

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Automatique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme

D'INGENIEUR D'ETAT EN AUTOMATIQUE

Thème

Automatisation d'une machine tour vertical

« TVDA 121 »

Proposé par : DJADI FAIZA

Présenté par :

Dirigé par : Mme BOUDJEMAA F.

ALEM ESSAID
SAIB KHELLEF

Soutenu le : 03 /07 /2012

Promotion 2012

Ce travail a été préparé à : LA SNVI sise a la zone industrielle de ROUIBA ALGER.

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu Dieu qui nous a donnés le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à formuler notre gratitude et notre profonde reconnaissance à l'égard de notre promotrice Mme BOUDJEMAA FADILA pour son encadrement, ses conseils et sa disponibilité : nous tenons à la remercier vivement.

Nous remercions aussi notre Co-promotrice Melle DJADI FAYZA et l'ensemble du personnel SNVI pour le temps qu'ils nous ont réservé et pour leurs éclaircissements utiles ainsi que leur contribution à notre intégration au sein de l'unité DVI, et tous ceux qui nous ont aidés à la réalisation de notre travail, pour avoir mis à notre disposition les moyens possibles.

Qu'il nous soit permis d'exprimer nos remerciements à ceux qui ont accepté de juger ce travail.

Que toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, contribué à l'élaboration de ce travail, trouvent ici notre gratitude.

Essaid and khellaf

<<Dédicace>>

Je dédie ce travail à :

La mémoire de mon père, que Dieu le Tout-Puissant lui accorde Sa sainte Miséricorde et de l'accueillir en son Vaste Paradis ;

Ma très chère mère qui ma beaucoup soutenu, que Dieu la protège ;

Mes Frères et leurs épouses :

SAID,RABAH ,BOUELAME,AHMED,AMAR,DJILLALI ,AZIZ ;H'DA ,LES DEUX NACIRA ET DJEDJIGHA;

Mes Sœurs et leurs époux : OUIZA, BAYA et FAZIA ; R'MDANE, YUCEF.

Mes nièces ; ANAIS, LYDIA, LYSSIA ET IMANE.

A Toutes famille ALEM ;

Tous Mes amis(es) :

La promotion 2012 ;

Tous ceux qui me connaissent.

Que Dieu vous garde.

Essaid

<Dédicace>>

Je dédie ce travail à :

Mes parents ;

Mes frères et sœurs ;

A toute la famille SAIB ;

NORA ;

Tous mes amis(es) ;

La promotion 2012 ;

Tous ceux qui me connaissent.

Que dieu vous garde.

Khellaf

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....

Chapitre I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET LA MACHINE A AUTOMATISER

I.1. Introduction.....1

I.2. Activités de l'entreprise.....1

I.2.1. Activité étude et recherche.....2

I.2.2. Activité production.....2

I.2.3. Activité de distribution et de maintenance.....4

I.3. Organigramme de la SO.NA.CO.ME.....5

I.4 Description de la machine.....6

I.4.1. Le plateau.....8

I.4.2. Moteur et boîte à vitesses.....10

I.4.3. La traverse.....12

I.4.4. Mécanisme d'avances.....13

I.4.5. Chariot vertical sur traverse.....15

I.4.6. La tourelle.....16

I.4.7. Le palpeur.....18

I.5.Conclusion.....20

Chapitre II : ETUDE TECHNOLOGIQUE DE LA MACHINE

II.1. Introduction.....21

II.2. Les pré-actionneurs21

2.1. Sectionneurs.....21

2.2. Les fusibles.....	22
2.3. Le contacteur.....	22
2.4. Relais de protection thermique.....	23
2.5. Les Distributeurs hydrauliques.....	23
II.3. Les actionneurs	24
3.1. Les actionneurs hydrauliques et pneumatiques.....	24
II.4. Les moteurs.....	25
4.1Moteurs asynchrone triphasé.....	25
II.5. Les capteurs.....	27
5.1. Définition.....	27
5.2. Les capteurs fins de course.....	28
5.3. Système de mesure.....	28
5.4. Capteur de pression Pressostat.....	28
5.5. Les détecteurs de proximité capacitif.....	29
5.6. Les détecteurs de proximité inductif.....	30
5.7. Les capteurs de proximité capacitif.....	30
II.6. Conclusion.....	31
 Chapitre III : MODELISATION DU FONCTIONNEMENT DU TOUR PAR L'OUTIL GRAFCET	
III.1. Introduction.....	32
III.2. Définition du GRAFCET.....	32
III.3 Niveau d'un GRAFCET.....	33
3.1. Niveau1.....	33

3.2. Niveau 2.....	33
3.3. La macro étape.....	33
III.4. Fonctionnement du tour.....	34
4.1. Rotation du plateau.....	34
4.2. Mouvements du chariot et de son coulisseau.....	34
4.3. Déplacement rapide du chariot et du coulisseau.....	34
4.4. Mouvement de la traverse.....	34
4.5. Copiage électromagnétique.....	36
III.5. GRAFCET du tour vertical.....	37
III.6. Conclusion	52
Chapitre IV : LES AUTOMATES PROGRAMMABLES (API)	
IV.1.Introduction.....	53
IV.2.Définition.....	53
IV.3.Historique.....	54
IV.4. Principe de fonctionnement d'un API.....	55
IV.5. Structure d'un système automatisé.....	56
IV.6. Domaines d'emploi des API.....	56
IV.7. Les critères de choix	57
IV.8. Etude de l'automate S7-300	57
IV.9. Modules de l'automate S7-300.....	58
IV.9.1 Module d'alimentation PS.....	59
IV.9.2 Unité centrale CPU.....	59
IV.9.3 Modules signaux SM d'entrées.....	60
IV.9.4 Modules signaux SM de sortie.....	60

IV.10. Programmation avec le logiciel STEP7.....	60
IV.10.1. Présentation du Step7.....	60
IV.10.2. Configuration matérielle pour l'automatisation du tour.....	61
IV.10.3. Le langage CONT	62
IV.10.4. La bascule SR.....	64
IV.11.Conclusion.....	65

CONCLUSION GENERALE.....	66
---------------------------------	-----------

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Introduction générale

L'industrie, que l'on peut qualifier de qualité et de quantité, ne cesse d'exiger un matériel de production de plus en plus performant.

En effet, l'évolution rapide des nouvelles technologies a permis de contourner la plupart des difficultés rencontrées dans le monde industriel, et a fourni plusieurs possibilités pour satisfaire les exigences et les critères demandés. C'est pour cette raison qu'on veut remplacer la logique câblée par une commande automatique à base d'automates programmables de nouvelle génération qui devienne de nos jours le cœur de toute unité industrielle moderne.

L'automate programmable industriel est l'organe principal de réglage de la boucle placée dans un procédé industriel, en vue de le contrôler. Il a pour tâche principale, la récolte des informations relatives à l'état du système, à partir des différents capteurs via ses interfaces d'entrées et les traiter pour prendre une décision. Ainsi commander les actionneurs via ses interfaces de sorties suivant une logique de fonctionnement mise en évidence par un programme inscrit dans la mémoire.

L'automatisation est considérée comme l'étape d'un progrès technique où apparaissent des dispositifs susceptibles de seconder l'homme, non seulement dans ses efforts musculaires, mais également dans son travail intellectuel de surveillance et de contrôle.

Le but de ce travail est l'élaboration d'une solution à base d'API pour automatiser un tour vertical TVDA121 de la Société National de Véhicules Industriels SNVI.DVI ROUIBA. Ce tour est utilisé pour l'usinage des pièces de révolution, équipé d'un système de copiage pour la réalisation de gravures circulaire sur des matrices de forges.

Le présent travail s'articule autour de quatre parties :

- **La première partie** : Présente une description du processus industriel et les différents constituants du tour vertical.
- **La deuxième partie** : On présentera une étude technologique de la machine.

- **la troisième partie**, on présentera une étude générale sur les GRAFCET et l'application du **GRAFCET** niveau 1 et niveau 2 à notre système (usinage des pièces automatiquement).
- **La partie quatre**, on présentera une étude générale sur les automates programmables industriels leurs fonctionnements, leurs architectures et leurs critères de choix. En suite nous décrivons l'automate choisi pour notre application qui est le S7 300 de Siemens. Puis on fera ressortir le software de la commande des actionneurs pour système d'usinage, qui sera édité dans le langage de programmation CONTACT et la simulation du programme par STEP7.

En fin nous terminons par une conclusion générale.

I.1. Introduction

La **SONACOME** est une société nationale créée en 1967 pour promouvoir et développer les industries mécaniques en Algérie. Au début de sa structuration, la SONACOME se présentait comme unités de production, dont sept (07) en phase démarrage, succursales, commerciales et 38 points de vente opérationnels. Le schéma de restructuration de la SONACOME retenu a donné naissance à onze (11) entreprises nouvelles, dont la SNVI. L'Entreprise Nationale des Véhicules Industriels (**SNVI**) est née par décret 81-342 du 12/12/1981. Elle a hérité des structures, moyens, biens, activités, monopole à l'importation et le personnel géré par la **Société Nationale de Construction Mécanique** (SONACOME) par décret n° 81-345 du 12/12/1981.

La SONACOME a été créée par ordonnance n° 67-150 du 09/08/1967 ayant pour vocation l'exploitation et la gestion des usines de construction mécanique du secteur public. Son organisation regroupe dix divisions dont la DVI, future SNVI.

En 1995, la SNVI est devenue une société par actions au capital social de 2,2 milliards de dinars.

I.2. Activités de l'entreprise :

L'Entreprise Nationale des Véhicules Industriels (SNVI) issue de la restructuration de la SONACOME est chargée, dans le cadre du plan national du développement économique et social, de la recherche, le développement, l'importation et la distribution de pièces pour véhicules industriels.

Elle se spécialise dans les composants suivants :

- ✓ Les camions
- ✓ Les autocars, autobus, minicars, minibus
- ✓ Les camions spéciaux
- ✓ Le matériel tracté (remorques, semi-remorques, et autres.....)
- ✓ Les pièces brutes de fonderie.

D'une manière générale, tous véhicules destinés au transport routier de personnes ou de marchandises, d'une charge utile supérieur à 1,5 tonne. D'autre part, la SNVI est chargée

d'assurer et de promouvoir les activités d'après vente des véhicules industriels par la mise en place de leurs moyens de maintenance.

I.2.1. Activité étude et recherche :

Cette activité est assurée par l'**Unité d'Etude et Recherche « UER »**. Elle a pour missions :

- ✓ L'innovation et le lancement de nouveaux produits
- ✓ L'amélioration de la qualité et la fiabilité
- ✓ L'acquisition et la maîtrise des nouvelles technologies
- ✓ La diversification des sources d'approvisionnement

I.2.2 Activité production :

Cette activité est assurée par (04) quatre unités opérationnelles:

- ✓ **Unité Carrosserie Rouïba (U.C.R)**
- ✓ **Unité Fonderie Rouïba (U.F.R)**
- ✓ **Unité Carrosserie Tiaret (U.C.T)**
- ✓ **Division Véhicules Industriels (D.V.I)**

➤ Unité Carrosserie de Rouïba (U.C.R) :

Mise en production en Septembre 1979, cette unité intégrée initialement au C.V.I/ ROUIBA, est autonome depuis 1987. Sa fonction est de fabriquer une variété de produits de carrosserie portées ou tractées.

Elle dispose pour cela des ateliers principaux suivants :

- ✓ Atelier de débitage
- ✓ Atelier de mécanique
- ✓ Atelier d'assemblage
- ✓ Atelier de montage
- ✓ Atelier de peinture

➤ **Unité Fonderie Rouïba (U.F.R) :**

Mise en production en 1984, cette unité intégrée à l'origine au C.V.I/ROUIBA, est autonome depuis le 1987. Elle est d'une capacité contractuelle de 10.000 tonnes de pièces brutes de fonderie par an.

➤ **Unité de Carrosserie de Tiaret (U.C.T) :**

Mise en production en 1982, elle est d'une capacité contractuelle de 9000 carrosserie/an. La carrosserie de Tiaret fabrique essentiellement le matériel tracté et les équipements destinés à faire monter sur des châssis cabine SNVI.

➤ **Division Véhicules Industriels (D.V.I) :**

Cette unité ayant pour activité d'origine, le montage de camions et d'autobus, leurs ventes ainsi que la distribution des pièces de rechange.

❖ Notre stage a été effectué au niveau du bâtiment mécanique qui fait partie de l'unité DVI.

La **D.V.I** fabrique actuellement sept (7) types de produits de base : camions, autobus, autocars. Le taux d'intégration global moyen en usine est de l'ordre de 58%, ce qui nécessite la mise en œuvre d'une technologie variée et complexe au sein des différents centres de fabrication dont les plus importantes sont : La forge, l'emboutissage, l'usinage et traitement thermique ainsi que montage.

La DVI est l'une des plus importantes unités de la société, elle se compose des blocs suivants:

- Direction des fabrications.
- Bâtiment mécanique.
- Bâtiment forgeage.
- Tôlerie –emboutissage.
- Bâtiment de montage autobus.
- Département de gestion industrielle.

I.2.3. Activité de distribution et de maintenance :

Cette activité est assurée sous les directives de deux (02) directions importantes :

➤ **Direction Marketing et Ventes (DMV) :**

Pour améliorer son potentiel de distribution, la SNVI a mis en place une unité de gestion de produit Implantée à ROUIBA sur le site du complexe, cette unité a pour missions principales :

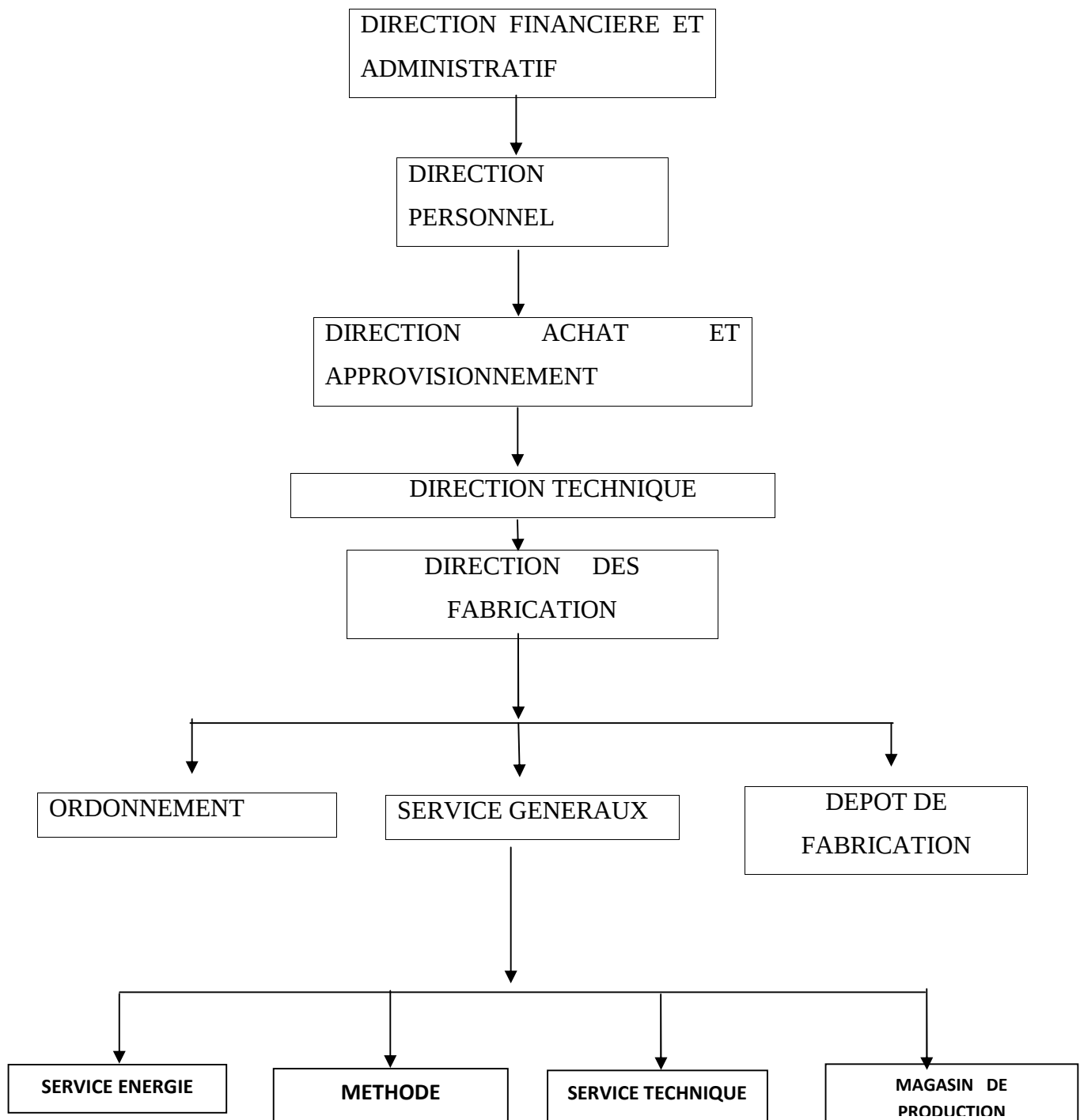
- ✓ Réception et contrôle de véhicules.
- ✓ Mise en carrosserie des véhicules.
- ✓ La préparation de ces véhicules.
- ✓ Livraison vers les unités commerciales.
- ✓ Gestion des stocks.

➤ **Direction Centrale Après Vente (DCAV) :**

Les activités importantes de la DCAV sont assurées par onze (11) unités commerciales réparties à travers le territoire national.

Principalement la DCAV chargée d'assurer :

- ✓ La vente des véhicules neufs
- ✓ La vente de pièces de rechange
- ✓ Le service Après Vente
- ✓ La réparation et la rénovation des parcs régionaux de ces produits

I.3. Organigramme de la SO.NA.CO.ME :

I.4 Description de la machine :

La présente machine est un tour vertical TVDA 121 semi automatique équipé d'un système de copiage pour la réalisation des gravures circulaire sur des matrices de forges.

La figure (I.1) illustre la vue de face en image de la machine



Fig I.1 : vue de face de la machine

Le tour vertical TVDA121P se compose essentiellement des éléments suivants (Fig. I-1) :

- 1- Un bâti de forme enveloppante à nervures internes formant des cellules ;
- 2- Un plateau à rainures à 4 mors rapportés ;
- 3- Un moteur et sa boîte de vitesses ;
- 4- Une traverse déplaçable et son moteur de commande (monté et baisse) ;
- 5- Un chariot vertical à tourelle revolver pentagonale et sa boîte d'avances ;
- 6- La figure (I.1) illustre la vue de face et la vue de profil de la machine

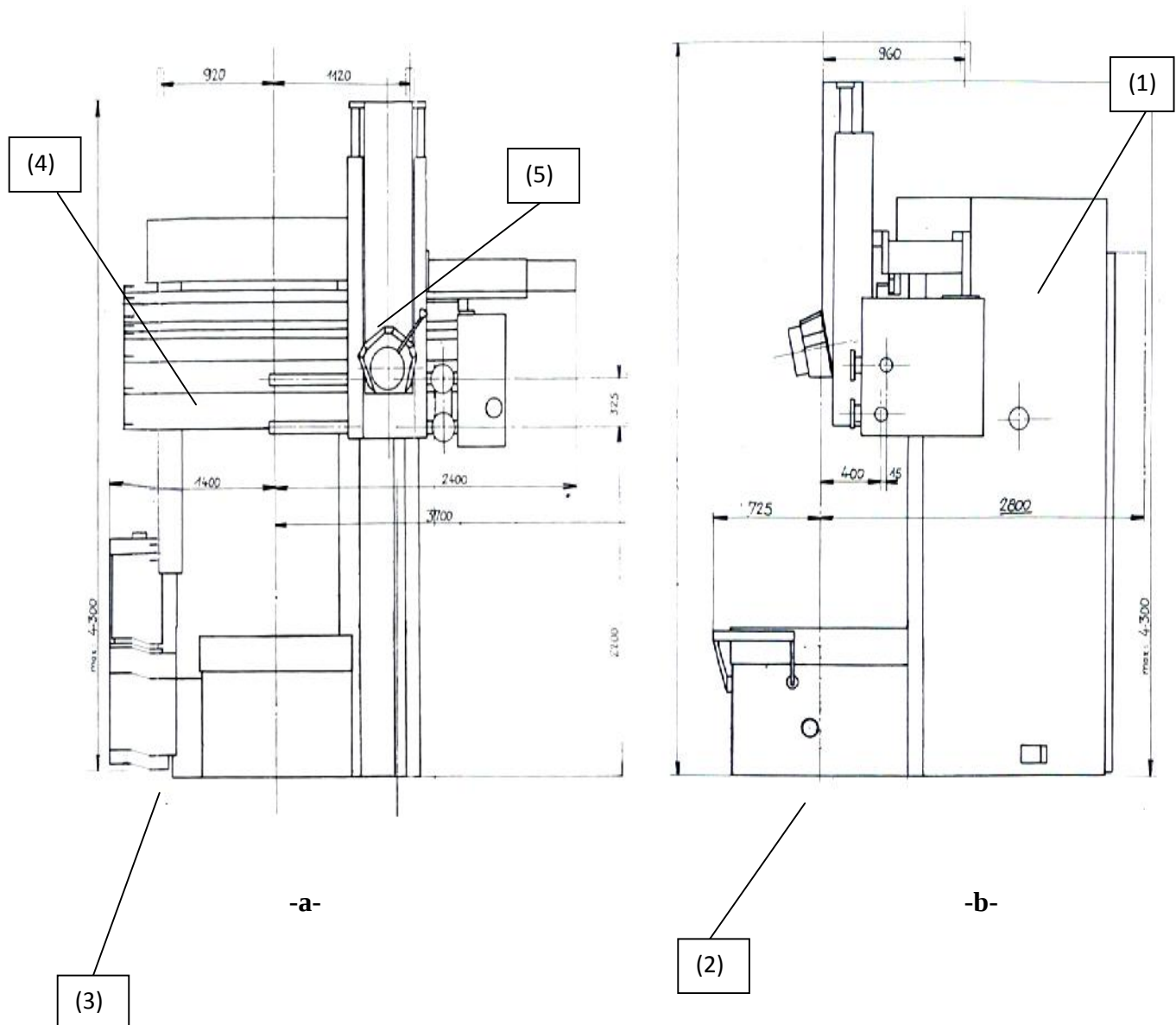


Fig. I.2 : Le tour : (a) vue de face, (b) vue de profil.

I.4.1. Le plateau :

La commande du plateau est réalisée par un montage mécanique composé des éléments suivants (**Fig. I-3**) :

- 1- Une roue-pivot d'entraînement du plateau ;
- 2- Un corps de centrage ;
- 3- Une butée ;
- 4- Un pignon d'entraînement ;
- 5- Une roue dentée d'entraînement ;
- 6- Un arbre intermédiaire équipé de deux roues de transmission ;

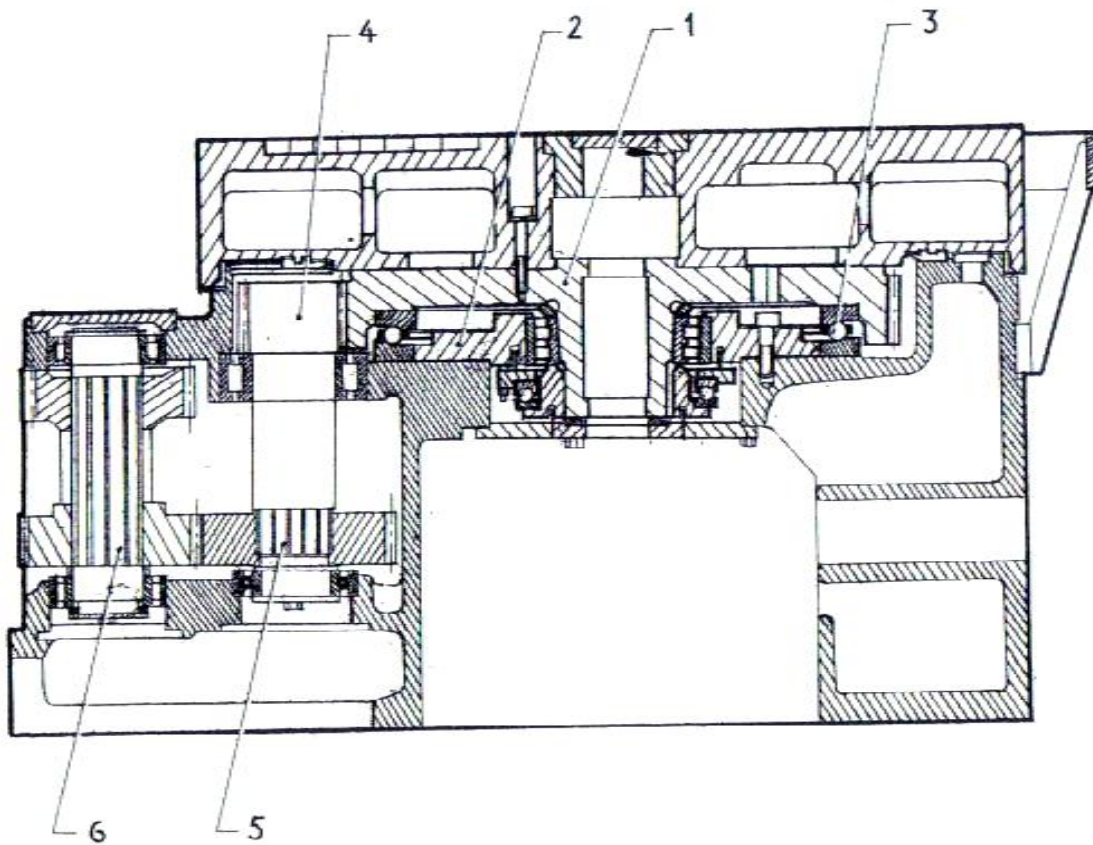


Fig. I.3 : Vue de profile du mécanisme interne du plateau

❖ Graissage du plateau:

Le graissage du plateau s'effectue sous pression. L'huile provient de la bêche située dans le carter de la boîte à vitesses. L'électrovalve VA8 (**voir L'ANNEXE B**) au repos, est en position graissage et permet à l'huile provenant du refoulement de la pompe d'alimenter, sous une pression d'environ 3Kg/cm^2 , le circuit de graissage de la boîte de vitesses.

Un mono-contact (2) commande un Klaxon (3) et débraye le mouvement d'avance de l'outil, lorsque la pression du circuit de graissage tombe au dessous de 1Kg/cm^2 .

L'utilisateur prévenu par l'avertissement sonore doit arrêter le plateau. L'arrêt automatique ne peut être retenu sous peine de casser l'outil engagé dans la pièce à usiner.

Il est à noter que pendant la période de changement des vitesses (excitation de VA8 ; **voir L'ANNEXE B**) la pression de graissage devient nulle, une temporisation évite le déclenchement d'un faux avertissement sonore. La capacité de la bêche est de 100 litres.

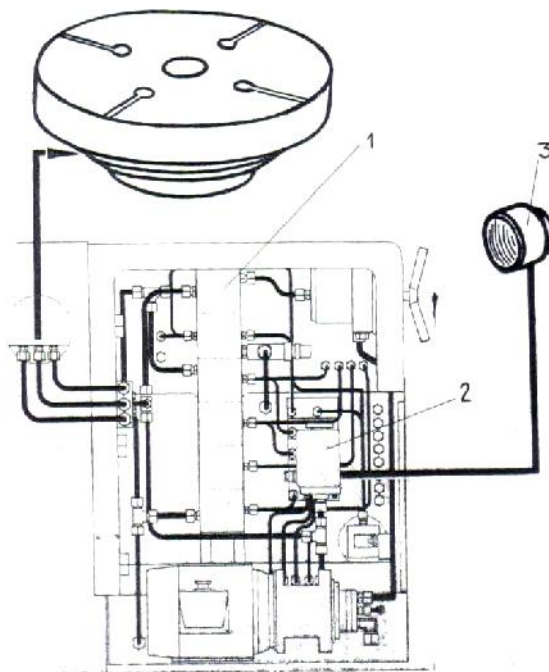


Fig. I.4 Graissage du plateau

I.4.2. Moteur et boîte à vitesses :

Moteur asynchrone triphasée

Vitesse : 1450 tours/minute

Puissance : 45 KW

Sortie : Verticale

Boîte à vitesses : Elle est constituée essentiellement de 7 trains de pignons et de 4 baladeurs (illustrée par la figure **(Fig. I-5)** ; Tous les axes sont verticaux et les pignons sont à dentures droites ou hélicoïdales cémentés rectifiés. La combinaison permet d'obtenir 16 vitesses différentes.

Mise en œuvre : L'opérateur sélectionne la vitesse avec le commutateur (4) agissant sur les vérins de commande des baladeurs. En même temps le moteur auxiliaire est actionné afin de permettre l'engrènement des pignons (voir schéma hydraulique). En agissant sur le bouton poussoir (5) il met en service le moteur principal. Un commutateur de sens de marche et impulsion (7) permet de faire tourner le plateau dans un sens ou dans l'autre, de manière continue ou par intermittences. L'arrêt du plateau s'effectue par le bouton poussoir (6).

Les vitesses du plateau peuvent être présélectionnées pendant sa marche mais le passage des vitesses ne s'effectuera que lorsque l'opérateur agit sur bouton poussoir (8) de changement de gamme.

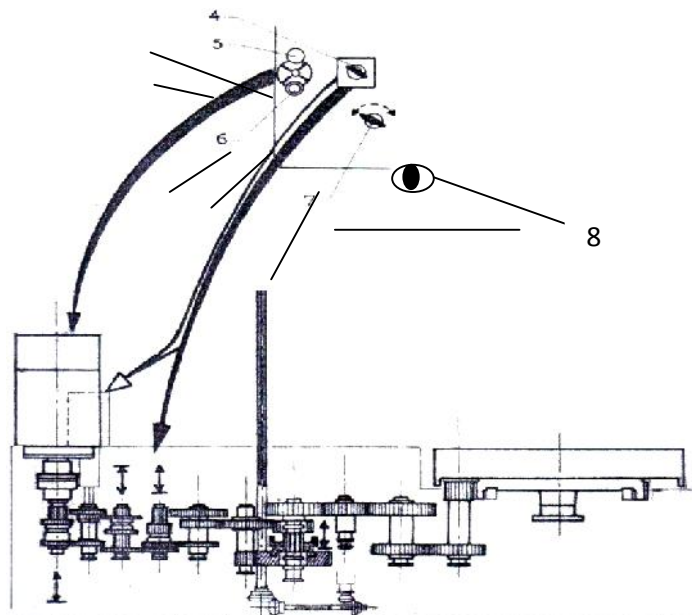


Fig. I.5 : Moteur et Boîte à vitesses

❖ **Graissage la boite à vitesses:**

Le graissage de la boite à vitesses s'effectue selon la même procédure de graissage du plateau.

Le schéma suivant illustre le processus :

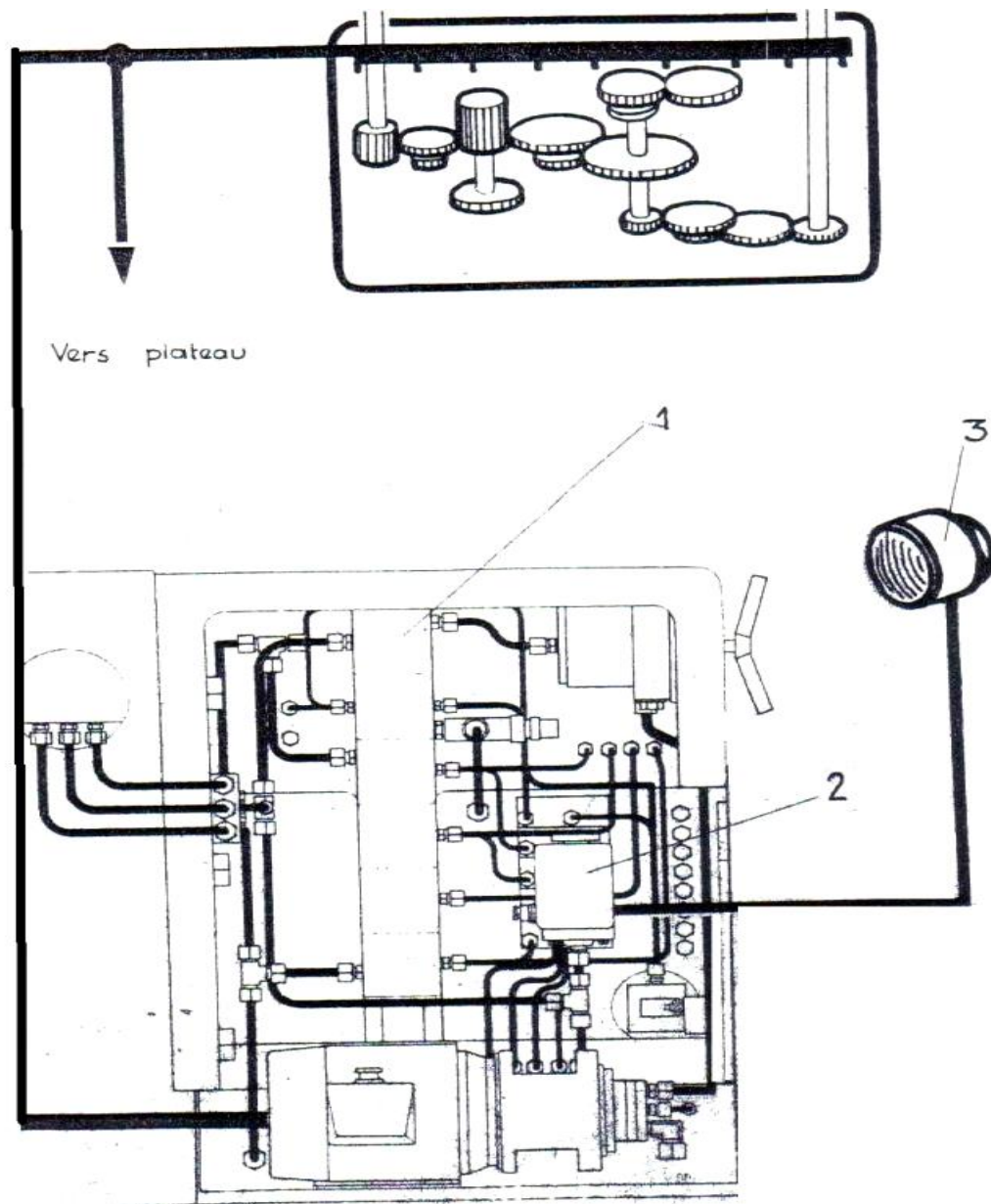


Fig. I.6 Graissage de la Boite à vitesses

I.4.3. La traverse :

Le mouvement (monté et baisse) de la traverse est obtenu par un moteur asynchrone et un dispositif à deux vis. Ce dispositif comporte :

- 1- Moteur : Type : Asynchrone ;
 Vitesse : 1450 tours/minute ;
 Deux sorties horizontales ;
- 2- Un accouplement réglable permettant d'obtenir une position angulaire correcte des deux vis.
- 3- Un axe ;
- 4- Deux vis sans fin ;
- 5- Deux roues à vis ;
- 6- Deux vis mères ;
- 7- Deux écrous fixes sur traverse ;

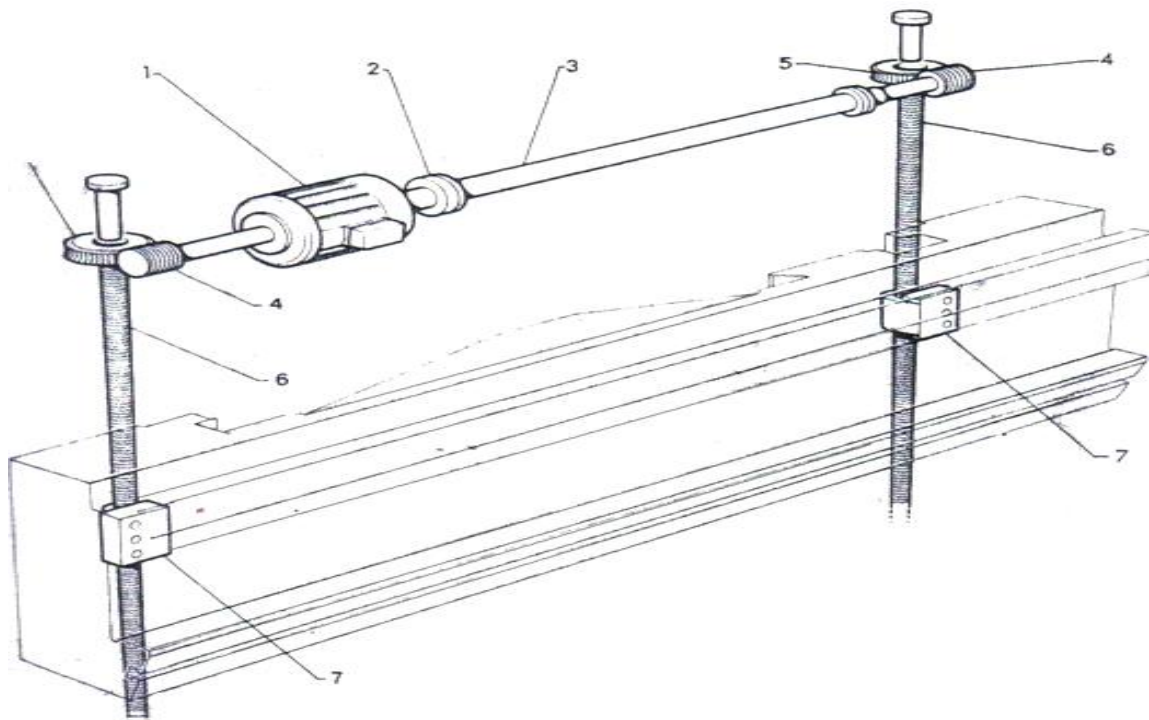


Fig. I.7 : Traverse et dispositif à deux vis mères

I.4.4. Mécanisme d'avances :

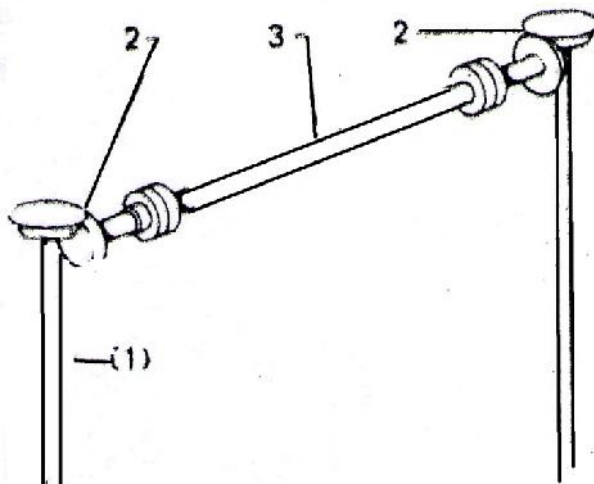
- Entrainement : les différentes boîtes d'avances reçoivent leur mouvement de la boîte des vitesses, par l'intermédiaire d'un arbre cannelé(1).

Un dispositif mécanique de renvoi passant dans les carters de levage de la traverse permet l'entraînement des boîtes d'avances situées à droite du tour. Ce dispositif, dont le **schéma 1** donne le principe, est composé de:

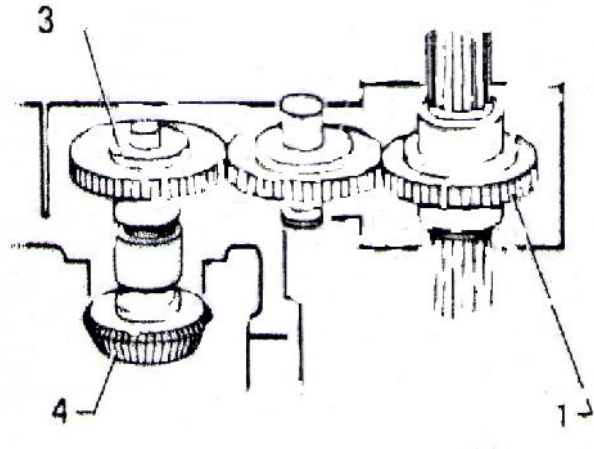
- Deux jeux de pignons coniques (2).
- Un arbre transversal (3).

- Distribution :

La distribution à chaque boîte d'avances est réalisée par une prise de mouvement (**schéma 2**), comportant un pignon (1) entraîné par l'arbre cannelé, 2 pignons intermédiaires (2 et 3) et une roue conique (4) en prise sur la boîte d'avances.



- schéma : 1 -



- schéma : 2 -

Fig. I.8 Boîte d'avances

❖ **Graissage :** (voir figure -I.9)

- Graissage entrainement boites d'avances droites :

Le graissage est réalisé par barbotage dans les deux cartes de lavage de la traverse. Chaque carter a une contenance de 4 litres d'huile.

- Graissage boites d'avances :

Chaque boîte d'avances est dotée d'un graissage individuel. Celui ci est réalisé sous une pression d'environ 2kg/cm^2 , par un groupe moto pompe (1).chaque carter de boîte d'avances dispose d'une bache (2) de 15 litres d'huile .la pompe aspire d'huile et le refoule vers un distributeur (3) alimentant les différents points de graissage .la pression de graissage est contrôlée par manocontact (4) relié a un klaxon (5).

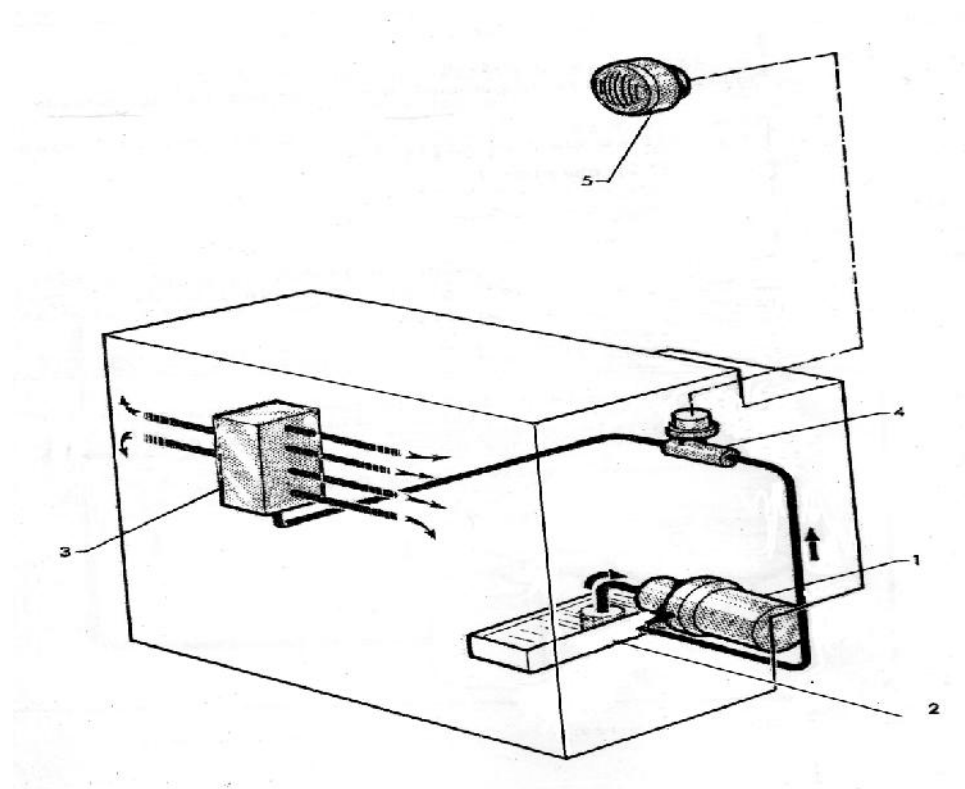


Fig. I.9 Pompe de graissage

I.4.5. Chariot vertical sur traverse :

L'avance horizontale est réalisée par un système visse-mère/écrou. La visse-mère prend son mouvement à partir de la boîte à vitesse correspondante à l'écrou est fixe sur le chariot.

L'avance verticale (**schéma-1-**) est assurée par un arbre cannelé prenant son mouvement à partir de la boîte d'avances. Un dispositif de renvoi constitué par deux jeux de pignons coniques à 90° permet d'attaquer la visse-mère solidaire d'un écrou fixe.

Les avances verticales et horizontales peuvent s'effectuer manuellement au moyen de volants.

Le coulisseau (**schéma -2-**)est soutenu par deux vérins pneumatiques de telle sorte qu'il soit constamment en position sur la visse de translation verticale. Cette compensation permet de rattraper le jeu indifféremment en phase travail ou repos. De plus, ils assurent un déplacement aisé du chariot en commande manuelle.

Un manomètre muni d'un repère rouge indique la pression d'équilibrage et l'utilisateur peut augmenter cette pression en agissant sur une valve de commande selon l'outil utilisé et l'usinage à réaliser.

Le coulisseau peut être incliné de 30° de part et d'autre de la verticale selon une procédure manuelle.

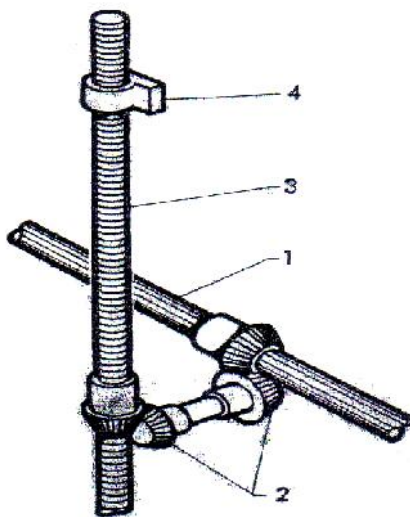


Schéma -1- Système d'avance verticale

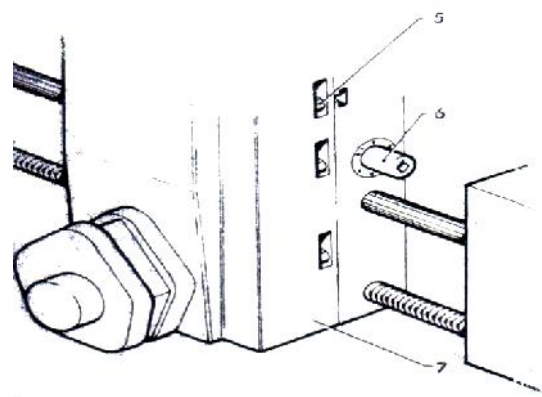


Schéma -2- Le coulisseau

Fig. I.10 : Chariot, coulisseau et système d'avance verticale

I.4.6. La tourelle : (voir la figure Fig. I.11)

La tourelle (1) est montée sur le coulisseau du chariot par l'intermédiaire de dentures radiales cette denture a pour but d'assurer un accouplement efficace et une position rigoureuse de la tourelle le maintien de l'accouplement est assuré par la pression du disque à came(3) agissant sur la tourelle par la butée à billes (4).

Déblochage mécanique :

L'action sur le levier (5) dans le sens des aiguilles d'une montre entraîne la rotation du disque à cames (3) et pousse le dernier à gauche.

Dans son déplacement il entraîne la couronne (7) solidaire de la tourelle (1) et le coulisseau (12).

Rotation de la tourelle :

Elle est réalisée par la manœuvre de la manivelle (8). Le pignon (9) commande la couronne (7) à dentures intérieures solidaires de la tourelle. Deux tours de manivelle sont nécessaires pour faire pivoter la tourelle d'un cinquième de tour.

Déblochage mécanique :

L'action sur le levier(5) dans le sens contraire aux aiguilles d'une montre entraîne la rotation du disque à cames (3), les cames de profil conjugué (10 et 11) impriment au disque (3) un déplacement vers la droite. Les dentures (2) s'engagent dans celles de la tourelle (1).

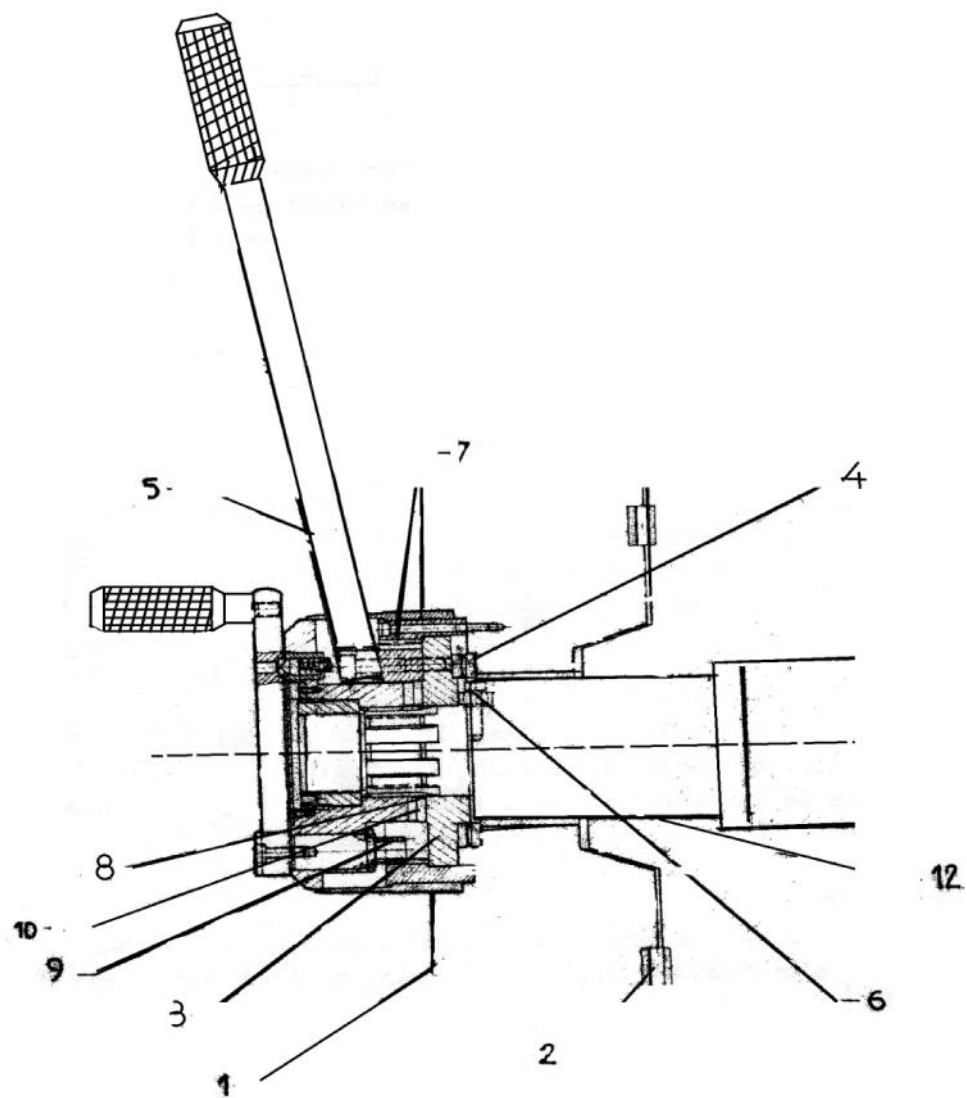


Fig.I.11.la tourelle

- Son graissage s'effectue par barbotage à l'intérieur d'un carter dont la réserve est de 2 litres d'huile.

I.4.7. Le palpeur :

Le palpeur est un appareil d'une très grande sensibilité et précision, tout en étant d'une très grande robustesse, spécialement étudié pour s'intégrer dans un ensemble de reproduction. Il a pour but de recommander électriquement, à partir d'un gabarit un ou deux mouvements situés dans un même plan sur une machine, et en même temps, de contrôler l'exécution de ces mouvements. Cette propriété de commande et de contrôle permet d'utiliser le palpeur dans d'autres applications, où l'on a besoin de précision. Cette précision est obtenue avec des contacts réglables d'une grande précision et d'un fonctionnement sûr.



Fig. I.12. Vue de face du palpeur

La déviation imprimée au doigt de palpeur (A), solidaire de la tige (B) oscillant autour du point (C), est transmise à l'axe coulissant (D) par l'intermédiaire de la bille (E).

Le mouvement oscillant de la tige (B), qui peut s'effectuer dans toutes les directions situées dans un plan perpendiculaire à son axe, transformé en un mouvement rectiligne de l'axe (D).

Cet axe (D) agit directement sur le levier (F), articulé en (G), qui porte les contacts (H), réglés chacun pour une déviation donnée du doigt de palpation.

Un ressort (I) équilibre l'ensemble mobile.

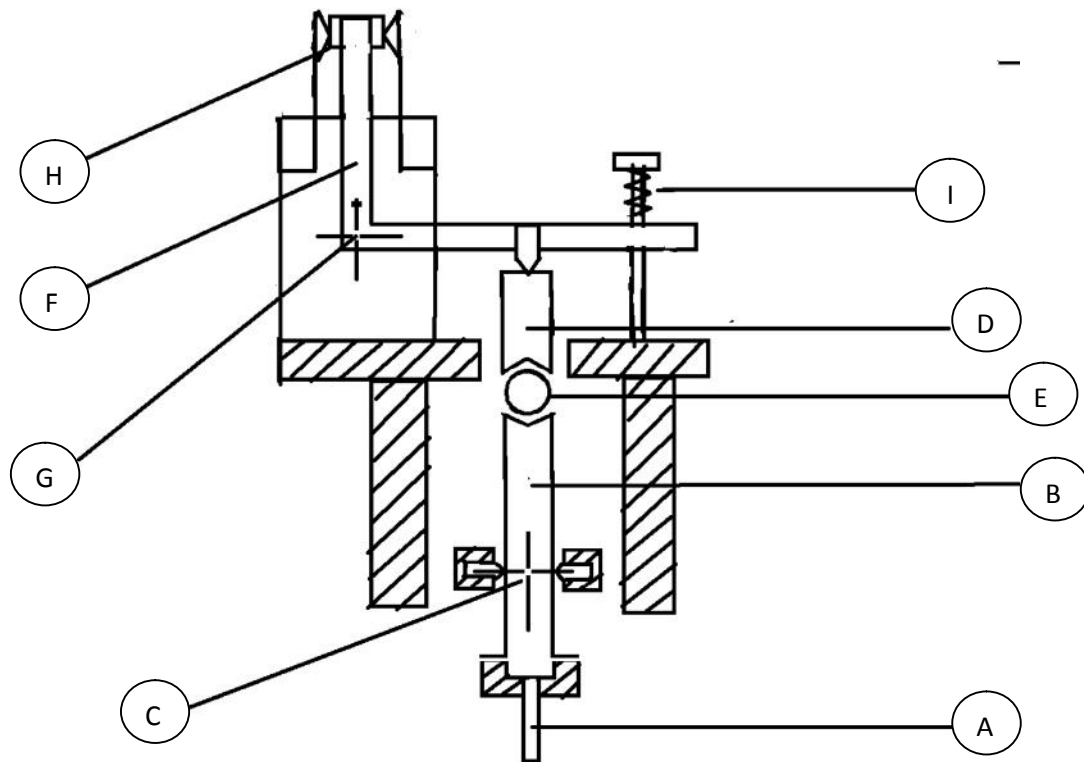


Fig. I.13. Schéma du palpeur

Les contacts électriques sont actionnés par le déplacement de la touche de palpement dans un plan perpendiculaire à l'axe général du palpeur.

La touche de palpement peut dévier dans toutes les directions situées dans ce plan.

Toutes les déviations de la touche d'égale amplitude entraînent le même déplacement au niveau des contacts.

Le palpeur est doté de deux sécurités :

- La sécurité électrique : Arrêtant tout mouvement lorsque la déviation imprimée à la touche est supérieure aux déviations de travail.
- La sécurité mécanique : Intervenant pour une déviation encore plus grande risquant de détériorer les parties délicates du palpeur, et qui est constituée par une pièce de rupture en forme de bague, et dont le remplacement est très simple et très rapide.

Pour un bon usage du palpeur, il est indispensable de disposer de doigt ou porte outils de palpation interchangeable et rigoureusement centrés.

I.5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait une description générale de l'Entreprise Nationale pour les Véhicules Industriels (SNVI) , une représentation du tour vertical TVDA121P et la machine dont nous avons été chargés d'automatiser.

Dans le deuxième chapitre, nous allons définir les principaux actionneurs, pré-actionneurs et capteurs qui composent un automatisme, surtout, ceux que l'en trouve dans ce tour.

II.1. Introduction:

Le développement accru des moyens et surtout de l'automatisation ont permis à la technologie pneumatique, hydraulique et électrique, de s'associer entre elles pour cumuler leurs avantages dans le domaine de la commande et celui de la puissance.

Dans ce chapitre nous nous intéressons aux principaux éléments d'un automatisme (pré-actionneurs, actionneurs, capteurs).

II.2. Les pré-actionneurs :

2.1. Sectionneurs :

Le sectionneur est un appareil mécanique de connexion capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsque le courant est nul ou pratiquement nul afin d'isoler la partie de l'installation en aval du sectionneur.

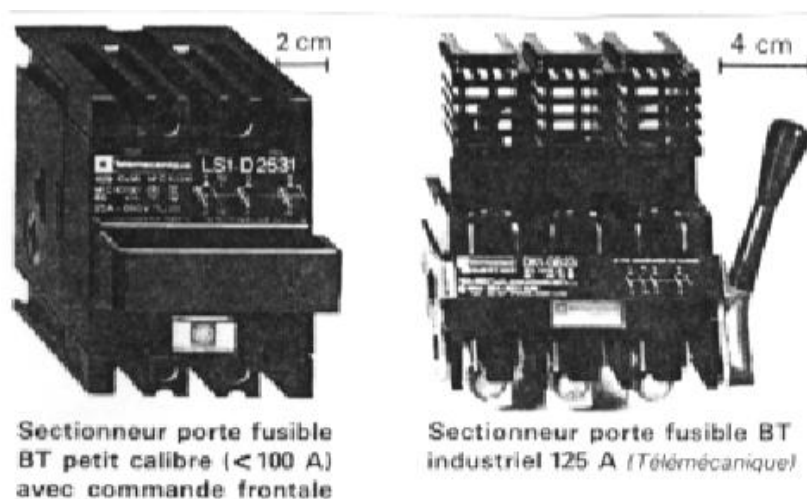


Fig. II.1. Sectionneurs portes fusibles

- - Le sectionneur n'a pas de pouvoir de coupure ou de fermeture.
- - La coupure doit être visible soit directement par observation de la séparation des contacts, soit par un indicateur de position si les contacts ne sont pas visibles.
- Le sectionneur peut-être verrouillable par un cadenas en position ouvert. C'est une sécurité sur un circuit des personnes qui travaillent en aval du sectionneur.

2.2. Les fusibles :

Un fusible est un appareil de protection dont la fonction est d'ouvrir par fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet le circuit dans lequel il est inséré et d'interrompre le courant lorsque celui-ci dépasse, pendant un temps suffisant, une valeur précisée.

Les différentes classes de fusibles sont :

Classe g I : fusible à usage général. Ils protègent contre les surcharges et courts-circuits.

Classe g II : fusible d'usage temporisé dont le temps de fusion est retardé.

Classe aM : accompagnement moteur: ces fusibles sont prévus uniquement pour la protection contre les court-circuit. Ils sont surtout prévus pour la protection des moteurs à courant alternatif. La protection contre les surcharges doit être assurée par un autre dispositif tel que relais thermiques par exemple. Ces fusibles sont de couleur verte.

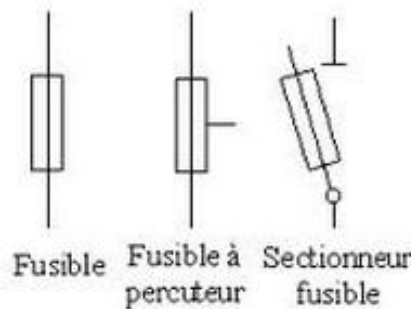


Fig. II.2. Fusibles

2.3. Le contacteur :

Le contacteur est un appareil mécanique de connexion ayant une seule position repos, commandé autrement qu'à la main, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service. Un contacteur dont les contacts principaux sont fermés dans la position de repos est appelé "rupteur" .

N.B : L'intérêt du contacteur est de pouvoir être commandé à distance au moyen de contacts, peu encombrants et sensibles, actionnés manuellement ou automatiquement.

2.4. Relais de protection thermique :

Le relais thermique utilise la propriété d'un bilame formé de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents. Il s'incurve lorsque sa température augmente. Pour ce bilame on utilise un alliage Ferro- nickel.

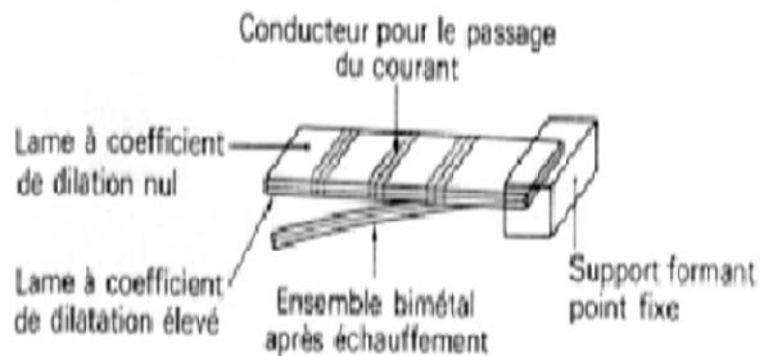


Fig. II.3 : Lames d'un relais thermique

- **Choix d'un relais thermique** : Lorsqu'un contacteur est muni d'un relais thermique, l'ensemble constitue un discontacteur. Le contacteur n'est pas apte à couper des courants de court-circuit, il doit être associé à des fusibles du type **Am** qui interviennent au – delà du pouvoir de coupure du contacteur.

2.5. Les Distributeurs hydrauliques :

Les distributeurs sont au circuit hydraulique se que les feux de circulation sont au trafic routier. En fait, ces appareils hydrauliques sont conçus pour diriger le fluide aux endroits désirés. En même temps, ils servent de conduite de retour du fluide hydraulique au réservoir. Un distributeur permet aussi de commander le démarrage ou l'arrêt d'un actionneur hydraulique.

- *Réalisation mécanique d'un distributeur* :

Il existe deux types de distributeurs se différenciant selon leur mode de fabrication. Ce sont les constructions à clapet et les constructions à tiroir.

La construction à clapet est déterminée par le facteur de fuites internes du distributeur. En principe, elle n'a pas de fuites internes, tandis que la construction à tiroir se doit d'avoir des fuites entre le tiroir et le corps afin de permettre le glissement du tiroir en commutation.

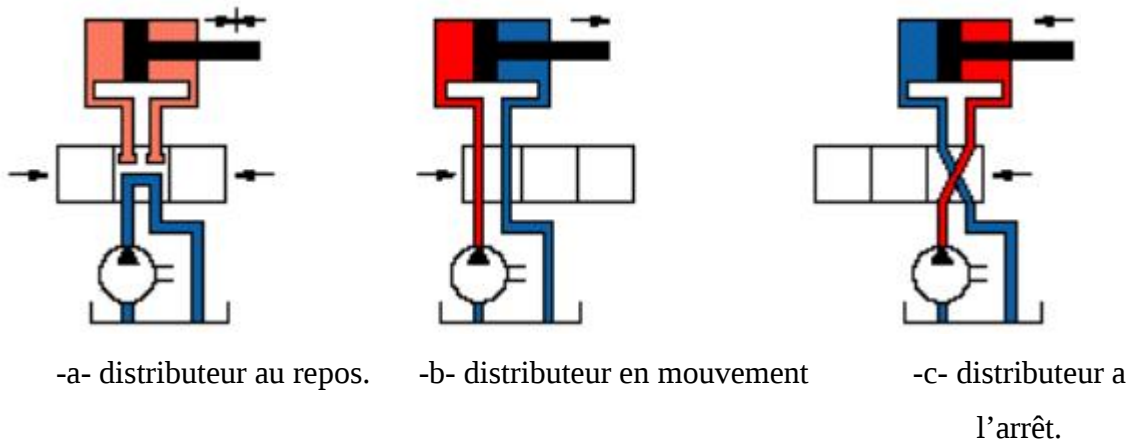


Fig. II.4. Réalisation mécanique d'un distributeur.

II.3. Les actionneurs :

Le procédé dispose de différents actionneurs qui réalisent les opérations. Deux technologies sont appliquées au sein de cette unité : les actionneurs Pneumatiques, et les actionneurs électriques.

3.1. Les actionneurs hydrauliques et pneumatiques :

-Les vérins :

❖ Vérin à simple effet :

La pression n'est distribuée que d'un seul coté du piston, le rappel s'effectue sous l'action d'un ressort ou d'une autre force. Pour cela, un distributeur à une seule sortie est associé à chaque vérin à simple effet. L'emploi des vérins à simple effet reste limité aux faibles courses.



a-vérin simple effet au repos.

b-vérin simple effet en mouvement.

Fig. II.5 vérin simple effet

❖ **Vérin à double effet :**

La pression est distribuée alternativement de chaque côté du piston, pour assurer son déplacement dans un sens, puis dans l'autre, pour cela, un distributeur à deux sorties inverse est associé à chaque vérin à double effet. Les vérins à double effet sont les plus utilisés.

Pour chaque vérin (actionnement), on lui associe un distributeur (pré- actionneur), indispensable pour son fonctionnement.



a- Vérin à double effet au repos.

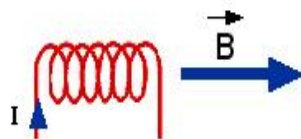
b-vérin à double effet au mouvement.

Fig. II.6 Vérin á double effet**II.4. Les moteurs :****4.1. Moteurs asynchrone triphasé :**

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien. Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courant de Foucault.

Le principe des moteurs à courants alternatifs réside dans l'utilisation d'un champ magnétique tournant produit par des tensions alternatives.

La circulation d'un courant dans une bobine crée un champ magnétique B . ce champ est dans l'axe de la bobine, sa direction et son intensité sont fonction du courant I . C'est une grandeur vectorielle.

**Fig. II.7 circulation d'un courant.**

Si le courant est alternatif, le champ magnétique varie en sens et en direction à la même fréquence que le courant.

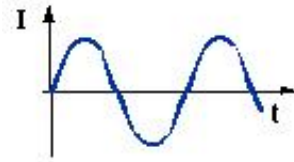


Fig. II.8 La variation du courant.

Si deux bobines sont placées à proximité l'une de l'autre, le champ magnétique résultant est la somme vectorielle des deux autres.

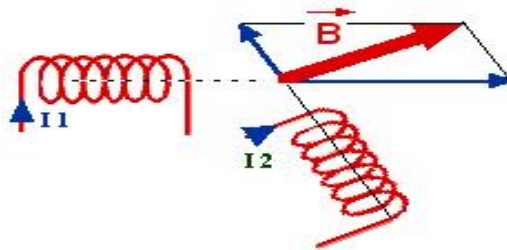


Fig. II.9 Le champ magnétique résultant.

Dans le cas du moteur triphasé, les trois bobines sont disposées dans le stator à 120° les unes des autres, trois champs magnétiques sont ainsi créés. Compte- tenu de la nature du courant sur le réseau triphasé, les trois champs sont déphasés (chacun à son tour de passe par un maximum).

Le champ magnétique résultant tourne à la même fréquence que le courant soit 50 Hz.

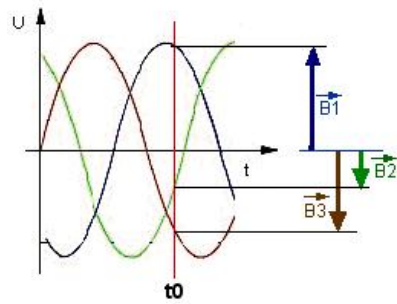


Fig. II.10 le déphasage du courant.

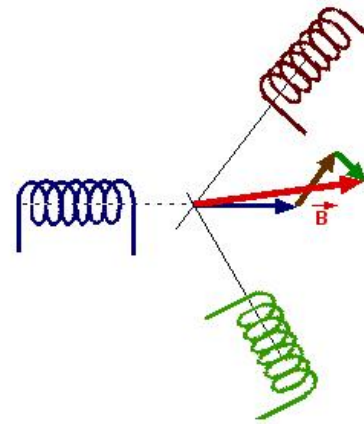


Fig. II.11 le champ magnétique résultant.

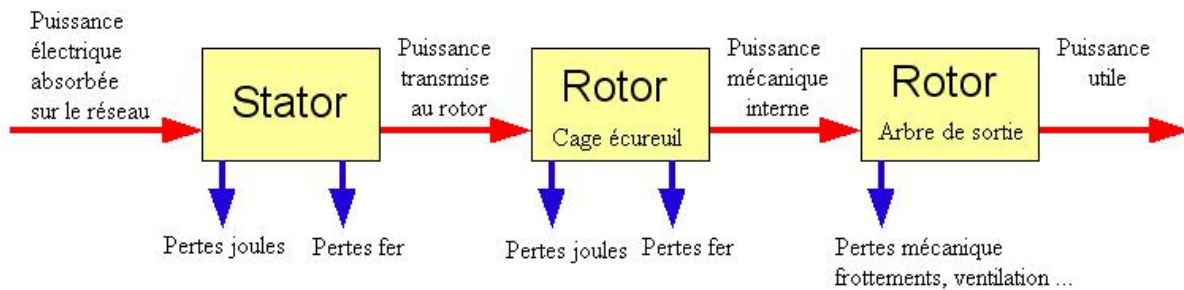


Fig. II.12 Bilan de puissance.

II.5. Les capteurs :

5.1. Définition : les capteurs sont des éléments qui transforment une grandeur physique (position, distance, vitesse, température, pression, etc.) d'une machine ou d'un processus en une grandeur normée, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande.

Un capteur est caractérisé par :

- Son étendue de mesure qui correspond aux limites de variation de la grandeur à mesurer.
- Sa précision qui est l'incertitude absolue sur la grandeur mesurée.
- Sa sensibilité qui est la plus petite variation de la grandeur à mesurer qu'il est capable de détecter.

Les capteurs électriques utilisés dans les ateliers sont des fins de courses, les photos cellules, les détecteurs magnétiques et les détecteurs de position.

5.2. Les capteurs fins de course

Les fins de course mécaniques sont les capteurs de position les plus simples, ils permettent de contrôler la position d'un élément de machine.



Fig. II.12. Capteurs fins de course.

5.3. Système de mesure :

Le contact électrique est conçu de manière à commuter brusquement dès que la came de l'interrupteur est actionnée. Cette fonction est assurée par un ressort tendu qui force la lamelle du contact dans l'une des positions ouverte ou fermée. Un bon interrupteur doit être exempt de rebond du contact.

Selon leur construction ces interrupteur peuvent être intégrés directement dans un circuit à courant fort et peuvent servir d'élément de sécurité arrêter ou autoriser un mouvement.

Ces éléments sont robustes, ne contiennent pas de composant électroniques, ils sont par contre sujet à usures et peuvent s'encrasser.

5.4. Capteur de pression Pressostat :

Un pressostat est un dispositif détectant le dépassement d'une valeur prédéterminée, de la pression d'un fluide.

L'information rendue peut être électrique, pneumatique, hydraulique, ou mécanique.

Ces appareils sont également appelés manostats ou encore manocontacts en transformant une ou plusieurs valeurs de pression déterminées qu'ils subissent en informations électriques ou mécaniques. Ils sont utilisés dans de nombreuses applications de systèmes de contrôle ou de régulation par exemple en provoquant le démarrage d'un compresseur d'air ou d'une pompe si la pression du circuit contrôlé descend au-dessous d'une limite déterminée.

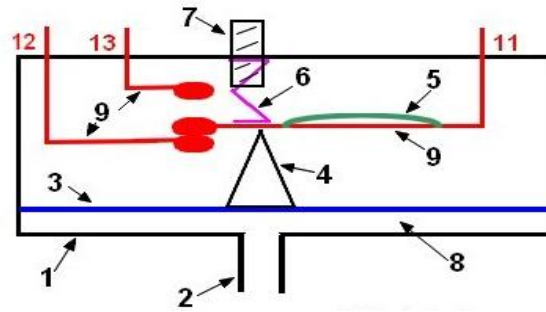


Fig. II.13 Pressostat

1- Corps (boîtier plastique). 2-Tétine de raccord à la chambre de compression. 3-Membrane caoutchouc flexible. 4-Pointeau. 5-Système de retour (contre force) du contact. 6-Ressort. 7-Vis de réglage. 8-Chambre à air étanche. 9-Lamelles en cuivre. 11, 12, et 13-Bornes du pressostat.

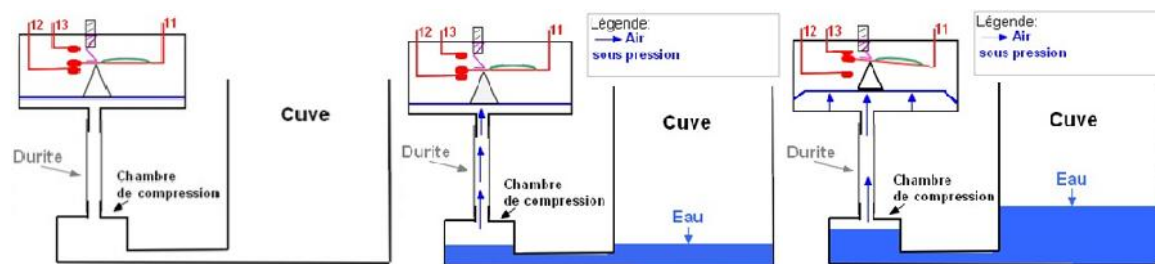


Fig. II.14 Différentes étapes de fonctionnement.

5.5. Les capteurs de proximité capacitif :

Ce type de capteur est caractérisé par l'absence de liaison mécanique entre le dispositif de mesure et l'objet cible (personne, objet animé tel qu'un véhicule). L'interaction entre le capteur et sa "cible" est alors réalisée par l'intermédiaire d'une caméra associée à un système d'analyse de l'image, ou plus souvent d'un champ (magnétique, électromagnétique).

Les avantages :

- pas de contact physique avec l'objet détecté : possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints
- pas d'usure, durée de vie indépendante du nombre de manœuvres
- détecteur statique, pas de pièces en mouvement
- produit entièrement encapsulé dans la résine (étanche)
- très bonne tenue à l'environnement industriel (atmosphère polluante)

5.6. Les détecteurs de proximité inductif :

Les détecteurs inductifs détectent exclusivement les objets métalliques.

Ce sont des capteurs électroniques statiques détectant sans contact physique la présence d'un élément. Ils délivrent un signal électrique dès qu'un objet s'approche d'eux. Ils permettent de détecter des objets métalliques à une distance variable de 0 à 60mm.

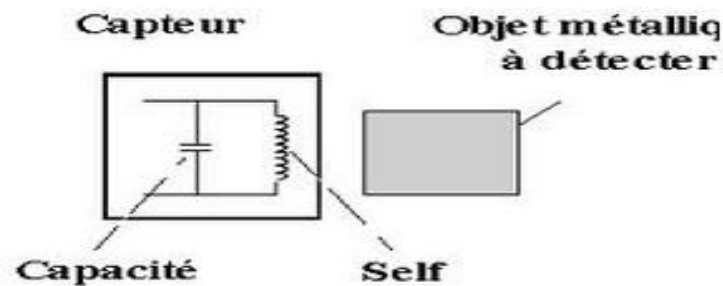


Fig.II.15 détecteur de proximité inductif.

5.7. Les détecteurs de proximité capacitif :

Ces détecteurs permettent de déceler des objets de toutes natures.

La technologie est basée sur une variation de champ électrique à l'approche d'un objet quelconque

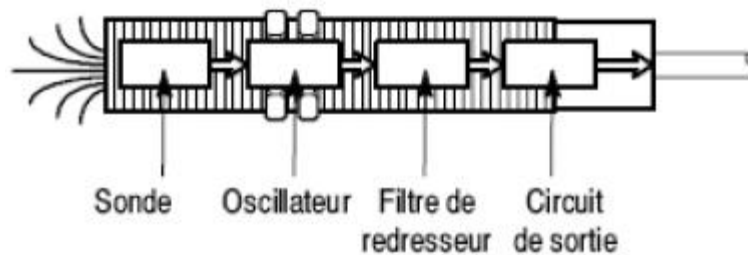


Fig. II.16 détecteur de proximité capacitif.

Constitution d'un détecteur capacitif :

Un détecteur de proximité capacitif est principalement constitué d'un oscillateur. Lorsqu'un objet de nature quelconque se trouve devant la face sensible du détecteur, ceci se traduit par une variation du couplage capacitif

Cette variation de capacité provoque le démarrage de l'oscillateur.

Après mise en forme, un signal de sortie est délivré.

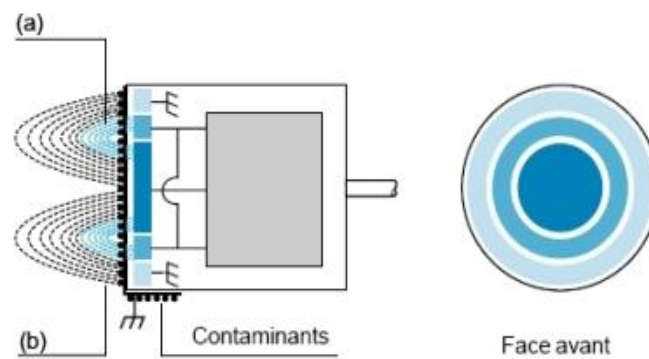


Fig. II.16 construction d'un détecteur capacitif.

II.6. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit les différents pré-actionneurs, actionneurs et capteurs qu'on peut retrouver dans ce tour vertical. Ces capteurs et actionneurs représentent les entrées/sorties d'un automate programmable.

Dans le troisième chapitre, nous allons entamer la description fonctionnelle du tour ainsi que la modélisation de son fonctionnement par l'outil **GRAFCET**.

III.1. Introduction :

La modélisation est une étape très importante pour l'ingénieur. Elle lui permet, grâce aux outils de modélisation, de représenter le système (ou le problème) sous une forme mathématique ou graphique, logique et séquentiellement ordonnée. Une fois le modèle est obtenu, l'ingénieur peut simuler l'exécution du processus sans le moindre risque et dans un temps relativement accéléré ou ralenti.

Parmi les outils de modélisations, nous citons : Les réseaux de Pétri (RDP), le Band graphe et le **Grafcet** que nous avons choisi pour sa simplicité et efficacité. En utilisant donc cet outil, nous allons, dans ce chapitre, modéliser le fonctionnement du tour vertical TVD A121P.

III.2. Définition du GRAFCET:

Le GRAFCET (**G**raphe de **C**ommande **E**tapes **T**ransitions) est un langage graphique normalisé depuis 1987. Il sert à décrire, étudier, modéliser et exploiter les automatismes.

A la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel, il constitue un outil de dialogue efficace entre les industriels.

Un **Grafcet** se compose principalement d'Etapes, Actions, Transitions et Arcs orientés.

La figure ci-contre illustre un **Grafcet** basic :

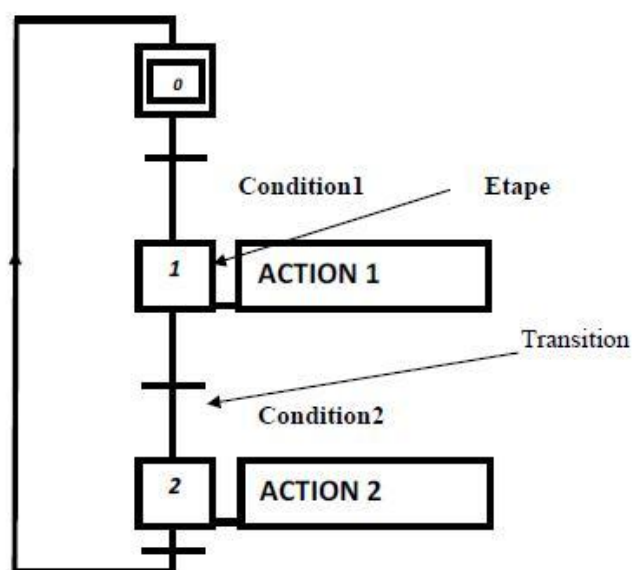


Fig. III.1 Grafcet basic

III.3 Niveau d'un GRAFCET :

3.1. Niveau1 :

Il décrit l'aspect fonctionnel du système et des actions de la partie commandes en réaction aux informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée, les réceptivités sont décrites avec des mots et non pas avec des abréviations.

3.2. Niveau 2 :

Appelé aussi le niveau de la partie opérative, il tient plus de détail sur la technologie des actionneurs, des prés-actionneurs et des capteurs. La présentation des actions et des réceptivités est décrite en abréviations, nous associons une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité [3,4].

3.3. La macro étape :

Le but de cette particularité est d'éviter la surcharge du **GRAFset** principal par des détails du fonctionnement à l'intérieur d'une étape qu'on appelle macro-étape. La figure suivante illustre l'usage d'une macro-étape.

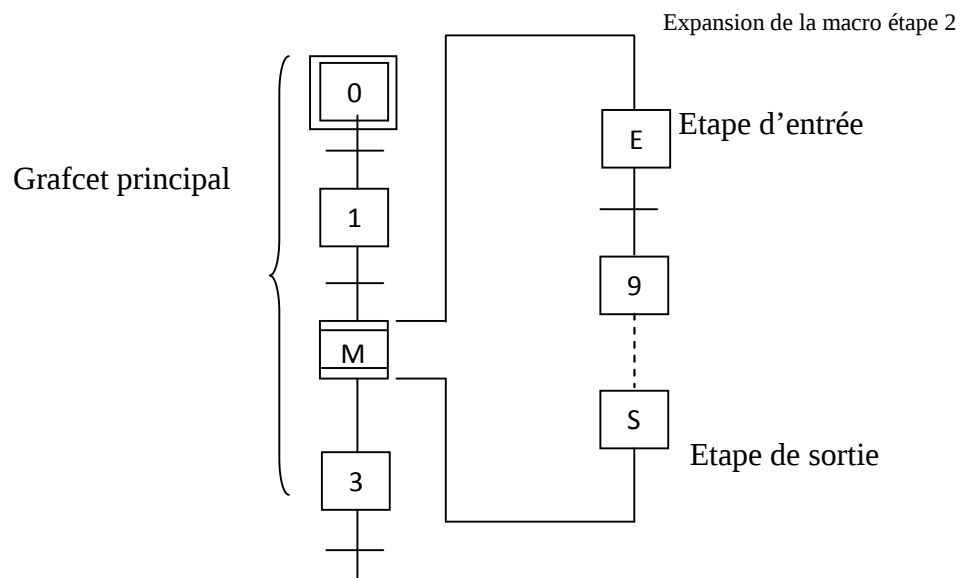


Figure III.2.Macro étape

III.4. Fonctionnement du tour :

Les commandes du tour sont utilisées selon la pièce à usiner. Il ne sera cité ici que le mode opératoire concernant la mise en marche du tour et ce via le pupitre (**voir le tableau de commande**) :

La mise sous tension de l'armoire électrique est effectuée par interrupteur général de cette dernière (sectionneur).

L'opérateur appuie sur le bouton poussoir (1) du pupitre pour mettre la machine sous tension.

En appuyant sur le bouton poussoir (3), la pompe de graissage est mise en marche pour un graissage centralisé [5].

4.1. Rotation du plateau :

- On choisit par le commutateur (7) le sens de rotation désiré ainsi que le mode de rotation (continue ou par intermittences).
- A l'aide du commutateur (4), on sélectionne la vitesse de rotation du plateau.
- On appuyant sur bouton poussoir (8), la gamme correspondante à la vitesse choisie est engrenée et par action sur le bouton poussoir (5), le plateau commence à tourner dans le sens, le mode et la vitesse affichés.
- L'arrêt du plateau s'effectue en agissant sur le bouton poussoir (6).

4.2. Mouvements du chariot et de son coulisseau :

- On sélectionne la vitesse d'avance du chariot au moyen du disque sélectionneur d'avance situé sur la boîte d'avance.
- La mise en route de l'avance s'effectue en agissant sur l'un des deux boutons poussoirs correspondant au sens du déplacement souhaité : BP (12 et 14) pour le chariot et BP (11 et 13) pour le coulisseau.
- Pour arrêter ces déplacements, il suffit d'appuyer sur le bouton poussoir (15).

4.3. Déplacement rapide du chariot et du coulisseau :

- Le mono-levier (16) permet de sélectionner le déplacement à effectuer. On le maintient sur la position désirée, le mouvement est effectué tant que celui-ci n'est pas relâché.

4.4. Mouvement de la traverse :

Agir sur le bouton poussoir correspondant à la montée ou la descente de la traverse (9 ou 10). Celle-ci se déplace tant que l'action sur le bouton poussoir est maintenue.

Le tableau de commande :

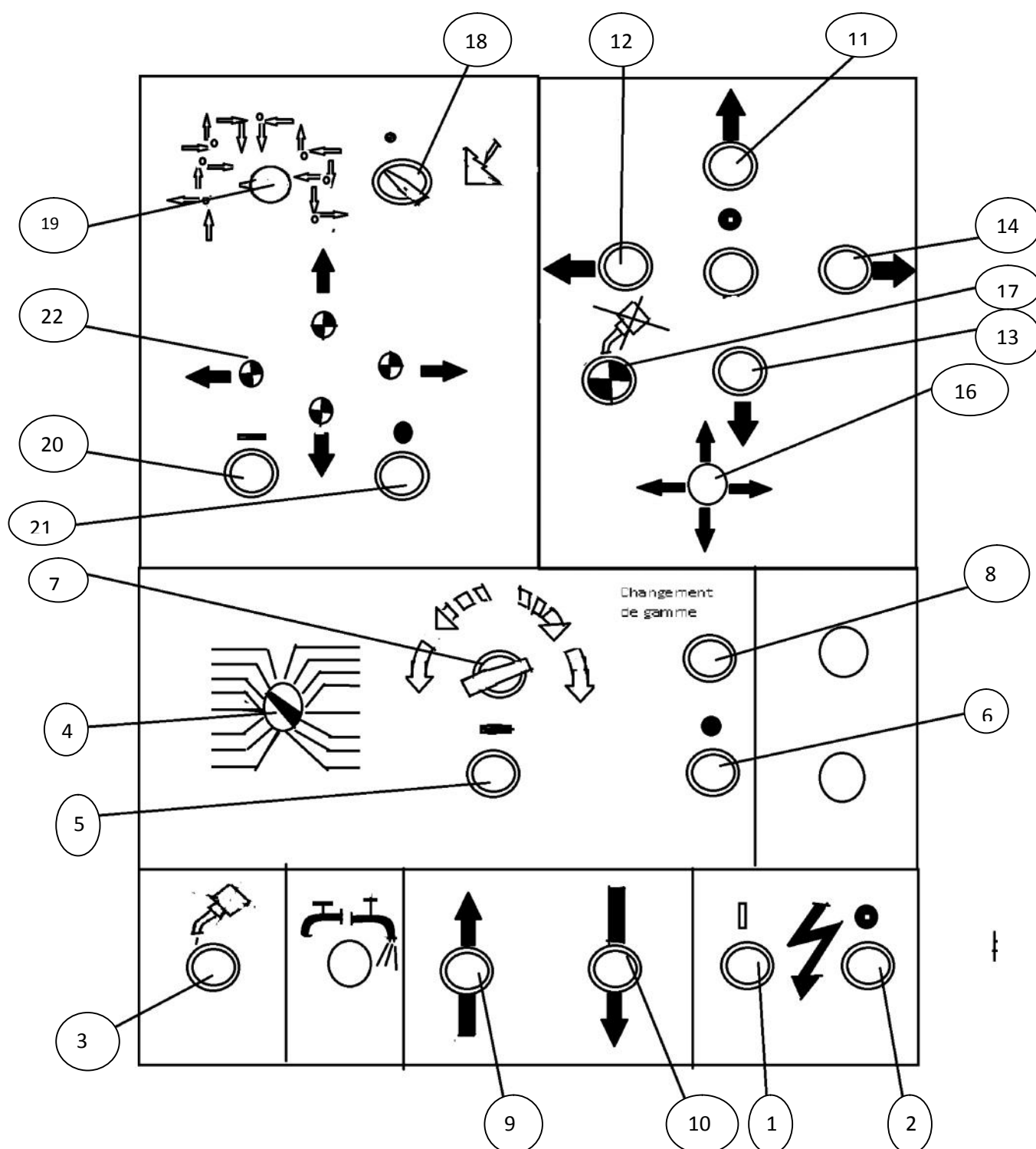


Fig.III.3.pupitre de commande

4.5. Copiage électromagnétique :

Le dispositif de copiage comprend :

- Un support de gabarit, formé par un bras horizontal réglable en hauteur, et fixé sur la face avant du coulisseau. Sur la face arrière de ce bras une bride serrée par vis permet la mise en place gabarit suivant les dimensions de la pièce.
- Un support de palpeur, fixé sur la face de la traverse. Ce support est constitué par un chariot, possédant trois mouvements orthogonaux de 30 mm de course. Il permet les réglages et les prises de matière successives dans les deux coordonnées de travail situées dans le plan du gabarit, ainsi que l'engagement et le dégagement du palpeur dans un plan perpendiculaire au gabarit. Ces trois mouvements sont manuels ainsi que leurs blocages par leviers.
- Un palpeur HERLICQ P301 à deux dimensions.
- Une sélection du sens de marche par embrayages électromagnétique sur chaque mouvement. Ces embrayages sont montés dans le compartiment sec de la boîte des avances.

Le copiage électro magnétique est réalisé par l'asservissement des deux déplacements de l'outil de coupe aux commandes d'un palpeur maintenu en pression sur le profil d'un gabarit.

Le palpeur a pour rôle d'assurer le contact avec le gabarit et, par le jeu des deux avances conjuguées de parcourir le profil de ce gabarit en maintenant sur celui-ci une certaine pression du doigt de palpation.

Ces variations de pression actionnent les contacts électroniques par le déplacement de la touche de palpation, dans un plan perpendiculaire à l'axe général du palpeur.

La touche de palpation peut dévier dans toutes les directions situées dans ce plan.

Toutes les déviations de la touche d'égale amplitude entraînent le même déplacement au niveau des contacts.

Chaque contact, réglé séparément, représente donc une mesure de la déviation de la touche de palpation.

A chaque contact correspond la commande ou l'arrêt d'un mouvement différent, dans un sens ou dans le sens contraire, ce qui donne en même temps le contrôle de l'opération.

Ceci implique la commande de chaque sens par un embrayage électromagnétique alimenté par les impulsions électriques venant du palpeur.

La trajectoire de l'outil résulte donc de la succession de petits déplacements orthogonaux et le profil obtenu ne peut être qu'un profil à paliers

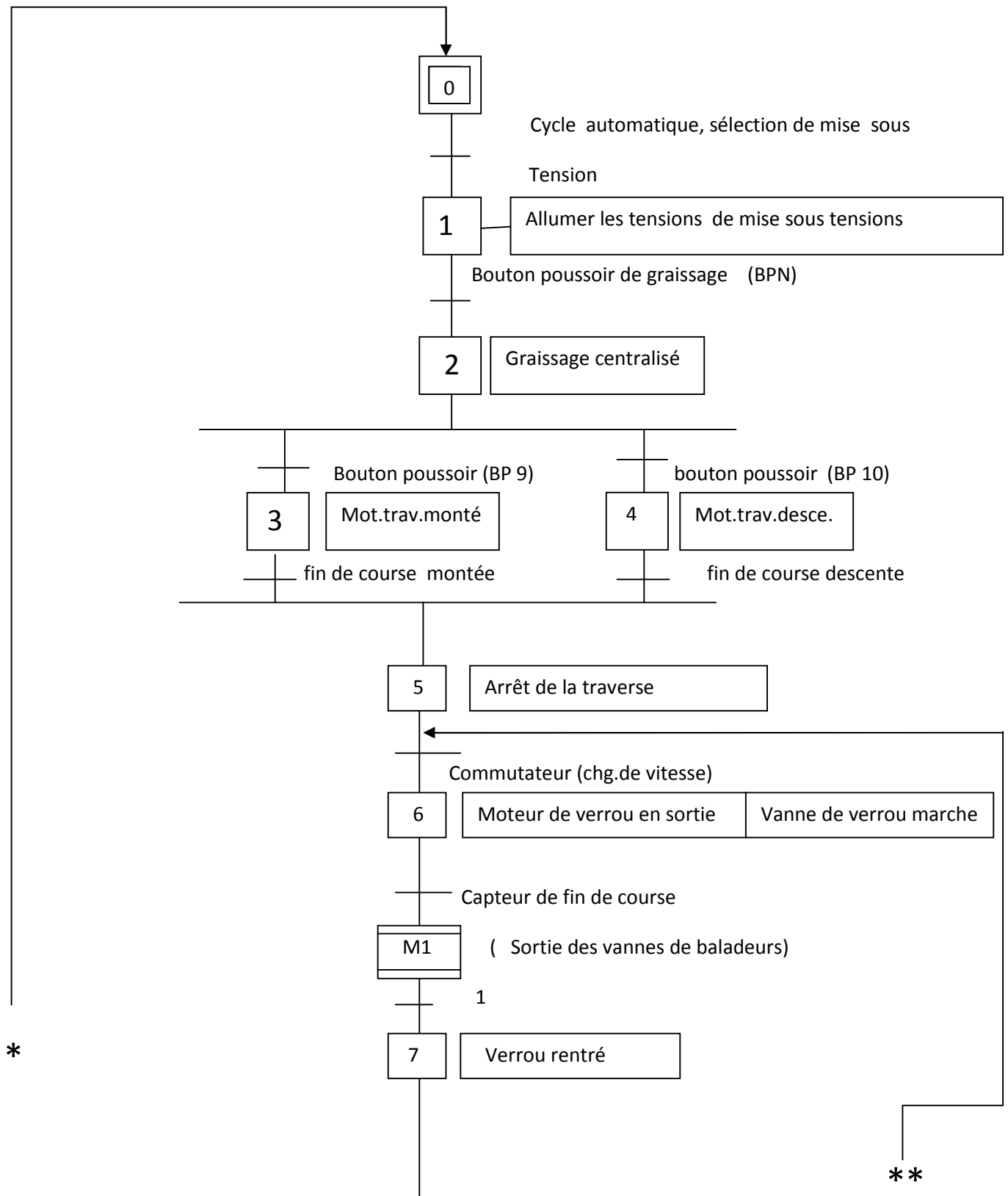
Toutefois, l'arrondi à l'extrémité de l'outil vient améliorer l'état de surface obtenu, les déplacements élémentaires se réduisant à des valeurs effectives de quelques 1/100mm.

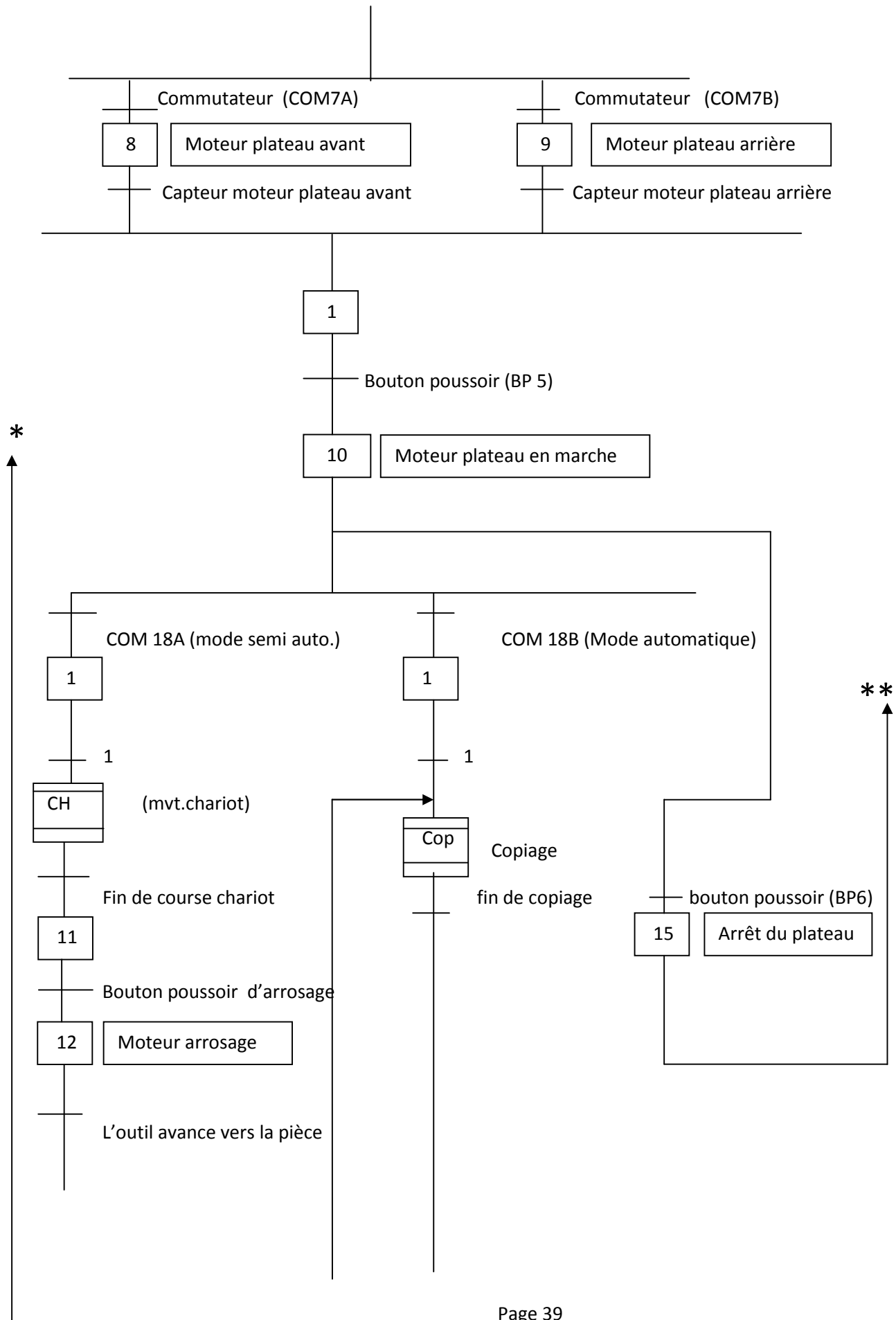
III.5.GRAFCET du tour vertical :

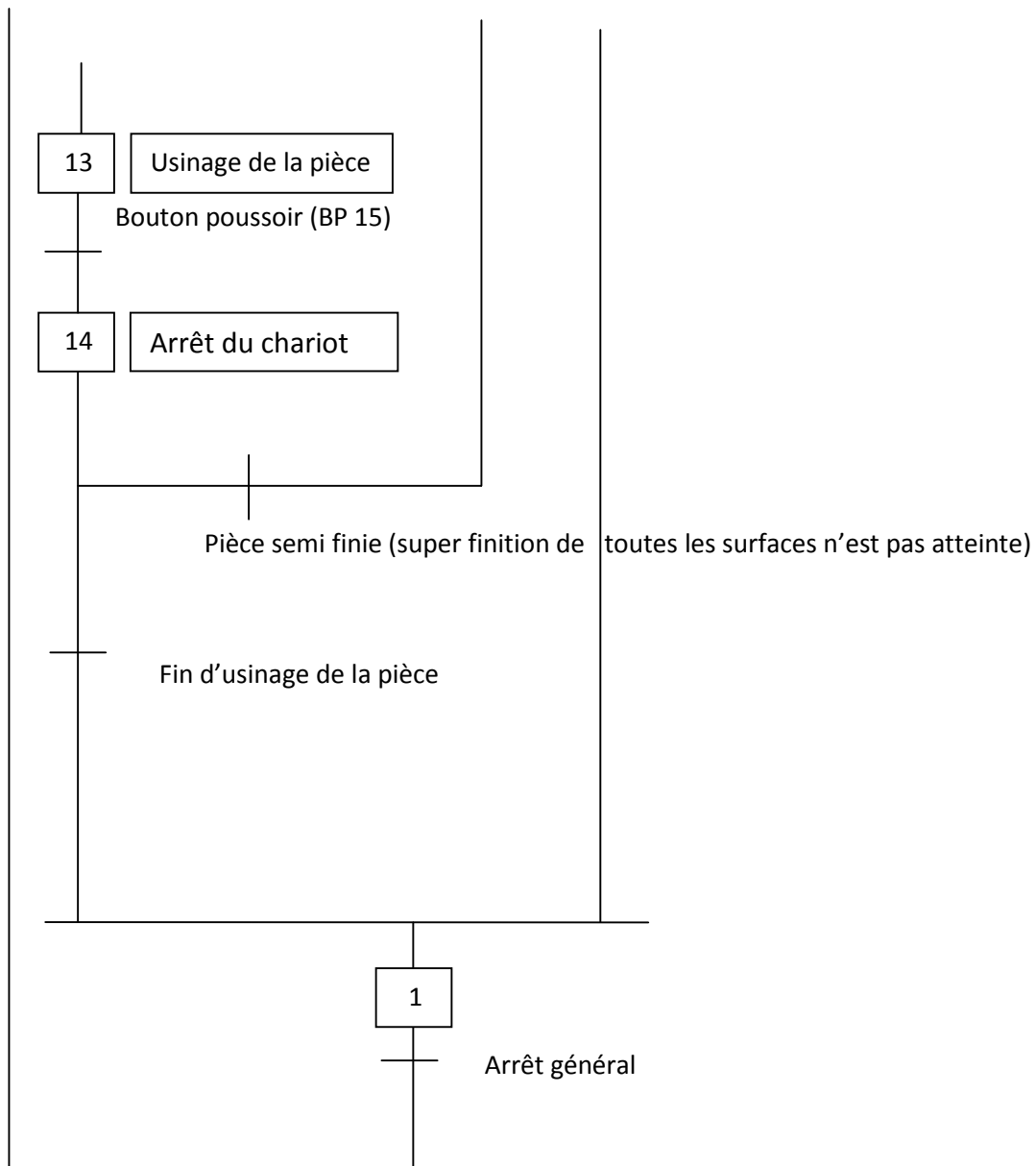
Le GRAFCET (niveau 1 et niveau 2) ci-joint représente le modèle fonctionnel de la machine.

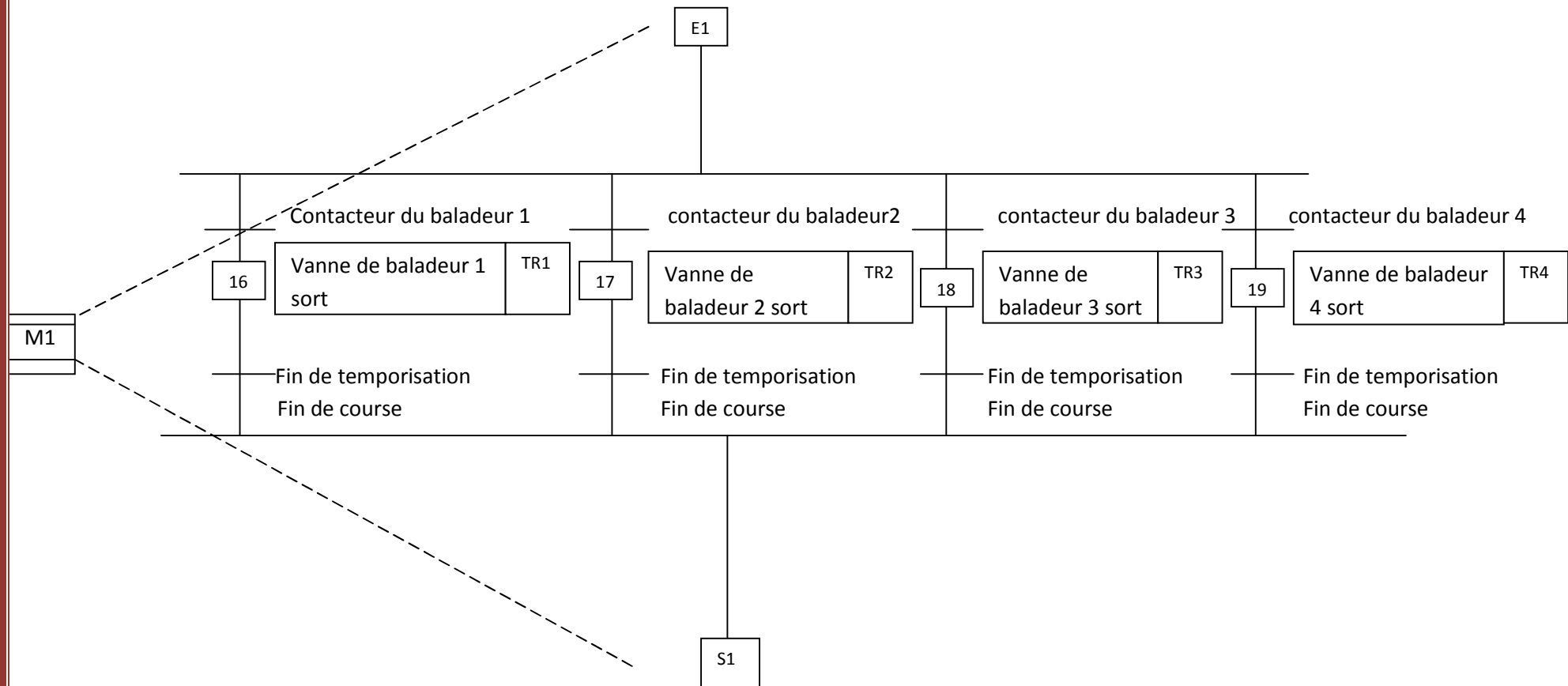
En commençant par le cycle automatique complet qui décrit d'une manière globale les étapes de la mise en marche du tour, les opérations successives de l'usinage et l'arrêt général.

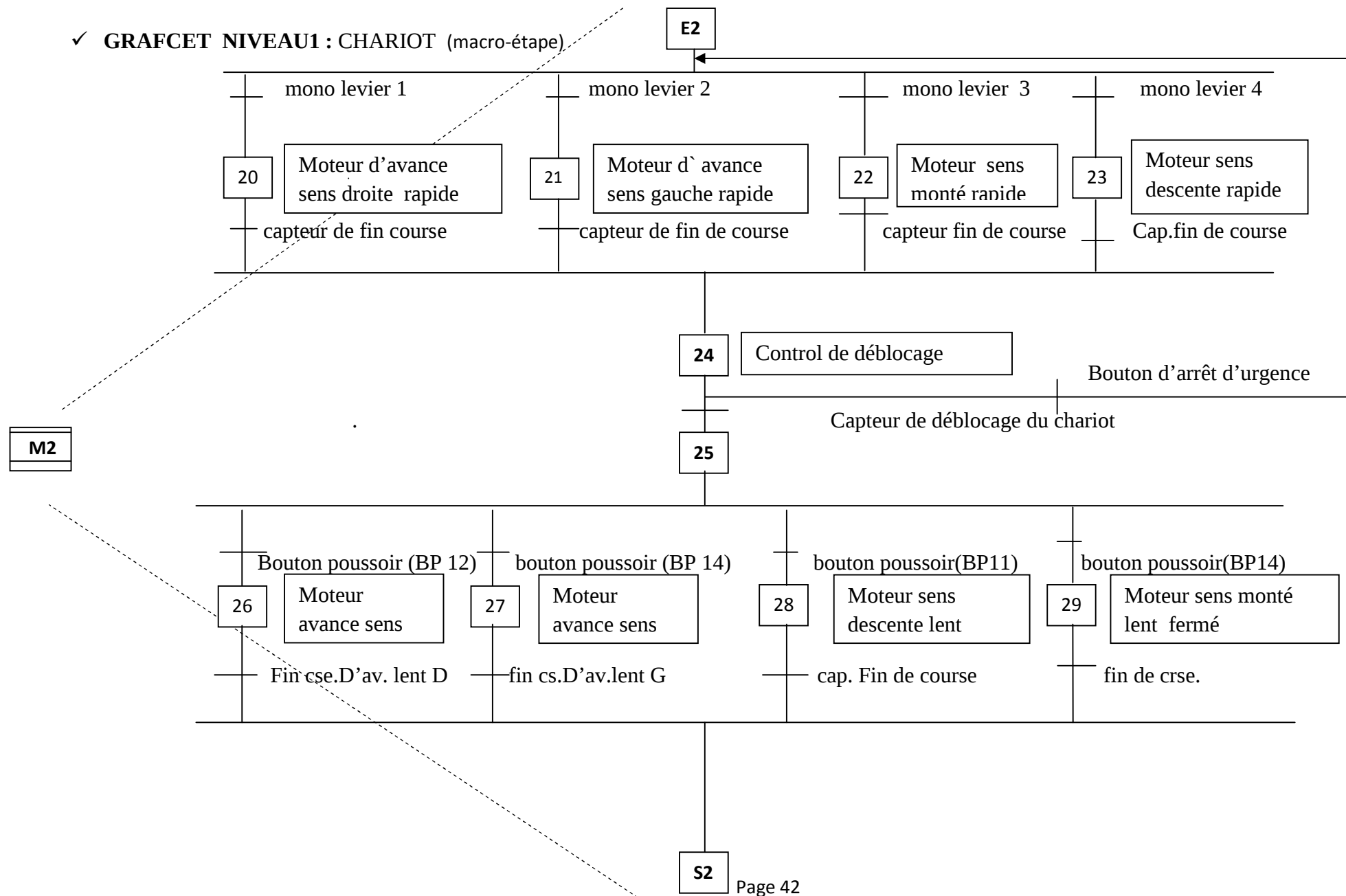
✓ GRAFCET NIVEAU 1

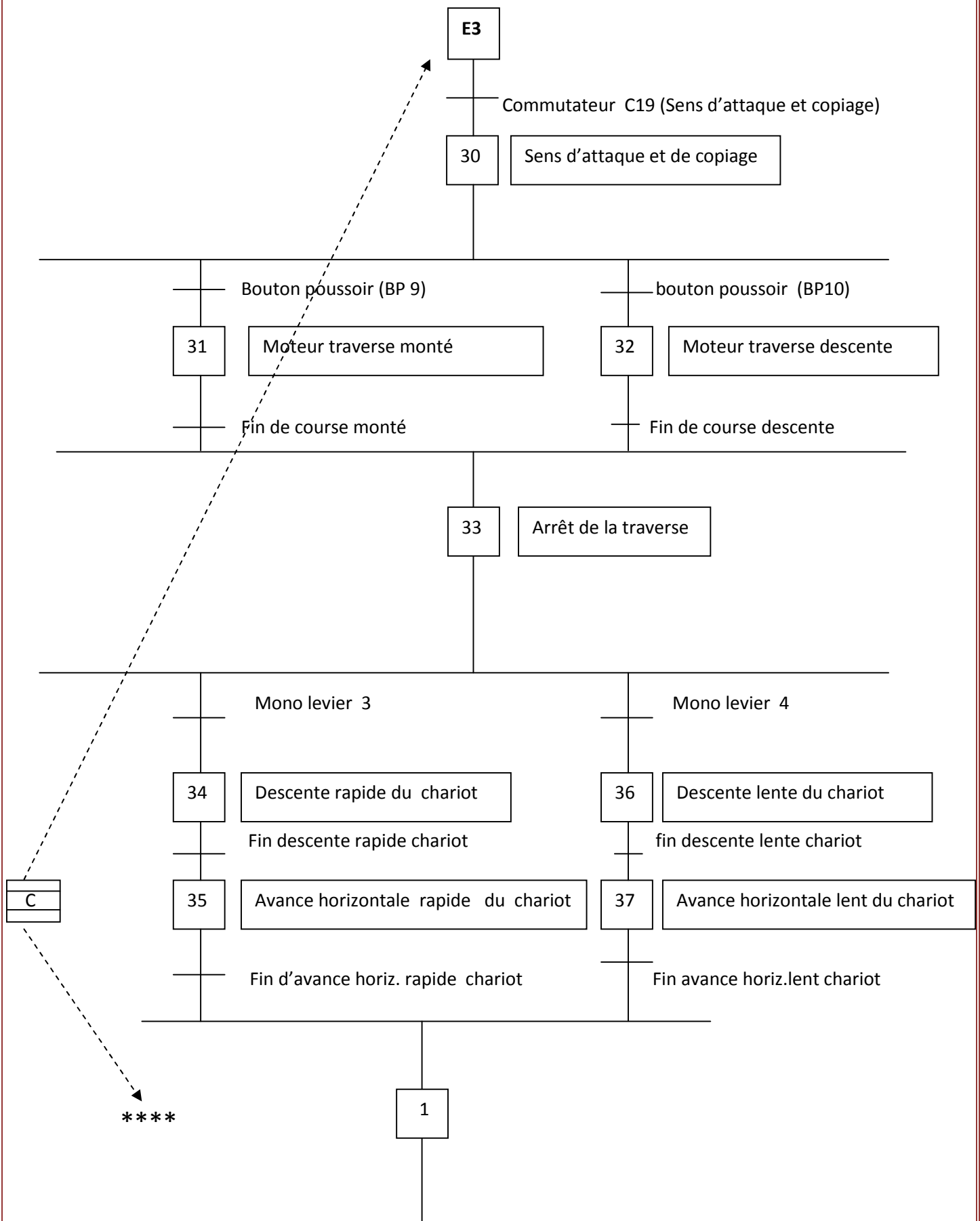


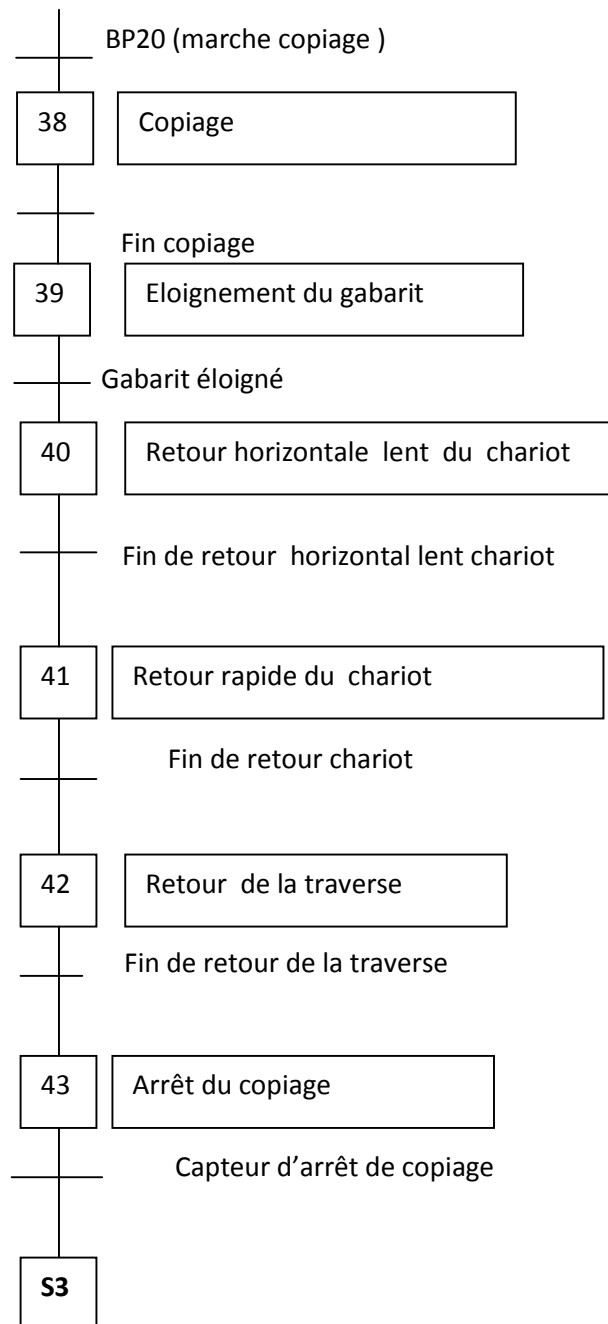




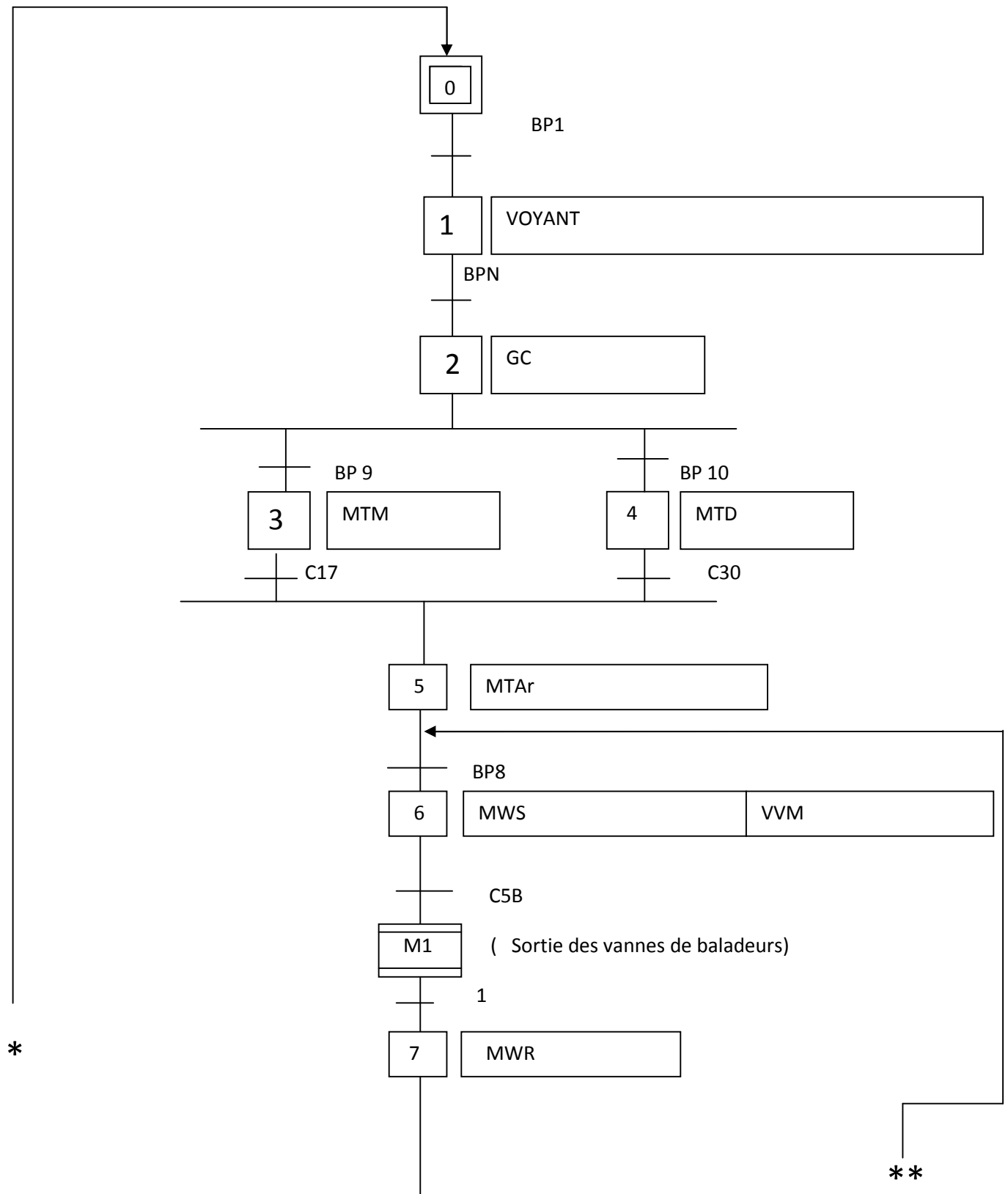
✓ **GRAFCET NIVEAU 1 : BALADEUR (macro-étape)**

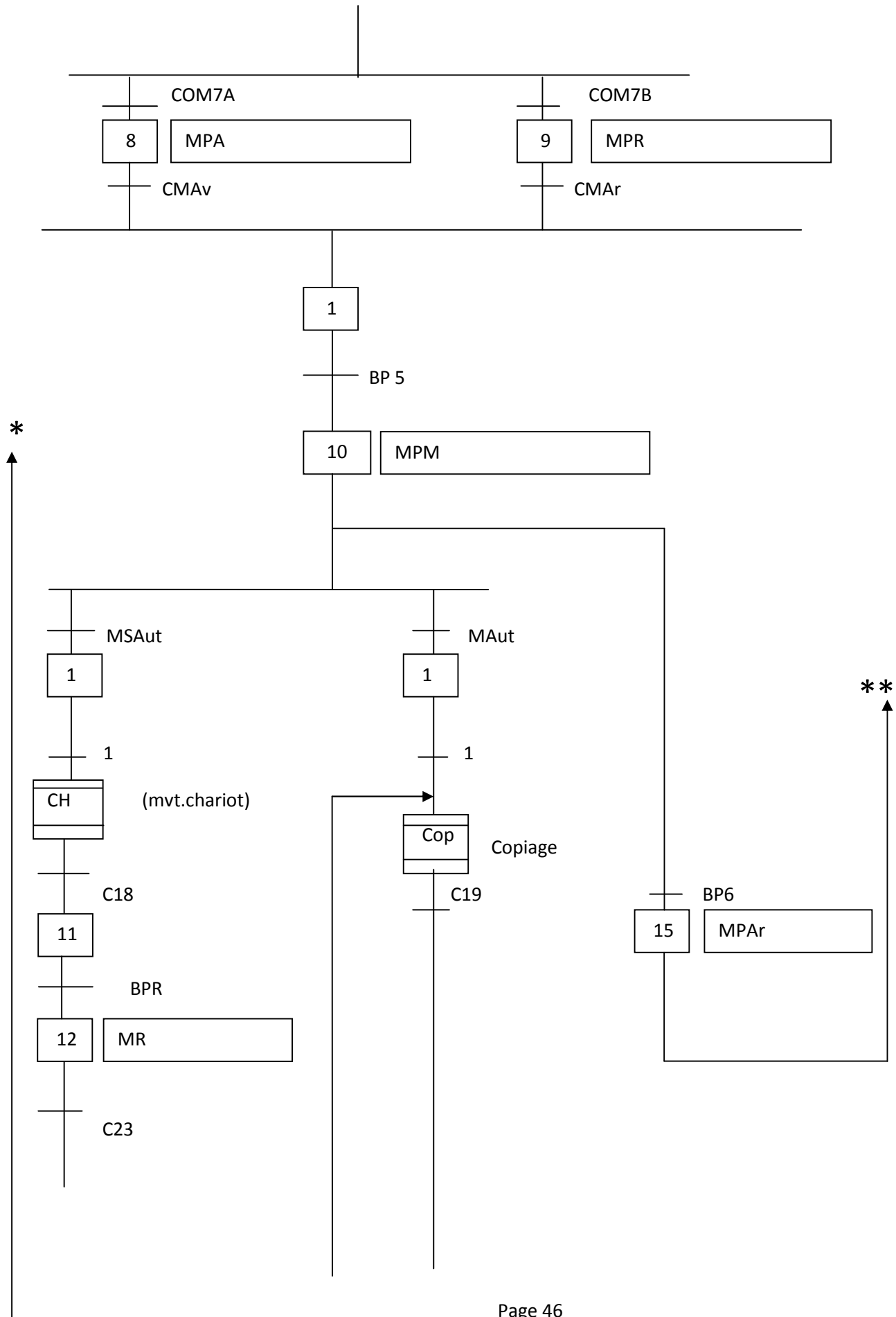
✓ **GRAFCET NIVEAU1 : CHARIOT (macro-étape)**

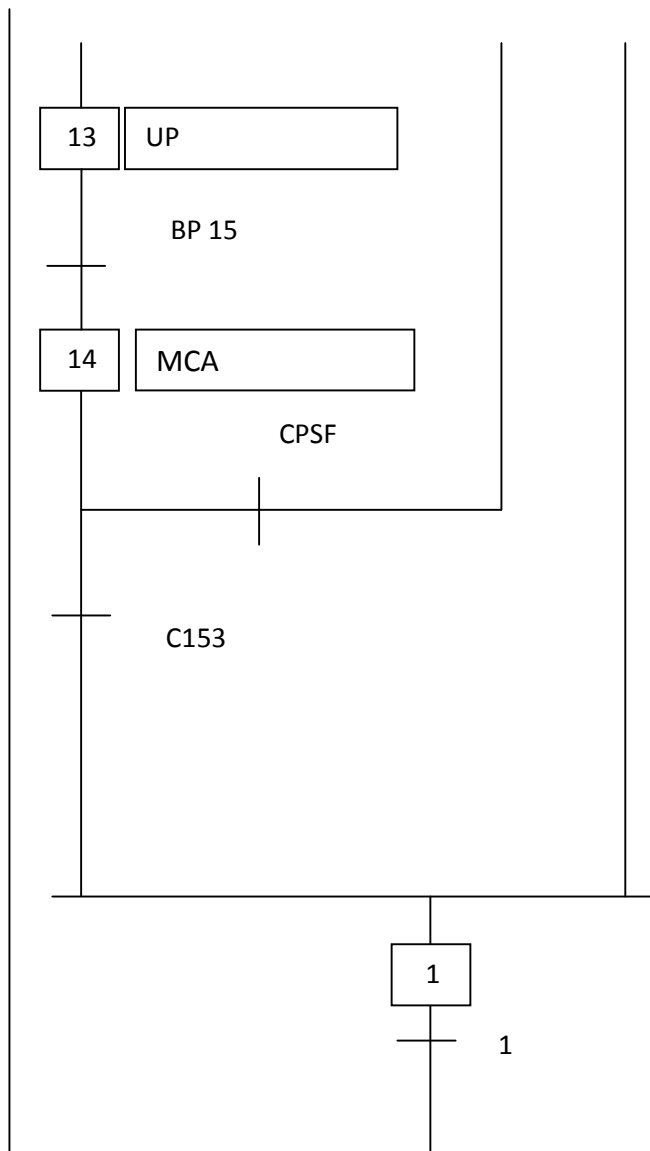
✓ **GRAFCET NIVEAU 1 : COPIAGE** (macro-étape)

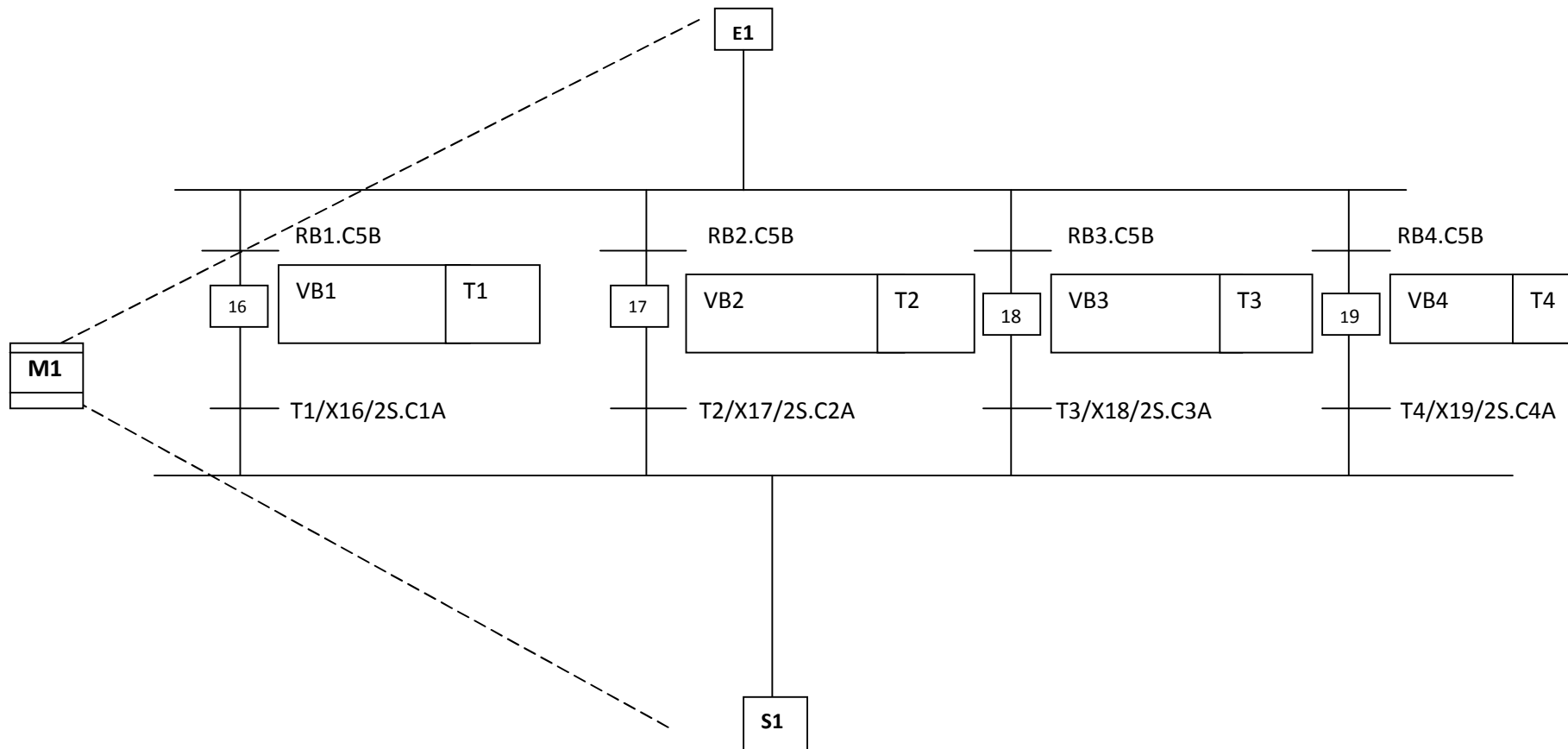


✓ GRAFCET NIVEAU 2

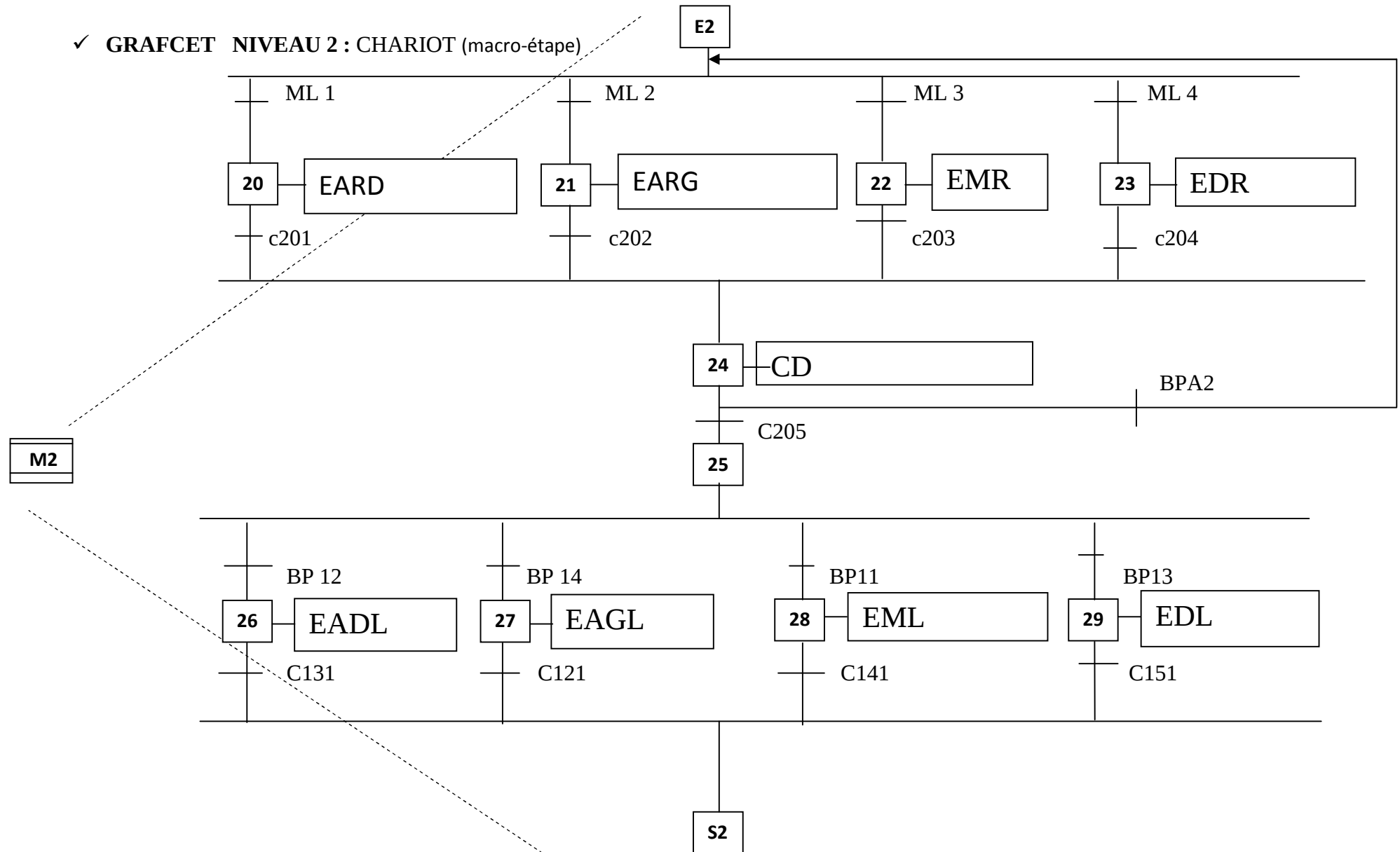


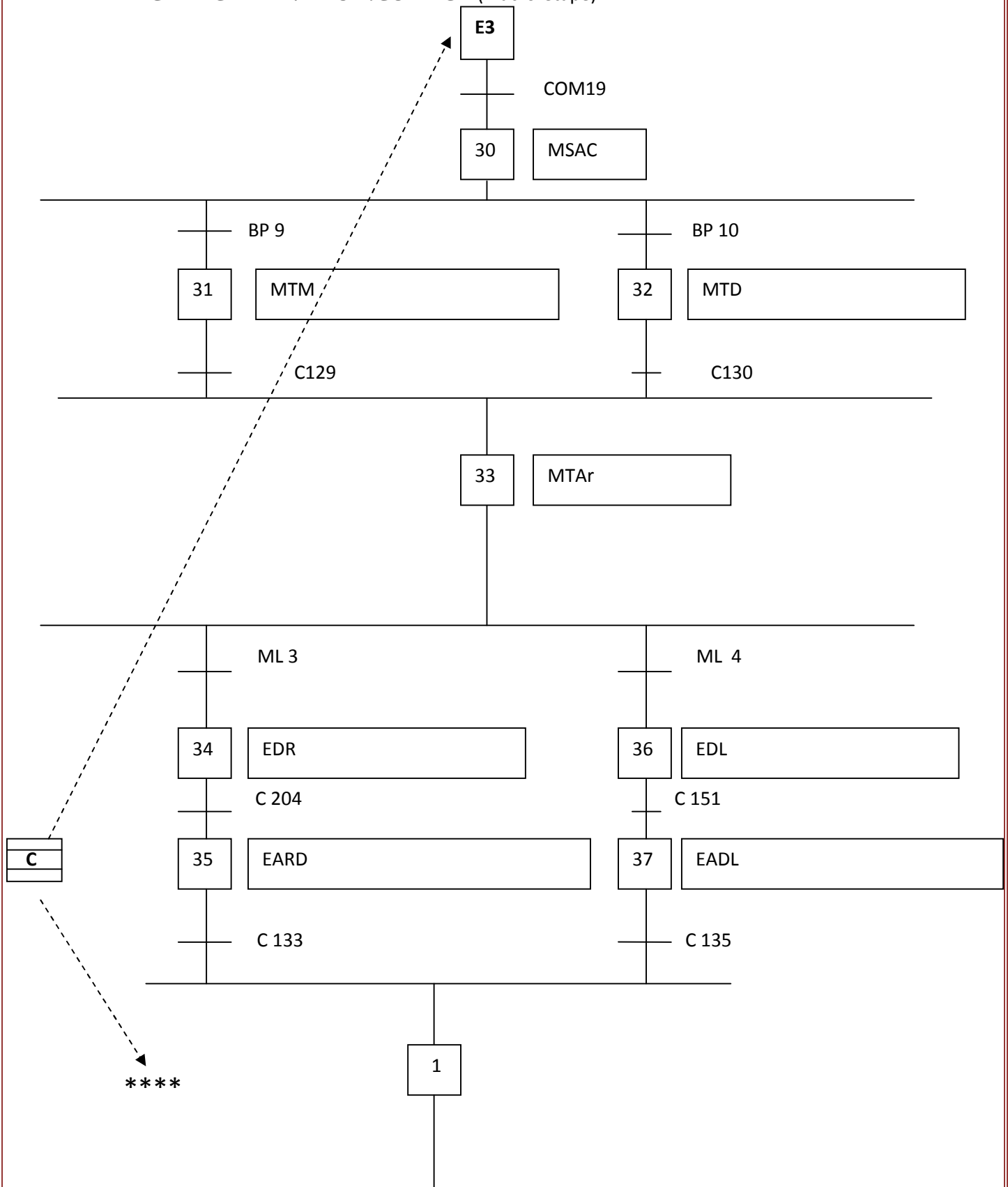


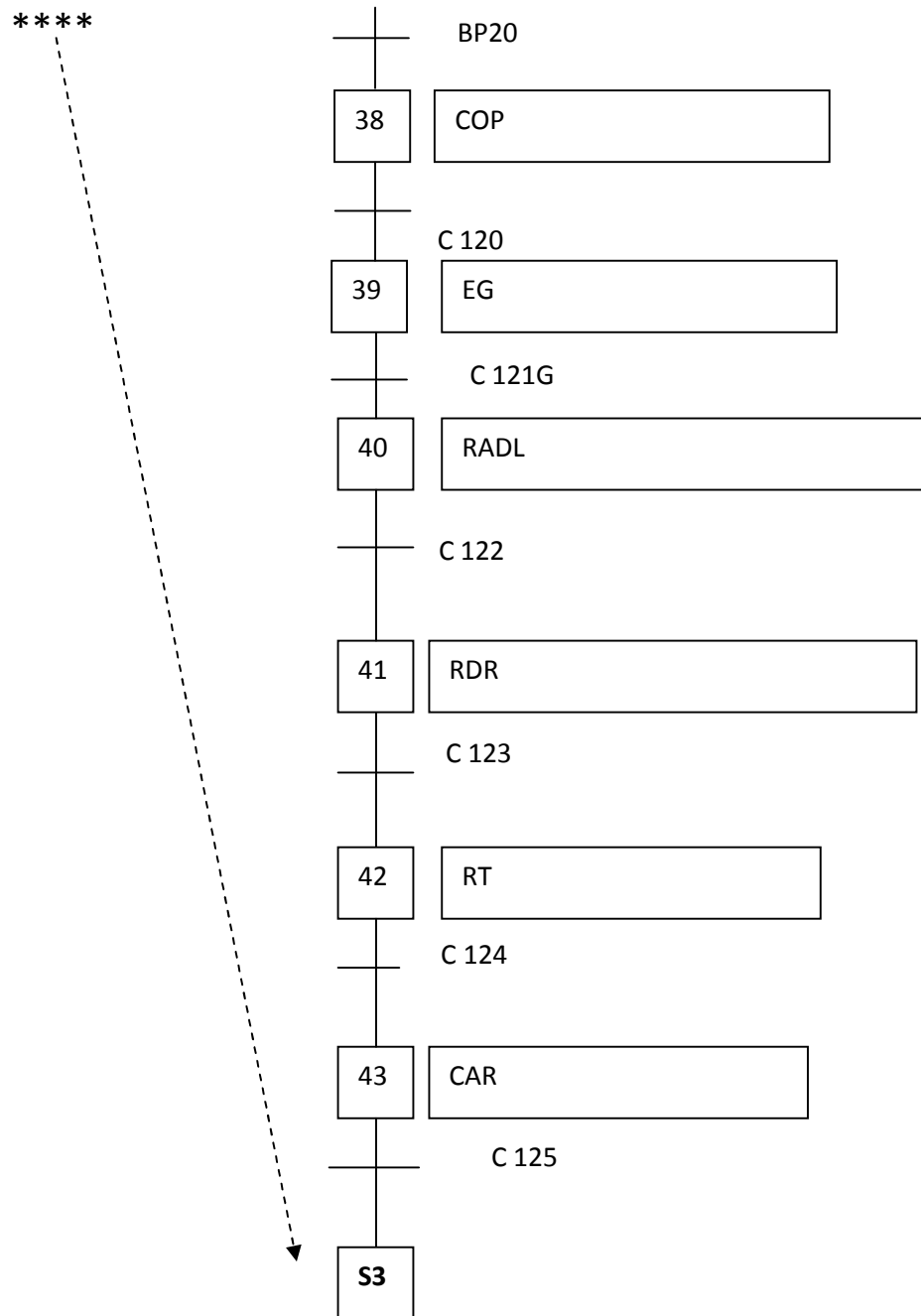


✓ **GRAFCET NIVEAU 2: BALADEUR (macro-étape)**

✓ GRAFCET NIVEAU 2 : CHARIOT (macro-étape)



✓ **GRAFCET NIVEAU 2:COPIAGE** (macro-étape)



III.6.Conclusion :

Nous avons abouti à un modèle de fonctionnement de notre machine qu'on a obtenu grâce à l'outil de modélisation, nommé GRAFCET.

Il offre un avantage à savoir, la facilité d'implantation de la solution de commande imaginée à partir du modèle de fonctionnement sur un automate programmable industriel (API).

Dans le quatrième chapitre, nous allons donner la définition en général des automates programmables (API) et nous allons entamer la programmation du tour par le logiciel step7.

IV.1. Introduction :

L'automate programmable est utilisé depuis plusieurs années dans le milieu industriel, et reste l'équipement de base de toute application d'automatisme. Il n'a en effet rien à voir avec ces ingénieux systèmes mécaniques et électromécaniques développées par le passé, et qui reproduisaient des mouvements imitant plus au moins l'être humain. L'automate programmable industriel est avant tout d'ordinateur industriel modulaire équipé d'un microprocesseur ou microcontrôleur, de mémoire et d'entrées/sorties, et se programmant avec des langages dédiés à l'univers des automatismes (tous ces langages sont rassemblés dans la fameuse norme IEC 1131-3).

IV.2. Définition :

L'automate programmable industriel (API), ou en anglais Programmable Logic Controller (PLC), est une machine électronique programmable destinée à piloter dans une ambiance industrielle et en temps réel des procédés logiques séquentiels. Autrement dit, un utilisateur (censé être un automaticien) l'utilise pour le contrôle et essentiellement la commande d'un procédé industriel en assurant l'adaptation nécessaire entre tout ce qui est de grande puissance par rapport à ce qui est de faible puissance côté commande. Son objectif principal est de rendre tout le mécanisme de type "laisser-faire seul" : le système contrôle ses sorties, décide et agit sur ses entrées afin de maintenir le fonctionnement comme prévu par l'utilisateur. C'est le principe de l'automatisme.

La définition donnée par **la norme NFC 63-850** est : « Appareil électronique qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automaticien à l'aide d'un langage adapté, pour le stockage interne des instructions composant les fonctions d'automatisme comme par exemple :

- Logique séquentielle et combinatoire.
- Temporisation, comptage, décomptage et comparaison.
- Calcul arithmétique.
- Réglage, asservissement, régulation, etc.
- Pour commander, mesurer et contrôler au moyen d'entrées et de sorties (logiques, numériques ou analogiques).

IV.3. Historique :

Le premier automate programmable a été créé par Modicon « pour : **Modular Digital Control** »

en 1968, aux USA à la demande de l'industrie automobile américaine GMC (General Motors Company) qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande, et en 1971 qu'ils firent leur apparition en France.

Les automates programmables étaient destinés à l'origine à automatiser les chaînes de montages automobiles et car les ordinateurs « de l'époque » étant chers et non adaptés aux contraintes du monde industriel, les automates devaient permettre de répondre aux attentes de l'industrie et plus en plus employés dans toutes les industries.

L'automate programmable à l'origine c'était un ordinateur dont on avait amélioré la mécanique et le blindage pour travailler dans l'usine près des moteurs. Les ordinateurs de l'époque avaient encore besoin de bureaux climatisés. Dick Morley serait le premier à avoir conçu le principe et le brevet de l'A.P.I. et de bien d'autres inventions : machine à inférence parallèle, film magnétique, ... etc. il fonda la firme MODICON en 1968 qui produisit les premiers automates programmables de série pour la GMC.

Histoire des API

SCHNEIDER-TELEMECANIQUE

1975

Naissance du premier automate programmable TSP 100.

1978

Mise sur le marché de la première génération d'automates avec le modèle TSX 80.

1980

Poursuite du lancement automates avec le modèle TSX 60.

1984-1985

Lancement de la deuxième génération d'automates, série 7, avec les modèles TSX 47, 67 et 87. Apparition du premier réseau local industriel Telway.

1986-1987

Développement du terminal de dialogue homme-machine XBT avec écran et clavier.

1988

Avec 14 500 personnes, 32 filiales hors de France et un chiffre d'affaires de 8 milliards de FF, Telemecanique entre dans le Groupe Schneider. Lancement du micro automate TSX 17.

1990-1992

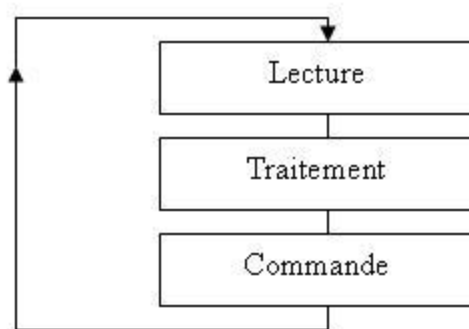
Commercialisation d'une nouvelle gamme de contacteurs série D, de l'atelier logiciel X-TEL pour la programmation des automates, des portables industriels FTX 417/507 compatibles PC.

L'automate programmable représente aujourd'hui l'intelligence des machines et des procédés automatisés de l'industrie, des infrastructures et du bâtiment.

Aussi, actuellement il existe plus d'une quarantaine de manufacturiers pour un total de 200 modèles.

IV.4. Principe de fonctionnement d'un API :

L'automate programmable fonctionne par déroulement cyclique du programme. Le cycle comporte trois opérations successives qui se répètent normalement comme suit :



La lecture : la scrutation des entrées binaires pour transférer leurs états dans la zone image des entrées.

Le traitement : le processeur exécute les instructions de la mémoire programme en fonction des informations de la mémoire des données. Cette exécution se traduit par la modification de certaines variables et leur mise à jour dans la zone

correspondante.

La commande : Les images des sorties dans la mémoire des données sont transférées dans le module de sortie pour être converties en signaux électriques pour la commande des pré-actionneurs et des dispositifs de visualisation. Ces valeurs sont verrouillées jusqu'au cycle prochain.

Ce cycle se répète infiniment tant qu'il n'y a pas d'interruption interne ou externe qui engendre l'arrêt temporaire ou permanent de l'automate. A chaque cycle seul, l'automate fait une mise à jour de ses données en entrée, garde cet état des entrées et passe à la phase de traitement. Cette dernière phase nécessite un temps prédéfini pour qu'elle se termine, dépendant de la fréquence du processeur et de la technologie interne et de la nature du traitement aussi.

Une fois terminée, on est dans la troisième et finale phase de sortie, où l'automate mets à jour ses signaux de sortie dépendant des résultats obtenus lors du traitement des entrées. Ces sorties restent figées jusqu'au cycle prochain.

Chaque fois que l'on minimise le temps d'un cycle, on améliore l'efficacité de notre automate. Malheureusement, le constructeur joue le rôle principal dans ce cas puisqu'il fixe la fréquence interne en se référant au processeur qu'il a utilisé. Mais l'utilisateur peut minimiser ce temps écoulé en améliorant le coût de son algorithme.

IV.5. Structure d'un système automatisé :

Le schéma suivant montre la structure générale d'un système automatisé.

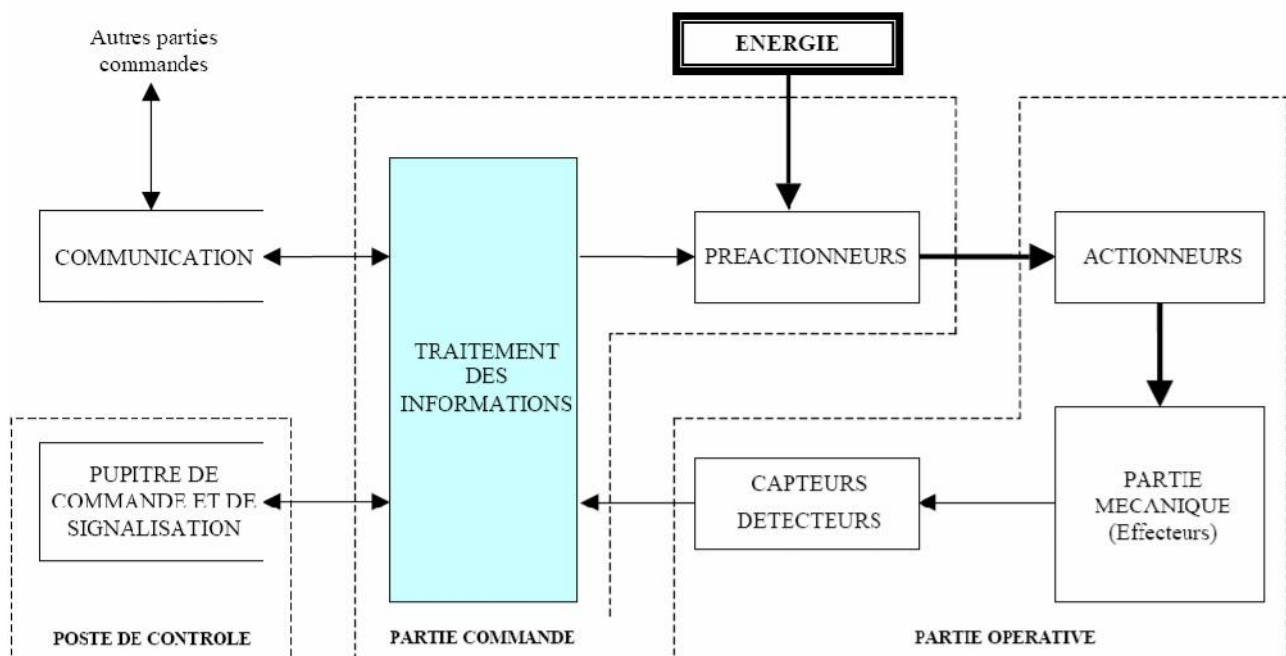


Figure I.1 : structure d'un système automatisé

IV.6. Domaines d'emploi des API :

On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage, ... etc.) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire, ... etc.) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie, ... etc.).

Il est utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes.

L'usage des automates programmables se propage de plus en plus dans tout les domaines de la technologie, notamment ceux qui réclament plus de précisions, plus de rapidité et plus de sécurité tels que la médecine, l'astronomie et les domaines d'énergie (hydrocarbure, nucléaire ...etc.)

IV.7. Critères de choix d'un automate programmable :

Les critères de choix essentiels d'un automate programmable industriel sont :

- Le nombre d'entrées/sorties nécessaire.
- Le type des entrées/sorties nécessaires.
- Le type de l'automate (compact ou modulaire).
- Les compétences/expériences de l'équipe d'automaticiens mise en œuvre et en programmation de la gamme d'automate.
- La qualité du service après-vente.
- Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel...).

Selon ces critères, notre choix s'est porté sur l'automate S7-300 dont nous allons décrire avec plus de détails.

IV.8. Etude de l'automate S7-300 :

L'automate S7-300 est de type modulaire. Il est caractérisé par :

- Une gamme diversifiée de CPU compatibles.
- Une gamme variée de modules.
- Une possibilité d'extension.
- Possibilité de mise en réseau via :
 - Profibus.
 - L'interface Multipoint (MPI).
 - Industriel Ethernet.

- Raccordement central de la console de programmation (PG) avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.



Fig. IV.1. Image réelle de l'automate S7-300

IV.9. Modules de l'automate S7-300 :

La configuration matérielle d'un automate dépend des besoins du projet à réaliser. La figure IV.2 montre les différents modules que l'on peut assigner à l'automate S7-300

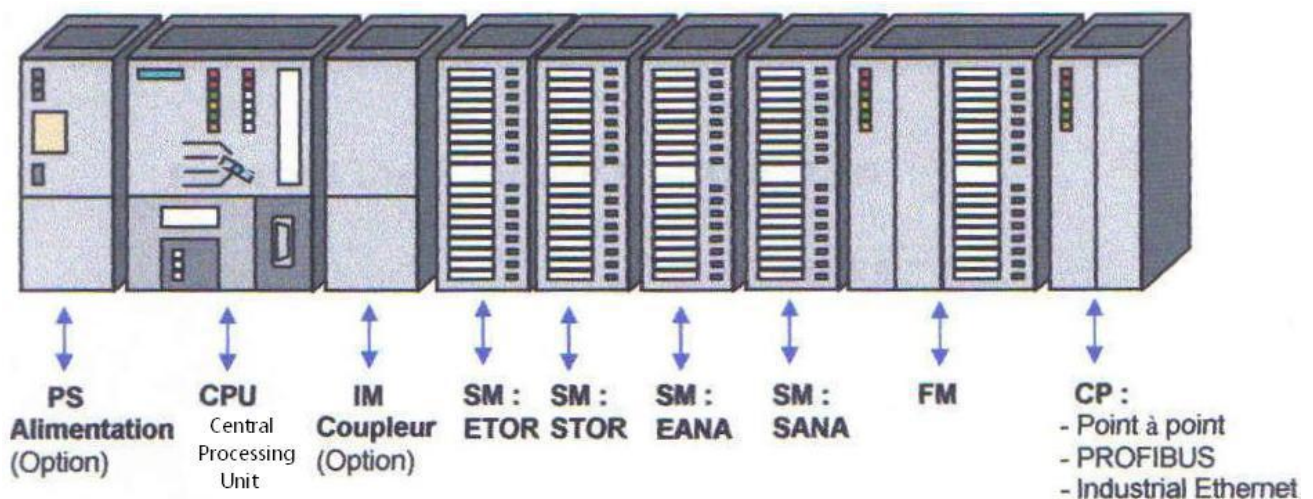


Fig. IV.2. Modules de l'automate S7-300

IV.9.1 Module d'alimentation PS :

Il débite sous une tension de 24 V un courant de sortie selon le besoin de 2A, 5A, ou 10A.

La figure IV.3 représente un module d'alimentation de l'automate S7-300.

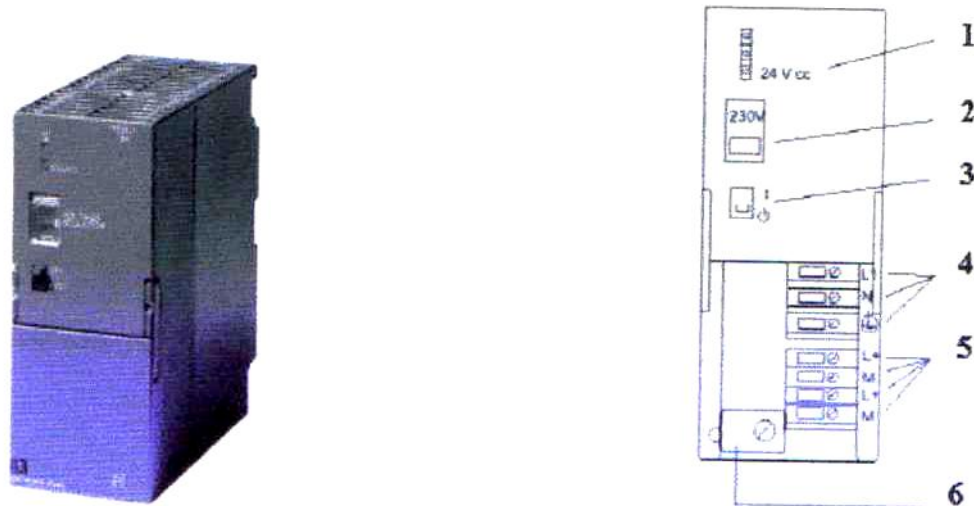


Fig. IV.3. Module d'alimentation de l'automate S7-300

- 1- Signalisation de tension 24V cc.
- 2- Sélecteur de la tension réseau.
- 3- Commutateur en/hors du 24 V cc.
- 4- Bornes pour la tension secteur et le conducteur de protection.
- 5- Bornes pour la tension de sortie 24 V cc.
- 6- Arrêt de traction.

IV.9.2. Unité centrale (CPU) :

Abrégé du terme Anglai : Central Processing Unit, ce module constitue le cerveau de l'automate programmable. Une fois le programme inscrit dans la carte mémoire est inséré dans ce module, il est exécuté étape par étape en recevant les entrées, en calculant les sorties et en les affectant.

La figure suivante (Fig. IV.4) montre une CPU 312 compatible avec l'automate S7-300.



Fig. IV.4. CPU 312 de l'automate S7-300

IV.9. 3. Modules signaux SM d'entrée :

Ces modules sont utilisés pour acquérir les informations ou les données à partir du processus pour renseigner l'unité centrale de traitement (CPU) de son état d'avancement ou son état initial.

On distingue deux types de modules d'entrée selon les signaux :

- ETOR : Entrée Tout ou Rien (entrée logique).
- EANA : Entrée Analogique.

IV.9.4. Modules signaux SM de sortie :

Ces modules sont utilisés pour affecter les informations ou les données au processus une fois la commande est calculée. On distingue aussi deux types ces modules :

- STOR : Sortie Tout ou Rien (entrée logique).
- SANA : Sortie Analogique.

IV.10. Programmation avec logiciel STEP 7 :

IV.10.1. Présentation du STEP 7 :

Step7 est un logiciel développé par Siemens pour la programmation des automates S7-300 et S7-400. Les programmes sont créés sous forme de projets.

Step7 permet de programmer dans trois langages différents :

- **CONT** : A base de contacts
- **LIST** : Programmation avec instructions.
- **LOG** : En utilisant des portes logiques.

Grâce à l'assistant (Fig. IV.5), la création d'un projet Step7 a été facilitée. On suivant les étapes et les choix proposés par celui-ci, nous avons implanté le programme d'automatisation du tour vertical en choisissant le langage CONT.

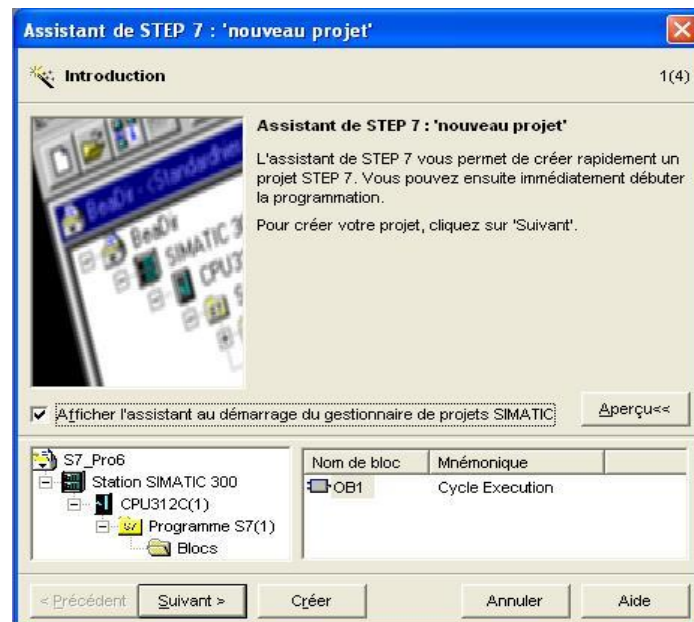


Fig. IV.5 Assistant de création d'un nouveau projet Sttep7

IV.10.2. Configuration matérielle pour l'automatisation du tour :

La configuration matérielle requise pour notre projet d'automatisation est conditionnée par le nombre d'entrées / sorties que nous avons résumé dans la table des mnémoniques (voir l'annexe A) ainsi que les tensions nécessaire pour les actionneurs. Pour cela notre choix s'est porté sur un module Power Supply (PS) de 5A et la **CPU 312**.

Nous avons choisi d'insérer deux modules de 32 pour les entrées (ce qui fait 64 entrées dont les 57 que nous utiliserons). Deux modules de sorties de 32 et 16 (un total de 48 sorties puisque nous avons besoin de 37 sorties).

Les quatre modules sont de type TOR car nous n'allons utiliser que des entrées/sorties numériques.

La figure IV.6 représente la configuration matérielle et l'adressage des entrées/sorties telles que faites sur logiciel Step7.

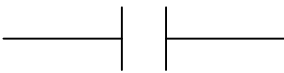
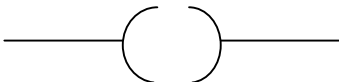
Emplacement	Module	Référence	Firmware	Adresse MPI	Adresse d'entrée	Adresse de ...
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0				
2	CPU312(1)	6ES7 312-1AD10-0AB0	V2.0	2		
3						
4	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			0...3	
5	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			4...7	
6	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0				8...11
7	DO16xDC24V/0.5A	6ES7 322-8BH00-0AB0				12...13
8						
9						
10						
11						

Fig. IV.6 : configuration matérielle et adressage des entrées/sorties

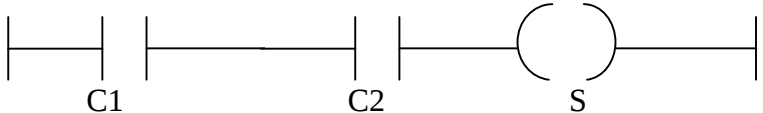
IV.10.3. Le langage CONT :

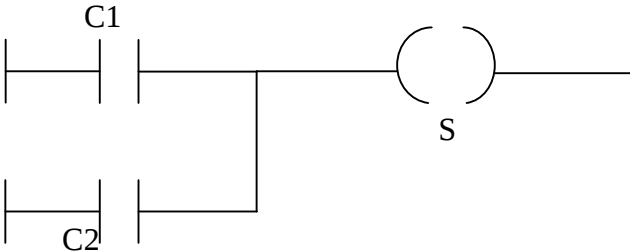
Connu pour sa simplicité, ce langage permet de structurer le programme sous forme de réseaux à base de contact.

Les éléments de base pour la programmation en CONT sont :

- Les contacts ouverts : 
- Les contacts fermés : 
- Les bobines : 

Parmi les combinaisons qu'on peut réaliser avec ces éléments nous citons :

- **La combinaison ET :** 
Condition 1 Condition 2 Bobine de
sortie

- **La combinaison OU :** 

IV.10.4. La bascule SR :

Pour la programmation en CONTACT, plusieurs méthodes sont possibles. Pour notre cas, nous avons choisi de programmer avec des bascules SR. Ce choix revient à la facilité de cette méthode et l'auto-maintien de ces bascules.

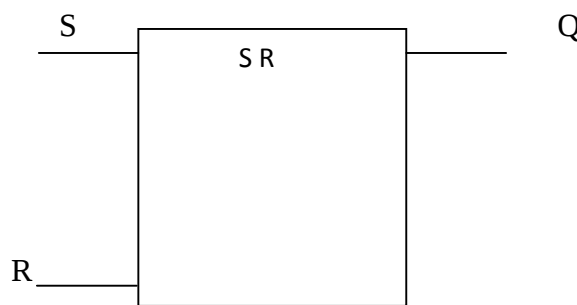


Fig. IV.7: Bascule S R

Cette opération exécute la mise à 1 si l'état de signal est 1 à l'entrée S et 0 à l'entrée R. Si l'état de signal est 0 à l'entrée S et 1 à l'entrée R, la bascule est mise à 0. Si l'état est égal à 1 aux deux entrées, c'est l'ordre qui compte : la bascule SR exécute d'abord la mise à 1, puis la mise à 0 de l'opérande indiqué. L'opérande reste donc à 0 pour le reste du cycle du programme.

IV.11. Conclusion :

Dans ce chapitre nous sommes arrivés à configurer l'automate S7-300 avec le matériel adéquat pour l'automatisation du tour vertical.

Les programmes ont été implantés dans le bloc d'organisation OB1 (programme linaire) et ils ont été simulés avec succès. La simulation offre un avantage primordial en donnant la possibilité de rattraper les erreurs commis pendant la programmation avant son changement dans la CPU, ce qui affirme la sécurité élevé des API en utilisant le logiciel PLCsim.

Conclusion générale

Notre projet de fin d'études effectué au sein de l'entreprise SNVI plus exactement à l'unité DVI a été dans le but d'automatiser le TOUR VERTICAL en répondant au cahier de charge.

Grace aux informations fournis par le personnel de l'entreprise, nous avons pu arriver à le modéliser par l'outil grafcet et le programmer par le logiciel STEP7, en passant par plusieurs étapes importantes, nous sommes arrivés à le simuler.

L'utilisation de ces logiciels nous a offert l'amélioration de nos connaissances dans le domaine de l'automatique et de l'informatique industriel.

Ce stage nous a été bénéfique a plus d'un titre car il nous a permis de mettre en pratique les notions théoriques acquises durant notre cursus.

Nous sommes aussi arrivés à découvrir le milieu industriel et le domaine professionnel, grâce a l'accueil que le personnel nous a réservé, il nous a permet de fréquenter des ingénieurs, et des techniciens.

Cette expérience nous a montrée que le traitement des problèmes industriels se fait par une collaboration de personnes qualifiées et diplômées dans les différents domaines techniques tels que l'électronique, l'électrotechnique, l'informatique et l'automatique.

Malgré les difficultés que nous avons rencontré en réalisant ce projet, dont nous citons l'ancienneté de la machine et le manque de documentation, nous espérons avoir réussit ce travail et que ce mémoire servira la SNVI et les promotions futures.