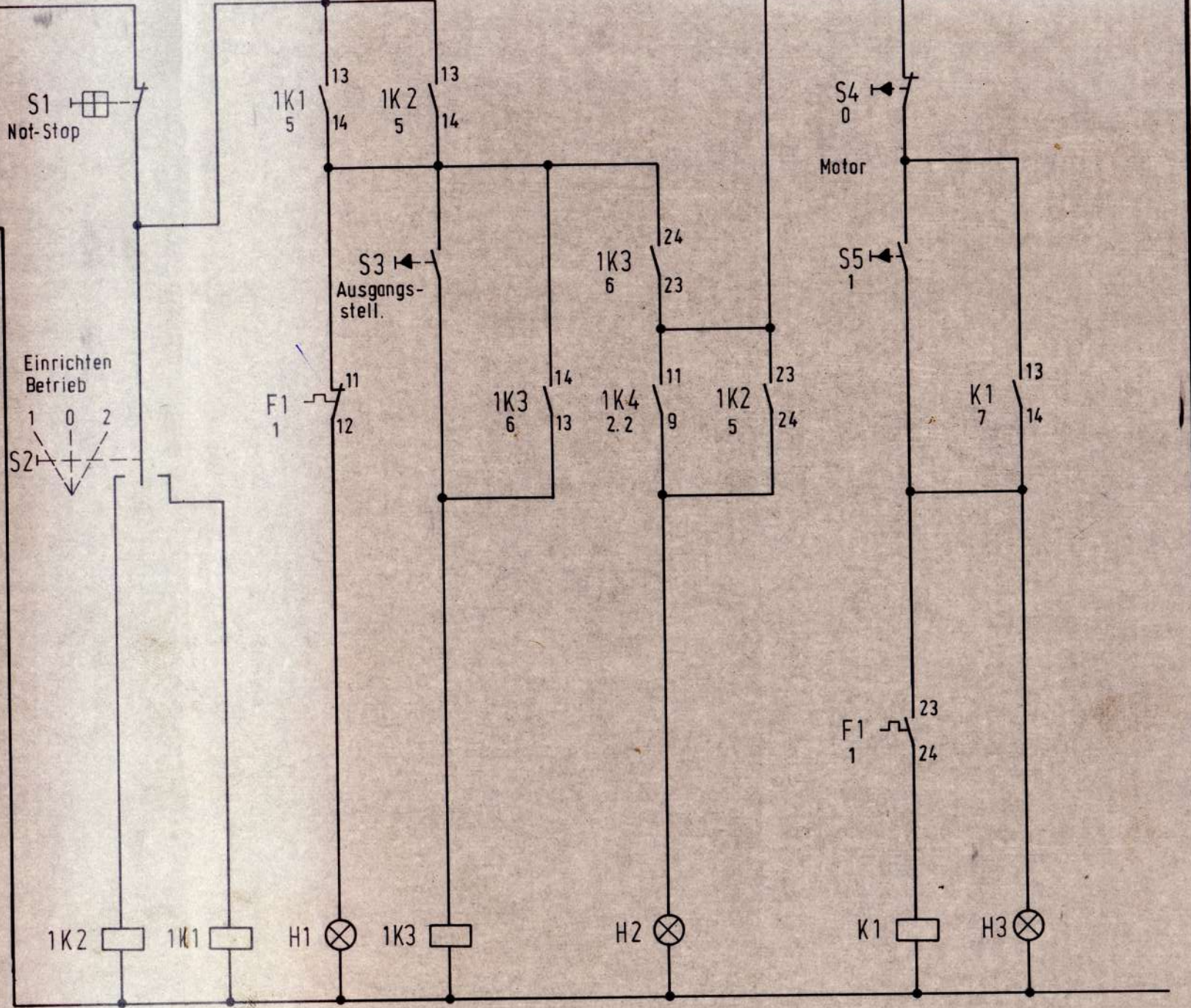
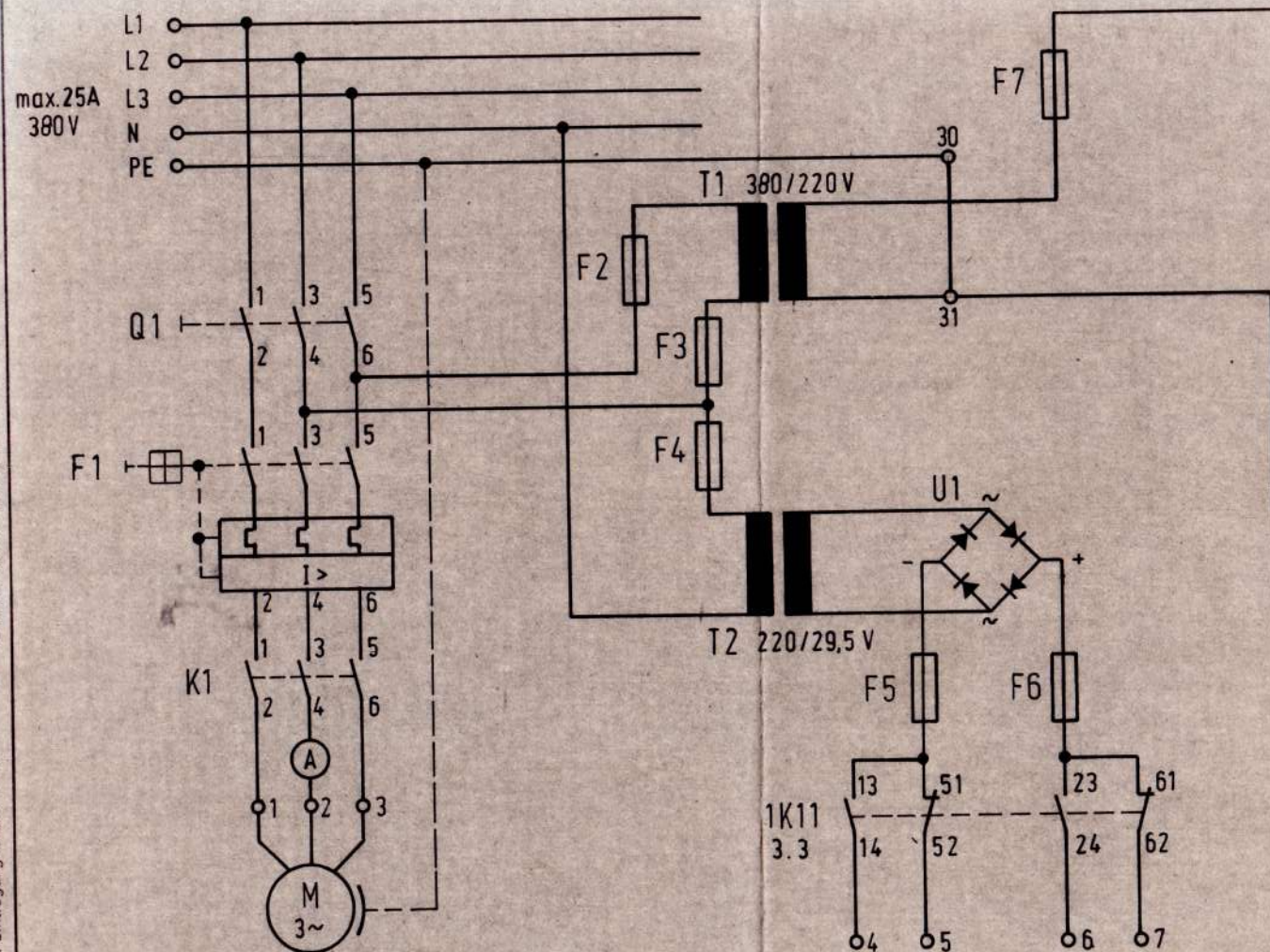
[24] : [cours maintenance.pdf \(umc.edu.dz\)](#)

[25] : [AMDEC : analyse des défaillances en 5 étapes + exemples \(blog-gestion-de-projet.com\)](#)

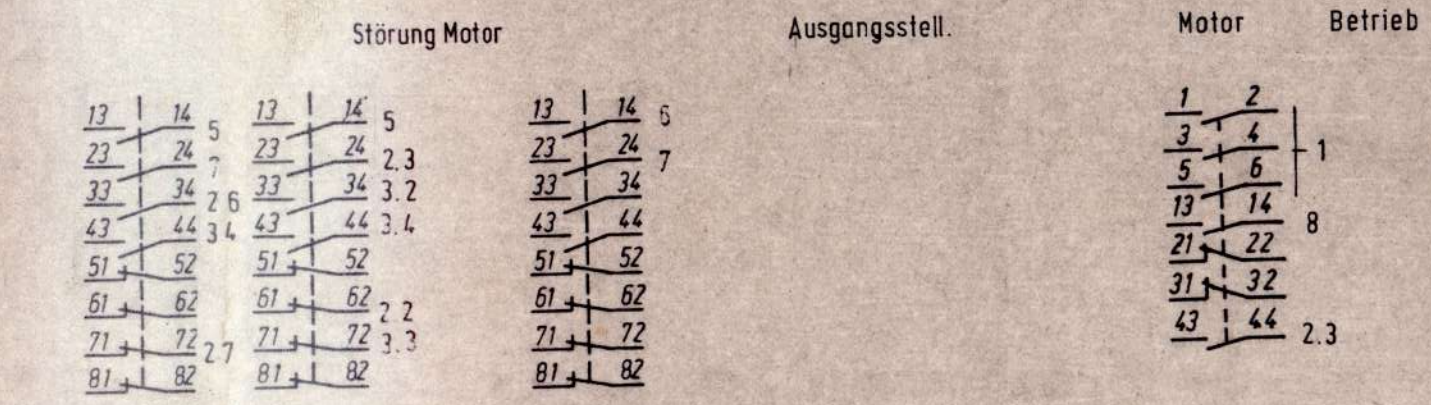
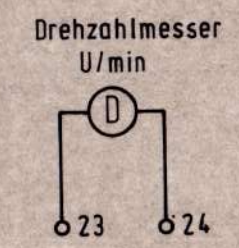
ANNEXE

Annexe N°1 : Schéma de circuit électrique de la machine à détourer BSU 650.

Copying of this document and giving it to others and the use or communication of the contents thereof, are forbidden without express authority. Offenders are liable to the payment of damages. All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.



4 + 6 = Kupplung
5 + 7 = Bremse

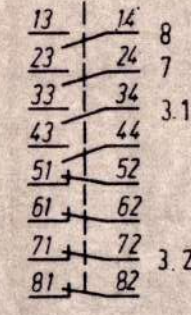
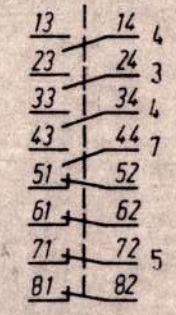
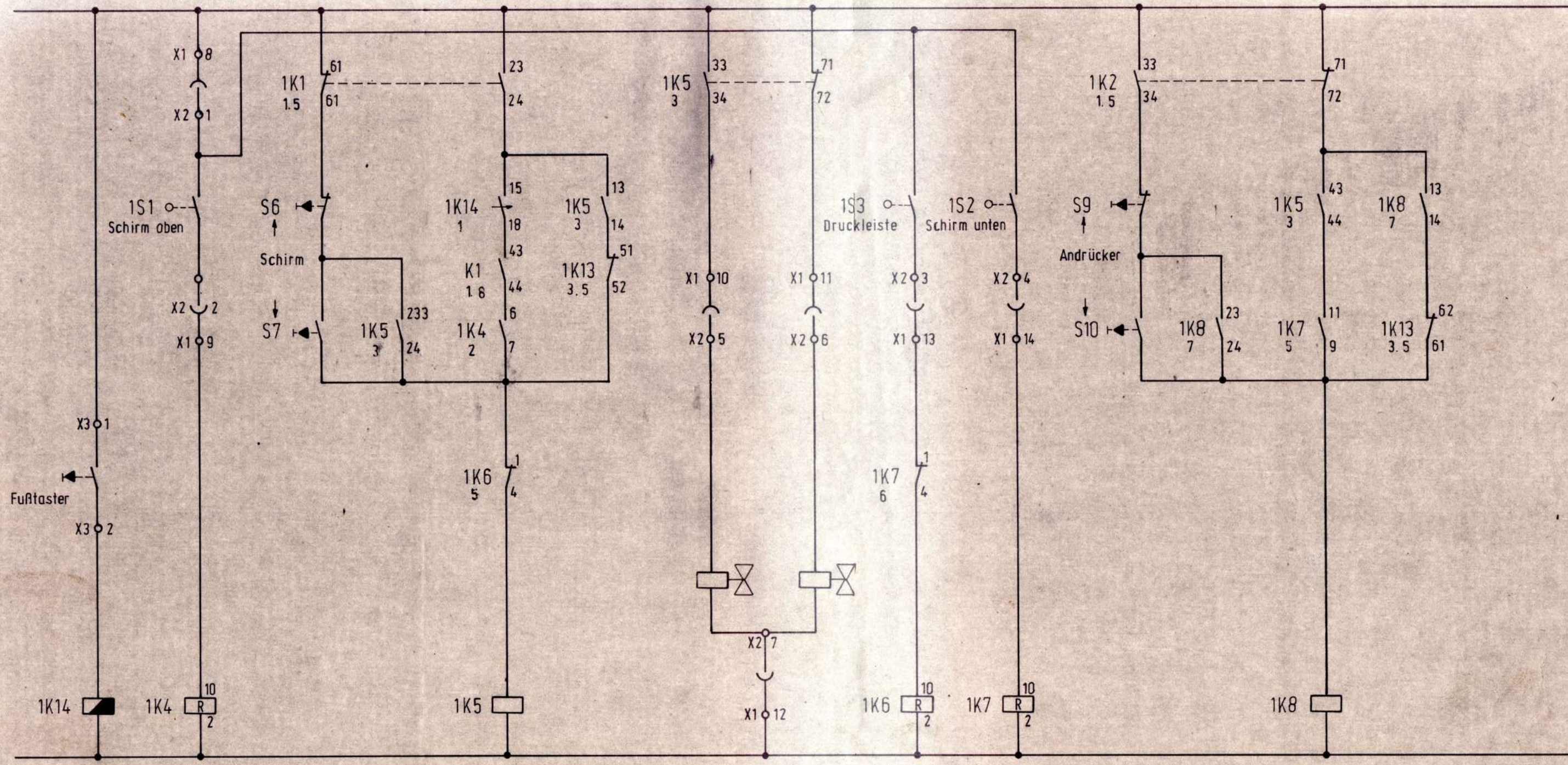


E 6043 Zeichnungsvordruck A 3 nach DIN 6771 Teil 5, mit Raster 30 000 7.78 2453

Datum		2.7.81		LUDWIG WIDANI NÜRNBERG		Beschneidemaschine		BSU 650 SL-31004		=		Blatt 1 +	
Bearb.		I.W./											
Gepr.													
Zustand	Änderung	Datum	Name	Norm	Urspr. / Ers. f. / Ers. d.								

Copying of this document and giving it to others and the use or communication of the contents thereof, are forbidden without express authority. Offenders are liable to the payment of damages. All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder der Eintragung vorbehalten.

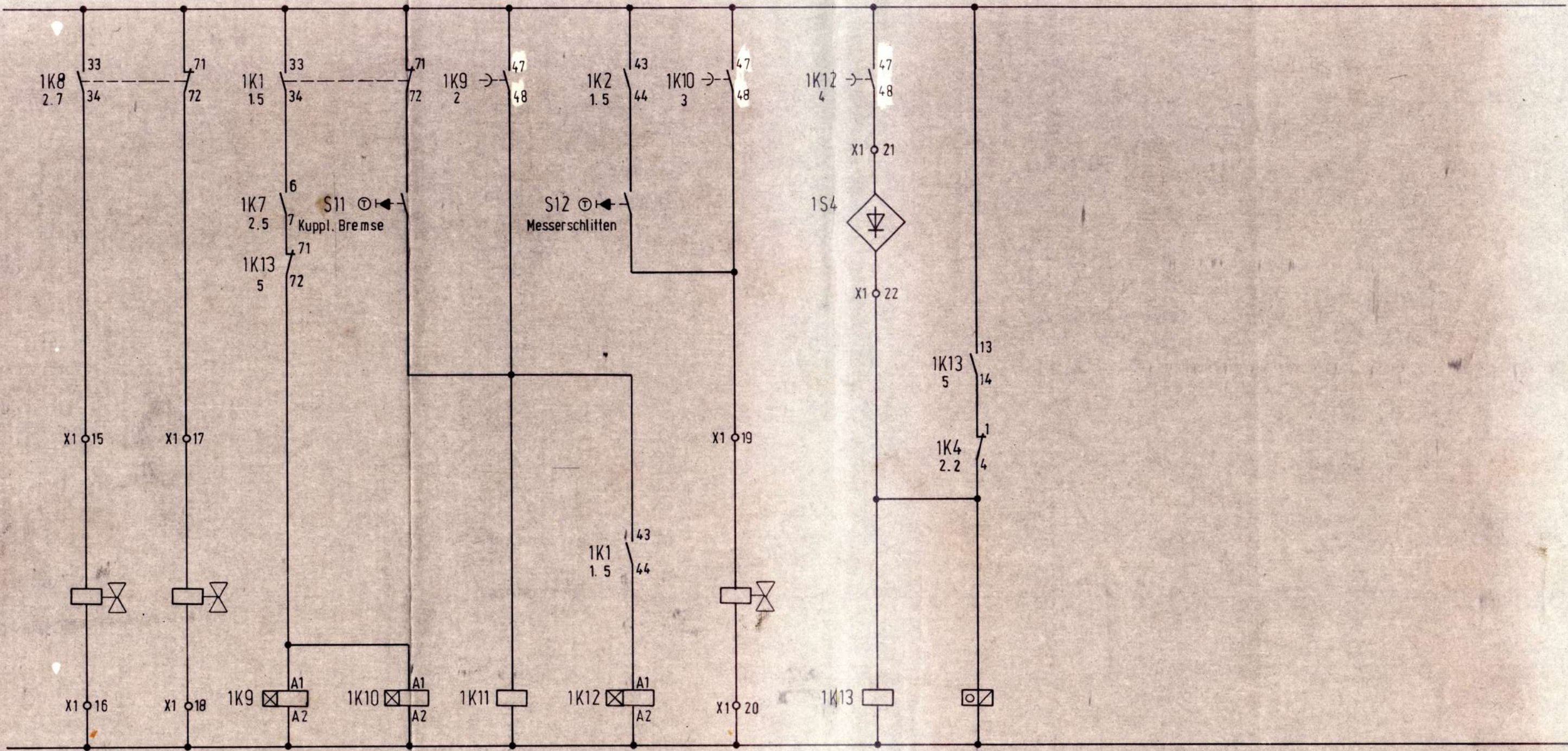


				Datum	2.7.81	LUDWIG WIDANI		sc Beschneidemaschine		BSU 650 SL-31004		=
				Bearb.	I.W./	NÜRNBERG						+
				Gepr.		Urspr. / Ers. f. / Ers. d.				(3)		Blatt 2+
Zustand	Änderung	Datum	Name	Norm							Bl.	

Copying of this document and giving it to others and the use or communication of the contents thereof, are forbidden without express authority. Offenders are liable to the payment of damages. All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder GM-Eintragung vorbehalten.

E 0043 Zeichnungsvordruck A 3 nach DIN 6771 Teil 5, mit Raster 50 000 7.78 2453



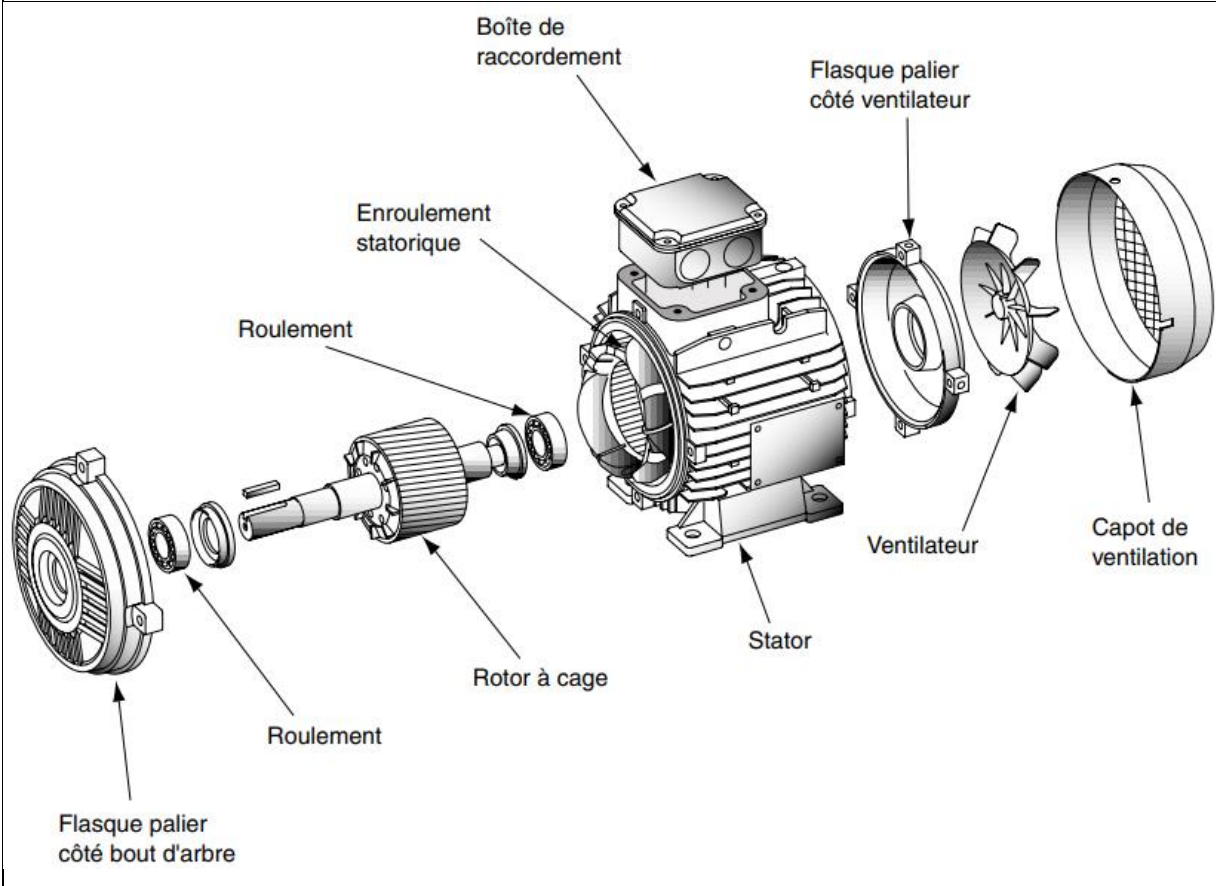
ab Andrücken auf Kuppl. Bremse Verzögerung Messerschlitzen Begrenzung Beschneidezeit Messerschlitzen Stückzahlzähler

13	14	1.3
23	24	1.4
33	34	
43	44	
51	52	1.4
61	62	1.4
71	72	
81	82	

13	14	6
23	24	
33	34	
43	44	
51	52	2.4
61	62	2.8
71	72	2
81	82	

Zustand		Änderung		Datum	2.7.81	LUDWIG WIDANI NÜRNBERG	Beschneidemaschine	BSU 650 SL-31004	=	+	Blatt 3-
				Bearb.	I.W./						
				Gepr.							
				Norm		Urspr. / Ers. f. / Ers. d.					(3)

Annexe N°2 : Dossier technique d'organes du moteur asynchrone triphasé.**Tableau 01** : Dossier technique d'organes du moteur asynchrone triphasé.

ENEL	DOSSIER TECHNIQUE D'ORGANES	810	010	501
DESIGNATION : Moteur asynchrone triphasé				
CONSTRUCTEUR : A.E.G				
<p>CARACTERISTIQUE :</p> <p>Type : AM 1000 LT 06</p> <p>Vitesse : 1450 tr/min</p> <p>Cos : 0.72</p> <p>6.8 A</p> <p>Tension : 220 V</p> <p style="text-align: right;">Puissance : 3 KW</p> <p style="text-align: right;">Fréquence : 50 HZ</p> <p style="text-align: right;">Courant nominale :</p>				
 <p>The diagram shows an exploded view of the motor's internal and external components. Labels include: Boîte de raccordement (terminal box), Enroulement statorique (stator winding), Roulement (bearings), Rotor à cage (cage rotor), Stator (stator), Ventilateur (fan), Capot de ventilation (ventilation cover), and two types of bearing shields: Flasque palier côté ventilateur (fan side bearing shield) and Flasque palier côté bout d'arbre (end shaft side bearing shield).</p>				

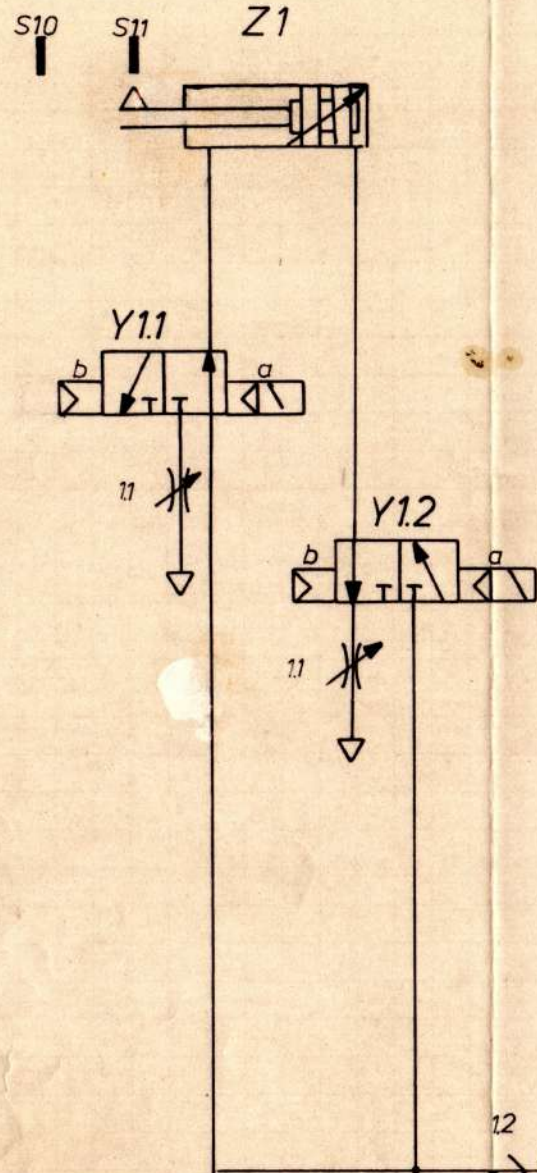
Annexe N°3 : Schéma de circuit pneumatique de la machine à détourer BSU 650.

Nomenclature

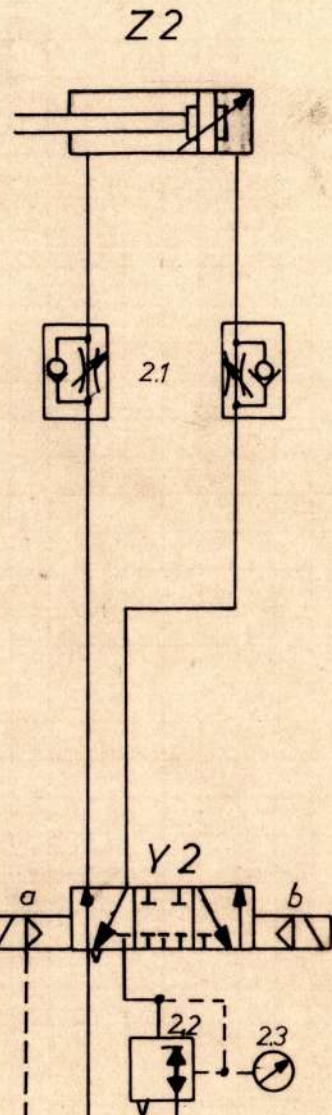
Tableau 02 : Désignation des éléments constitutifs du circuit pneumatique.

Référence	Nombre	Désignation
Z1	01	Vérin à double effet avec amortissement de position
Z2/Z3	02	Vérin à double effet avec double amortissement réglable d'une cote
Z4	01	Vérin simple effet avec tige rentrée au repos à rappel avec ressort
Y1.1/Y1.2	02	Distributeur 3/2 : <ul style="list-style-type: none"> • a : pilotage électropneumatique indirect par pression b : pilotage pneumatique indirect par pression
Y2	01	Distributeur 5/3 à pilotage pneumatique par pression
Y3	01	Distributeur 5/2 à commande : <ul style="list-style-type: none"> • a : pilotage électropneumatique par pression b : pilotage pneumatique par pression
1.1	02	Soupape d'étranglement
1.2/4.2/4.5	03	Raccordement rapide, désaccouplement à commande ouverte
1.3/4.3/4.6	03	Raccordement rapide, désaccouplement à commande fermée par clapet de non retour
2.1/3.1	04	Réducteur de débit unidirectionnel
2.2	01	Régulateur de pression (soupape de réduction)
2.3/3.4	03	Manomètre
3.2	01	Distributeur 3/2 à commande musculaire sans indication du mode de commande
3.3	02	Détendeur
3.5	01	Réception d'air comprimé
3.6	01	Soupape pour surcompression
4.1	01	Limiteur de débit
4.4	01	Distributeur 3/2 à commande par pédale et à retour par ressort
4.7	01	Distributeur 3/2 à double pilotage électropneumatique et à retour par ressort
07	01	Ligne secondaire (source de pression)
05	01	Commande musculaire sans indication du mode de commande
06	01	Groupe de conditionnement (unité d'entretien)
S11/S12	02	Fin de course à contact détecteur de niveau

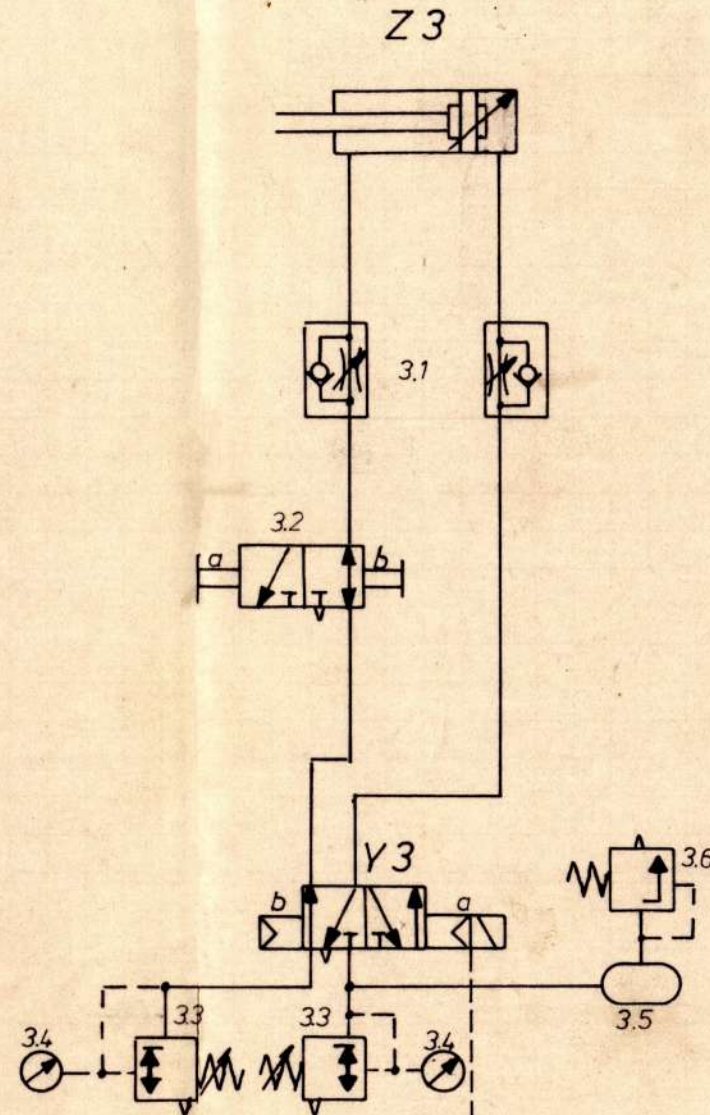
Grille de protection
Schutzschirm
∅ 32x500



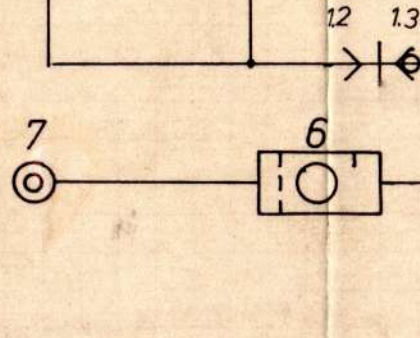
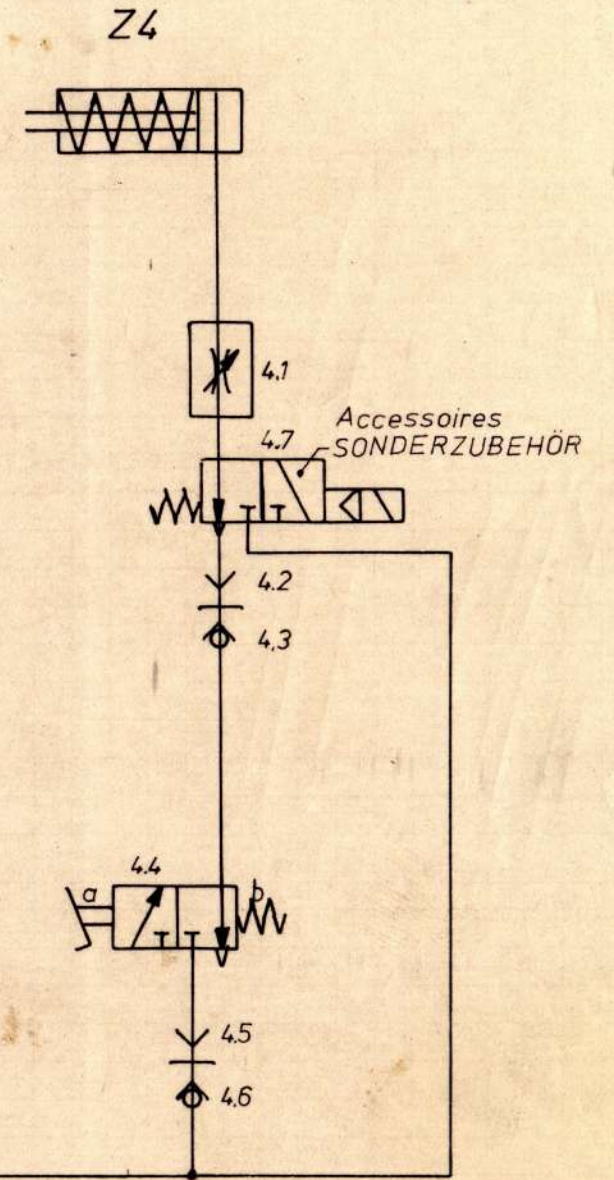
Vérin de pression
Andrücker
∅ 100x350



Matrice de detourage
Messerschlitten
∅ 125x320



Ejecteur
Auswerfer
∅ 50x50



BSU-650 PL-31002
02.07.81/ef

widani

85 NÜRNBERG, ESCHENSTRASSE 35/37
TELEFON 0911/41031, TELEX 06-22138

Annexe N°4 : Présentation de l'entreprise Electro-Industrie.**1. Historique de l'entreprise**

ELECTRO-INDUSTRIES est une entité commerciale qui opère dans le secteur public, bénéficiant d'une autonomie financière importante et d'un code éthique solide. La création de l'entreprise remonte à la restructuration de la SONALEC, une entreprise publique d'électronique. Des problèmes de gestion ont tourmenté l'entreprise, comme pour de nombreuses grandes entreprises qui ont émergé au cours du paysage politique algérien des années 1970, conduisant à la création de l'ENEL (Entreprise Nationale des industries ELectroniques) en 1983.

ENEL, en partenariat avec l'entreprise allemande SIEMENS, est responsable de la production de moteurs, transformateurs et alternateurs. Depuis 1986, ces entreprises ont collaboré pour créer un complexe intégré qui, non seulement fabrique mais commercialise également ces produits. Dans le cadre de cet effort, SIEMENS a également dispensé une formation au personnel d'ENEL.

En réponse aux demandes croissantes du marché et au désir de renforcer la production nationale, il a été décidé d'élargir le programme de production et d'accélérer les efforts d'intégration. Finalement, un pacte a été signé en 1985 pour établir le complexe MEI-AZAZGA, qui allait grandir et évoluer en une entité autonome que nous connaissons maintenant sous le nom de "ELECTRO-INDUSTRIE".



Figure 01:L'entreprise électro-industrie d'Azazga.

L'usine a été créée dans le cadre d'un contrat produit en main avec des partenaires allemands, en l'occurrence :

- Siemens : pour les produits (alternateurs, générateurs, groupes électrogènes).
- Trafo-union : pour les transformateurs.
- Fritz Werner : pour la partie engineering du projet.

2. Présentation de l'entreprise

Electro-Industries Azazga est une société cotée en bourse spécialisée dans la fabrication d'équipements électriques industriels. Située le long de la route nationale N°12 à environ 30 km du chef-lieu de wilaya, TIZI OUZOU, et à seulement 8 km de la daïra d'Azazga. L'électro industrie est une société par action au capital de 4 753 000 000 DA qui est détenue à 100 % par le GROUPE ELEC EL DJAZAIR, agissant pour le compte de l'Etat.

L'entreprise se compose de trois (03) unités techniques, toutes situées sur un même site :

- Unité de fabrication de transformateurs MT/BT
- Unité de fabrication de moteurs électriques, alternateurs
- Unité prestation technique.

La capacité de production de transformateurs de cette entreprise couvre les besoins du marché national à 70% environ. Les ventes de moteurs représentent 30% environ de sa capacité de production, il est à signaler qu'ELECTO-INDUSTRIES est le seul fabricant de ces produits en Algérie.

L'entreprise emploie un effectif de 867 travailleurs dont 25% de cadres ,38% d'agents maîtrise et 37% d'agents d'exécution.

❖ Unité de transformateurs UTR

L'unité des transformateurs fonctionne à 100% de ces capacités. Elle fabrique une moyenne de 5000 transformateurs / an. Elle couvre ainsi 70% de la demande du marché national. La puissance des transformateurs va de 50KVA jusqu'à 2000KVA.

- La tension usuelle en MT est de 5,5 – 10 et 30 KV.
- La tension usuelle en BT est de 400

L'unité de transformateurs dispose de l'ensemble des équipements nécessaires à la fabrication et aux essais des produits finis qui sont réalisés avec un niveau d'intégration équivalente à celui existant dans les entreprises étrangères intervenant dans le même domaine d'activité pour la fabrication des transformateurs, les technologies suivantes sont mises en application :

- Travaux de chaudronnerie ;
- Usinage mécanique ;
- Traitement de surface ;
- Echange BT/MT (base tension/moyen tension) ;
- Découpage de tôle mécanique
- Essais d'électricité en BT et MT.

❖ **Unité de fabrication de moteurs électroniques, alternateur UME**

Les moteurs et alternateurs produits dans cette unité sont similaires à ceux du donneur de License des années 80 (SIEMENS), et ils sont conformes aux recommandations CEI-DIN/VDE. Le niveau de qualité des moteurs et alternateurs a été prouvé par les clients nationaux et étrangers lors des opérations envers l'ex URSS, la France et le Maroc.

La capacité théorique de production de cette unité est de :

- 45000 Moteurs de 0.25 à 15 KW ;
- 45000 Moteurs de 18.5 à 400 KW ;
- 2000 Alternateurs de 16 à 180 KVA ;
- Montage de 400 groupes électrogènes (22-35 et 52 KVA).

L'unité dispose de ressources humaines et matérielles suffisantes pour superviser la création et la production d'outils, d'appareils et de moules. Ils entretiennent également les équipements de leur production ainsi que ceux de l'unité des transformateurs, assurant le bon fonctionnement de l'ensemble des installations d'énergie et de fluides.

Cette unité dispose aussi d'un laboratoire central qui assure les essais physico-chimiques sur les matériaux entrant dans la réalisation des moteurs et transformateurs. L'unité motrice et prestation sont dotées de l'ensemble des équipements nécessaires à la fabrication et aux essais des produits finis.

Les produits sont réalisés avec un niveau d'intégration équivalent à celui existant dans les usines du donneur de licence (SIEMENS).

Pour la fabrication des moteurs/ alternateurs les technologies suivantes sont mises en application :

- Usinage mécanique.
- Découpage de tôle.
- Couler l'aluminium.
- Travaux de tôle.
- Bobinage.
- Traitement de surface.
- Essais électrique.

❖ **Unité prestations techniques (U.P.T)**

Cette unité dispose de moyens humains et matériels pour la prise en charge de :

- La maintenance des équipements des deux unités de production UME et UTR.
- L'exploitation de toutes les installations d'énergie et fluide.
- L'entretien des bâtiments et VRD de toute l'entreprise.
- L'étude et la réalisation des outillages, dispositifs, moules et diverses pièces mécaniques.
- La vérification des équipements de mesure et d'essais.