

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



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

## **PROJET DE FIN D'ETUDES**

*En vue de l'obtention du diplôme*

*D'INGENIEUR D'ETAT EN AUTOMATIQUE*

# *Thème*

*Etude technologique de la machine aléseuse  
spéciale RMO et adaptation d'un automate  
programmable S7-300.*

Proposé par :

**M<sup>f</sup>. ZEMMOUR. R**

Présenté par :

**M<sup>f</sup>. DJELLAILI ALI**

**M<sup>f</sup>. TELMOUN KHELIFA**

Dirigé par :

**M<sup>f</sup>. BENSIDHOUM M.O**

Soutenu le : 07/ 07 /2009    Devant le jury d'examen composé de :

**M<sup>f</sup>. AKROUF. S**

**M<sup>f</sup>. LAKHLEF.H**

**M<sup>f</sup>. SALHI .B**

*Promotion 2009*

## Présentation de l'entreprise

---

Pour répondre aux besoins d'intégration de la métropole française ; Berlier entreprend en juin 1957 la construction d'une usine de poids lourds dans la zone industrielle de Rouïba située à 30km l'est d'Alger.

Par suite de la série de nationalisation des entreprises, en 1967 Berlier en Algérie devenue appelée SONACOME (société nationale de construction mécanique). En fin, le schéma de restriction de la Sonacome retenue à donner naissance à 11 entreprises nouvelles, dont la SNVI (société nationale de véhicules industriels) en décembre 1981 sous décret n°81 /42.

La superficie de cette ensemble industrielle s'étend sur 260 Hectares dont 30 sont couverts. Les missions de la SNVI sont de fabriquer, distribuer, maintenir et exporter les véhicules industriels. Actuellement la SNVI se compose de trois unités : la DVI, la Carrosserie, la Fonderie.

La DVI (division véhicules industriels) est l'une des plus importantes unités de la société, elle se compose de :

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

Parmi ces unités, notre stage a été déroulé au sein de la DVI, et exactement dans le bâtiment mécanique.

# Sommaire

Introduction générale .....	1
-----------------------------	---

## Chapitre I

## Description générale de la machine

I- Introduction .....	3
II-Description de la machine.....	3
II-1- Partie opérative .....	3
II-1-1- Partie électrique .....	3
II-1-2- Partie mécanique .....	4
II-1-3-Partie hydraulique .....	5
a) Groupe hydraulique.....	5
b) Groupe de graissage mécafluide .....	7
c) Groupe d'arrosage .....	7
d) Groupe de graissage microfog .....	8
II-1-4- Partie pneumatique .....	8
II-2- Partie commande .....	9
II-3- Partie pupitre .....	12
III- Energies utilisées.....	15
III-1- Energie électrique .....	15
III-2- Energie hydraulique .....	15
III-3- Energie pneumatique.....	15
IV- Fonctionnement de la machine .....	15
IV-1- Préparation de la machine .....	16
IV-2- La mise en œuvre de la partie opérative.....	17
a) Fonctionnement en mode manuel.....	17
b) Fonctionnement en mode normal .....	20
IV-3- Procédure d'arrêt .....	23
a) Arrêt d'urgence.....	23
b) Arrêt en fin des tâches.....	23
Conclusion .....	23

## Chapitre II

## Etude technologique de la machine

I- Introduction .....	24
-----------------------	----

II- Les actionneurs.....	24
II-1- Les actionneurs électriques.....	24
a) Le moteur à courant continue.....	24
b) Le moteur asynchrone.....	25
c) Système e freinage.....	28
II-2- Les actionneurs hydrauliques.....	32
II-3- Les actionneurs pneumatique.....	33
III- Les prés actionneurs.....	33
III-1- Le contacteur.....	33
III-2- Les distributeurs.....	35
IV- Les capteurs.....	37
a) Définition.....	37
b) Types de capteurs.....	38
IV-1 Capteurs de proximité inductifs.....	38
IV-2- Fin de course à contact mécanique.....	39
IV-3- Capteur de niveau.....	40
IV-4- Capteur de pression.....	40
IV-5- Capteur de température.....	41
IV-5- Détecteur de colmatage.....	41
V- Les variateurs de vitesse.....	42
Conclusion.....	42

### **Chapitre III                    Modélisation graphique du fonctionnement la de machine**

I- Introduction.....	43
II- Le Cahier des charges.....	43
III- Le GRAFCET.....	46
III- 1- Définition.....	46
III-2- Structure du GRAFCET.....	46
a) Etape.....	46
b) Actions associés à l'étape.....	46
c) Les transitions.....	47
d) Liaisons orientées.....	48
III-3- Règles d'évolution du GRAFCET.....	48
II-4- Séquences multiple.....	49
III-4-1- Séquences multiple.....	49

III-4-2- Séquence simultanées.....	49
III-5- Saut d'étapes.....	50
III-6- Reprise de séquence .....	50
II-7- Niveau d'un GRAFCET .....	51
III-7-1- GRAFCET niveau 1 .....	51
III-7-1 GRAFCET niveau 2 .....	57
IV- Le GEMMA.....	61
IV-1- Définition .....	61
IV-2- Description du GEMMA.....	61
IV-2-1- Familles de modes de marches et d'arrêts.....	62
a) Les procédures d'arrêt (Zone A) .....	62
b) Les procédures de fonctionnement (Zone F) .....	62
c) Les procédures de défaillance (Zone D) .....	62
IV-3- Définition des états .....	62
IV-4- Elaboration du GEMMA de l'opérateur .....	64
IV-4-1- Marche de production et d'arrêt .....	64
Conclusion .....	66

## Chapitre IV

## Choix et étude de l'automate programmable

I- Introduction .....	67
II- Généralités sur les automates programmables industrielles .....	67
II-1- Définition.....	67
II-2- Structure d'un API .....	67
a) L'unité centrale.....	68
b) Interface d'entrée / sortie .....	69
II-3- Cycle de fonctionnement d'un API.....	71
III- Choix de l'automate programmable .....	72
III-1- Critères opérationnels.....	72
III-2- Critères fonctionnels .....	73
III-3- Critères technologique.....	73
III-4- Critères économique.....	73
IV- Etude de l'automate programmable S7-300 .....	73
IV-1- Console de programmation PG ou PC SIMATIC .....	73
IV-2- Module de l'automate S7-300 .....	74
IV-2-1- Module d'alimentation.....	75

IV-2-2 Module unité centrale (CPU) .....	75
IV-2-3- Le coupleur.....	77
IV-2-4- Les modules d'entrées / sorties .....	78
IV-3- La sûreté des API .....	80
Conclusion .....	81

## Chapitre V

## Programmation de l'automate S7-300

I- Introduction .....	82
II- Configuration du matériel .....	83
II-1- Configuration .....	83
II-2- Paramétrage.....	84
II-3- Adressage.....	84
II-3-1- Adressage des modules avec 314.....	84
II-3-2- Adressage des entrées / sorties.....	84
II-4- Affectation des mnémoniques.....	85
III- Programmation de fonctionnement .....	85
III-1- Les langages de programmation .....	85
III-1-1- Le S7 GRAPH .....	85
III-1-1-1- Instruction de langage S7 GRAPH .....	85
III-2- Structuration de programme utilisateur.....	90
III-3- Les blocs de STEP7 et la CPU 314.....	90
III-3-1- Les blocs système .....	91
III-3-2- Les blocs utilisateur .....	91
III-3-2-1- Types de blocs utilisateur .....	91
III-4- Le programme utilisateur .....	92
III-5- Test et simulation du programme utilisateur .....	92
Conclusion .....	94
Conclusion général .....	95
Annexes.	

## Introduction générale

---

Face à la concurrence internationale croissante, il est impératif aujourd'hui plus que jamais de se concentrer sur les compétences de base de notre entreprise. L'orientation stratégique à moyen et long terme sur des concepts d'automatisation novateur est désormais un facteur clé pour un succès durable.

Les marchés évoluent de plus en plus et le cycle de vie des produits ne cesse de raccourcir. Dans le secteur de la construction d'équipements et de machines, ceci se traduit par des impératifs sans cesse plus élevés, tels que l'augmentation de productivité, le respect des directives de sécurité et l'optimisation du diagnostic ainsi que de la facilité de maintenance et de conduite.

Dans ce contexte et compte tenue des nombreuses pannes relevées au niveau d'une machine à outil « aléuseuse spéciale RMO » de la Société Nationale des Véhicules Industriels (SNVI), les responsables de cette entreprise nous ont chargé dans le cadre de notre projet de fin d'études d'effectuer une étude de faisabilité de transformation de la commande de cette machine pour passer d'une technologie câblée à une technologie programmée faisant appel à un automate programmable industriel.

L'objectif du remplacement de la commande câblée par une commande programmée présente plusieurs avantages tels que : une commande très précise, armoire de commande moins encombrante, parfaite accessibilité pour la maintenance, et possibilité de modifications des programmes de fonctionnement.

Après une analyse du fonctionnement de la machine, une modalisation qui traduit le cahier des charges s'impose. Il est avéré d'un côté que le GRAFCET est l'un des outils les plus puissant pour décrire un automatisme logique et d'un autre côté les modes de marche et d'arrêt sont souvent représentés par un outil graphique : le GEMMA ce qui nous a permis de les adopter pour l'étude de la machine.

Dans notre étude, le GRAFCET va servir à la modélisation du fonctionnement de la machine. Dans le but d'alléger le modèle GRAFCET, le GEMMA va permettre la prise en compte des arrêts d'urgence et les défaillances de la machine.

## Introduction générale

---

Après l'élaboration du GRAFCET de l'élève on passera à l'étape finale qui consiste à l'implémentation technologique de ce dernier dans un automate programmable industriel.

Dans le but de rendre notre travail le plus compréhensif possible, nous avons subdivisé notre mémoire en cinq chapitres :

Dans le premier chapitre, nous donnerons une description générale de la machine ainsi que son fonctionnement.

Une analyse technique globale de la machine fera l'objet du deuxième chapitre.

Dans le troisième chapitre, nous proposons de faire un premier niveau d'analyse du fonctionnement de la machine en utilisant deux outils complémentaires de description graphique : le GRAFCET et le GEMMA.

On clôtura cette analyse dans le quatrième chapitre par le choix d'un automate programmable industriel et sa configuration.

Le second niveau d'analyse effectué dans le dernier chapitre à pour but d'aboutir à une définition approfondi de l'installation en prenant en compte les spécifications de l'automate choisit.

Nous terminerons notre travail par une conclusion général.

## I- Introduction :

L'alésage est une opération d'usinage caractérisé par l'enlèvement de la matière à l'intérieur des pièces cylindriques creuses dont les diamètres intérieurs sont particulièrement importants ou pour les raisons d'obtention d'un état de surface mieux que celui laissé par le moulage ou bien par le perçage.

Une des machines utilisées pour cet usinage à la SNVI est l'aléseuse spéciale RMO (voir figure I -1) qui est conçu spécialement pour l'alésage des pièces de type fusée Berlier Sonacome.

Elle fait l'objet de la présente étude d'automatisation par automate programmable dont le but est d'améliorer la qualité des pièces usiné et d'augmenter la production.

## II- Description de la machine :

La machine peut être subdivisée en trois grandes parties à savoir :

- La partie opérative,
- La partie commande,
- La partie pupitre.

### II-1- Partie opérative :

Dite aussi la partie puissance, elle opère directement sur la matière où les actions sont exécutées sous l'ordre de la partie commande.

Elle comprend quatre parties :

#### II -1-1- Partie électrique :

Le circuit de puissance est constitué par les éléments suivants (voire annexe I):

- Un moteur pour le groupe hydraulique,
- Un moteur pour le graissage,
- Un moteur pour l'arrosage,
- Un moteur pour la rotation broche unité 011,
- Un moteur pour la rotation broche unité 012,
- Un moteur pour l'avance rapide unité 011,
- Un moteur pour l'avance rapide unité 012,
- Un moteur pour l'avance travail unité 011,
- Un moteur pour l'avance travail unité 012,

- Un moteur pour l'avance travail dressage unité 011,
- Un moteur pour l'avance travail dressage unité 012,
- Des électrovannes (YV1, YV2, YV3, YV4, YV5, YV6, YV7, YV8, YV9, YV10, YV11, YV12, YV13, YV14, YV15),
- Des bobines pour l'alimentation des freins (YB1, YB2, YB3, YB4, YB5, YB6, YB7, YB8),
- Des détecteurs de proximités inductifs (BQ1, BQ2, BQ3, BQ4, BQ5, BQ6).
- Des fins de courses à contacte mécanique (SQ1, SQ2, SQ3, SQ4, SQ5, SQ6, SQ7, SQ8, SQ9, SQ10, SQ11, SQ12, SQ13, SQ14, SQ15, SQ16, SQ17, SQ18, SQ19, SQ20, SQ21, SQ22, SQ23, SQ24, SQ25, SQ26, SQ27, SQ28, SQ29, SQ30, SQ31, SQ32, SQ33, SQ34, SQ35, SQ36, SQ37, SQ38, SQ39, SQ40, SQ41, SQ42, SQ43, SQ44, SQ45, SQ46, SQ47, SQ48),
- Des capteurs de niveau (BH0, BH1, BH2, BH3, BH4),
- Des capteurs de pression (BP0, BP1, BP2, BP3, BP4, BP5, BP6, BP7, BP8, BP9, BP10),
- Un capteur de température BT.

### II-1-2- Partie mécanique :

La cinématique de la machine est représentée par le mouvement de ses trois grandes parties qui la composent :

- Unité 011,
- Unité 012,
- La table porte fusée.

-L'unité 011 et l'unité 012 :

Elles sont identiques et travaillent en symétrie telle que chaque unité se compose :

- ✓ D'un chariot porte broche qui se déplace sur une glissière assurant un mouvement longitudinal qui se fait en deux étapes :
  - Une avance rapide assurée par un moteur asynchrone triphasé dont l'arbre est directement accouplée à la vis et noix par un engrenage reducteur de vitesse.
  - Une avance lente assurée par un moteur à courant continu, dont la transmission de mouvement est effectuée par une courroie plate qui est aussi accouplée à la vis et noix par satellite et porte satellite.
- ✓ De deux broches portant outils qui sont entraînés par un moteur à courant continu, dont la transmission de mouvement se fait par des courroies trapézoïdales.
- ✓ Le mouvement vertical des broches réalisant la finition est assuré par un vérin hydraulique double effet.

-La table porte fusée supporté par une glissière effectue un mouvement transversal à l'aide d'un vérin hydraulique double effet.

### II-1-3- Partie hydraulique :

Cette partie comprend plusieurs groupes à savoir :

#### a) Groupe hydraulique :

Le groupe se compose de plusieurs éléments (voir figure I-2) :

- Un réservoir d'une capacité de 400 litres. Il est muni de trois capteurs pour la sécurité :

- Control de niveau,
- Control de température,
- Détecteur de colmatage.

- Le filtrage qui se effectue à deux niveaux :

- Les crépines d'aspiration qui éliminent les particules de grosse dimension ;
- Les filtres qui éliminent les particules très fines.

Ce filtrage se déroule à trois endroits :

- À l'aspiration,
- Au départ sur le réseau,
- Au retour vers le réservoir.

- Des clapets anti-retour,

- Un régulateur de débit,

- Un manomètre pour la lecture de la pression,

- Un manostat pour le contrôle de la pression,

- Deux accumulateurs à membrane en plastique avec de l'azote à l'intérieur,

- Un moteur qui entraîne une pompe à palette caractérisé par sa cylindrée et son débit de refoulement tel que :

✓ Débit :  $Q = 47 \text{ l/mn.}$

✓ Cylindrée :  $Cyl = 0,031 \text{ l/tr.}$

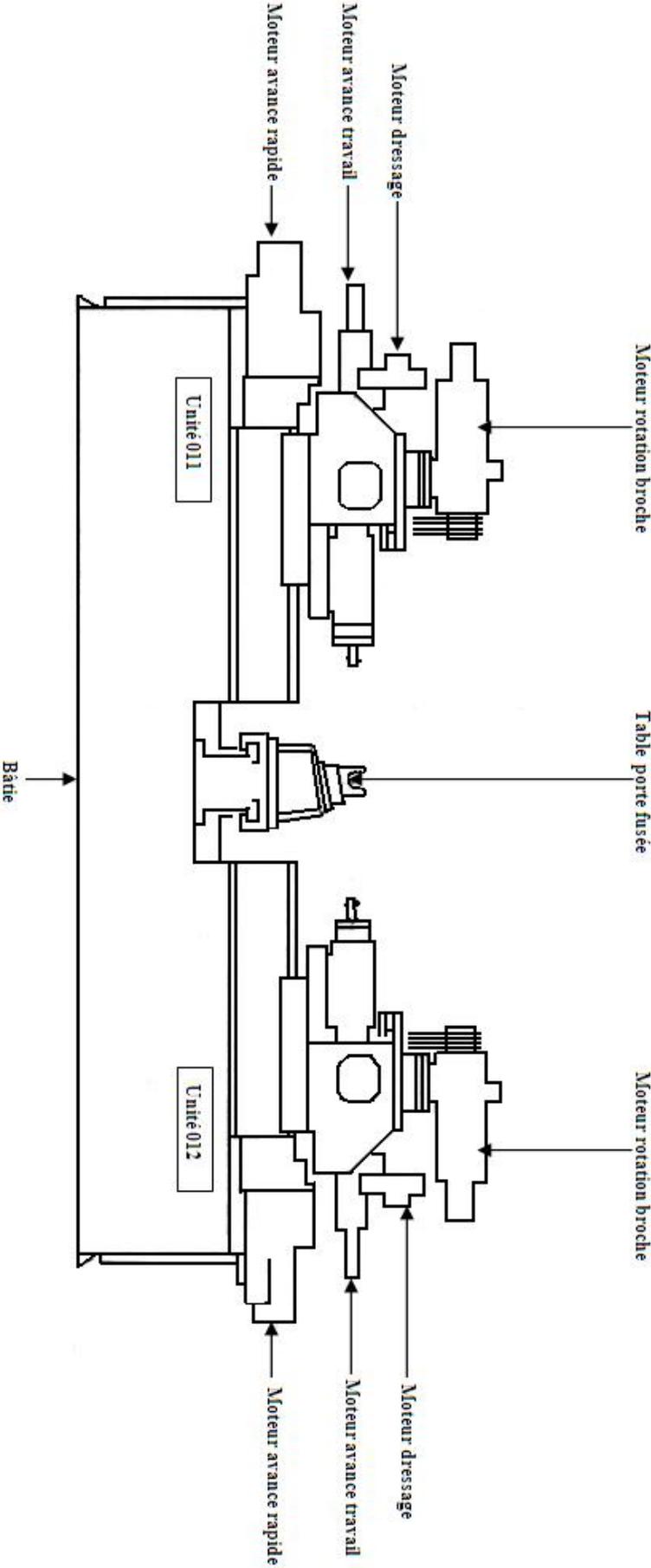
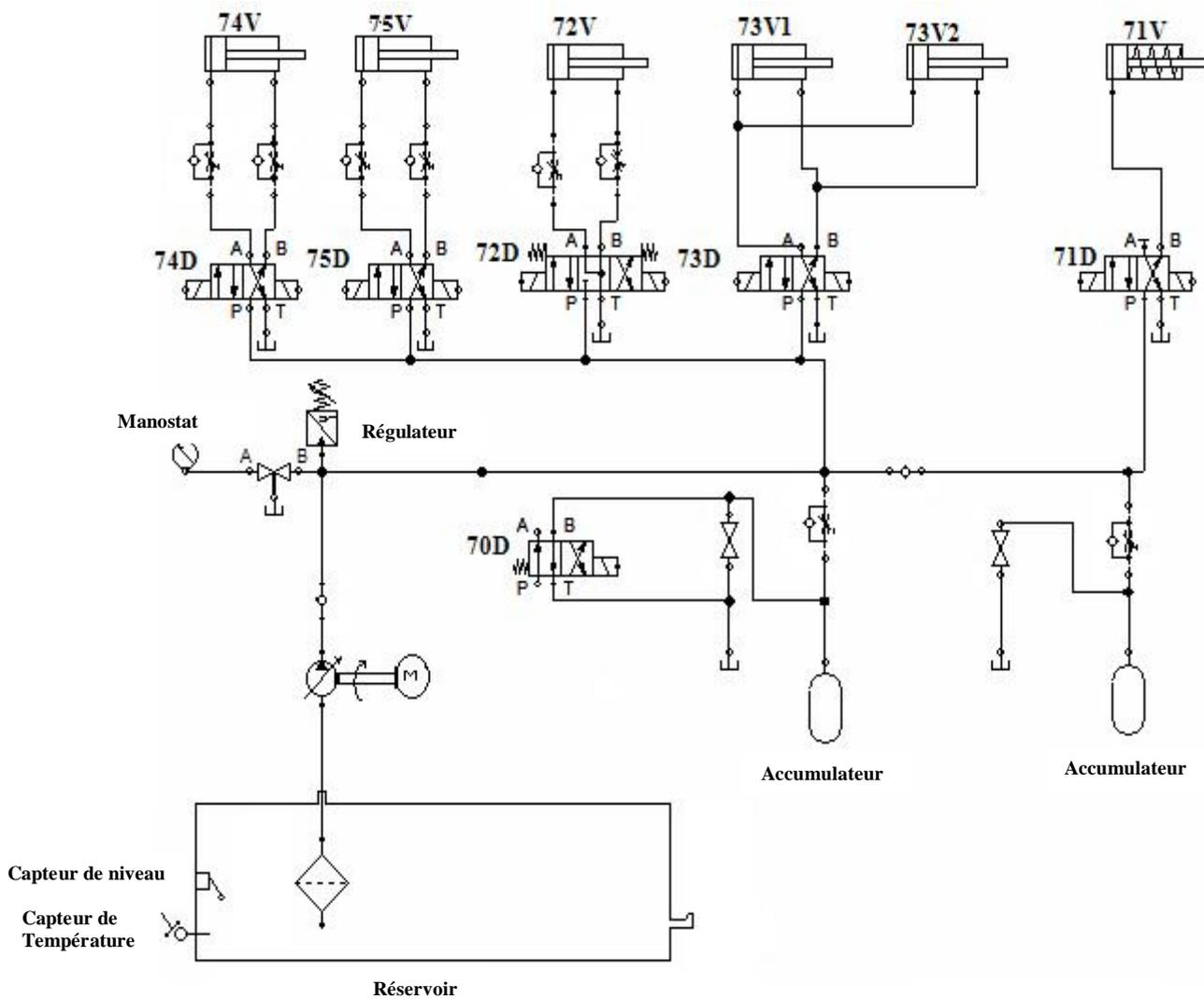


Figure I-1: Alésuse spéciale RM10.



**Figure I-2** : Circuit hydraulique.

**b) Groupe de graissage mécafluide :**

Une petite pompe hydraulique est montée sur un bac de stockage de l'huile de graissage afin de graisser les glissières à travers des doseurs cycliques.

**c) Groupe d'arrosage :**

Une pompe est alimentée par un réservoir pour l'arrosage cyclique des outils et l'arrosage contenu pour l'évacuation des copeaux.

**d) Groupe de graissage microfog :**

Son rôle est d'abord la diminution des frottements, cause principale de l'usure. Il assure également d'autres fonctions telles que le refroidissement, la protection contre la rouille etc.

**Fonctionnement :**

La pompe hydraulique aspire l'huile à partir du réservoir à travers les crépines d'aspiration et la refoule dans le circuit avec surpression vers les actionneurs en passant par le régulateur de pression, de débit, afin de contrôler ces deux grandeurs et les pré-actionneurs qui assurent aussi le retour sans pression vers le réservoir par une voie parallèle.

La petite pompe de graissage aspire l'huile de graissage de son propre bac et la refoule vers les glissières.

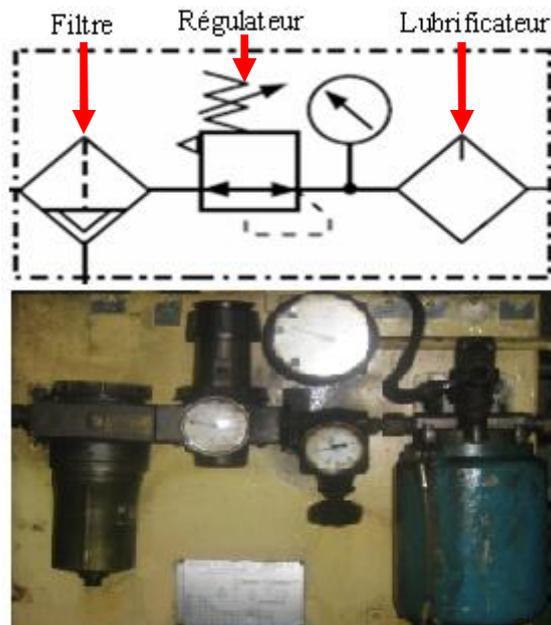
La pompe d'arrosage, elle aussi, aspire le fluide de refroidissement de son propre bac et le refoule vers les outils en passant par une électrovanne.

**II-1-4- Partie pneumatique :**

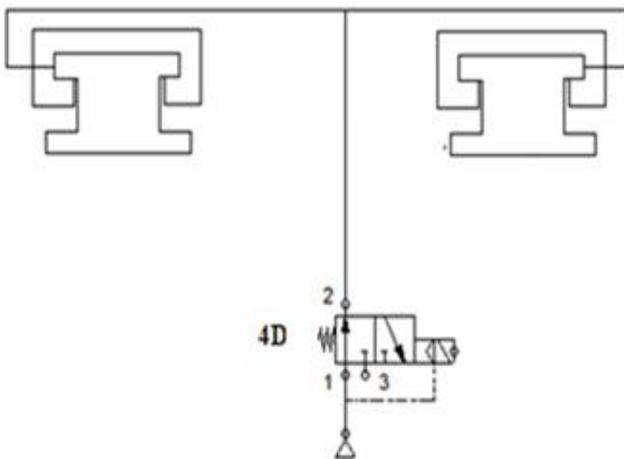
L'atelier possède un réseau de distribution d'air comprimé qui alimente le circuit pneumatique de la machine. Cette alimentation doit être calculée et conditionnée afin d'être correctement dimensionnée.

L'unité de conditionnement de l'air se compose essentiellement de trois dispositifs cruciaux :

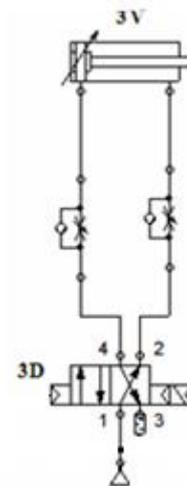
- Le filtre : il élimine les eaux et les impuretés (l'humidité et la poussière) afin que l'air soit bien propre.
- Le régulateur : il permet la régulation de la pression pour la garder constante pour une utilisation efficace des appareils pneumatiques.
- Le lubrificateur : l'huile est parfaitement dosée pour être mélangée à l'air comprimé envoyé par le réseau afin de lubrifier les pièces en mouvement.



**Figure I-3 :** Conditionneur d'air comprimé.



**Figure I-4 :** Rattrapage jeu.



**Figure I-5 :** Ouverture / fermeture porte.

## II-2- Partie commande :

Elle émet des ordres vers la partie opérative pour commander les actionneurs (moteurs, vérins í etc.) via les prés actionneurs (contacteurs, distributeurs í etc.) et en reçoit des

signaux en retour par les capteurs qui rendent compte de l'état de la machine afin de coordonner ces actions.

La présente partie est réalisée en technologie câblé, elle est constituée par les éléments suivants :

-Les transformateurs de puissance :

Ils sont utilisés pour modifier les valeurs des tensions électriques afin de les rendre plus commode pour l'utilisation.

➤ **Tableau récapitulatif des transformateurs :**

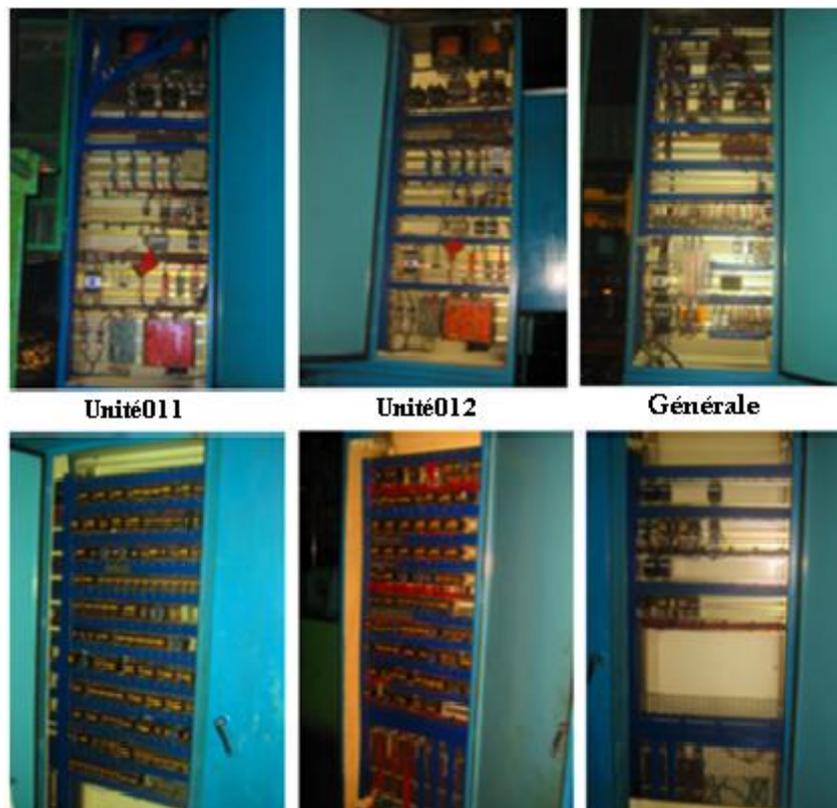
Nomenclature	Tension Prim /second	Fusible de protection	Puissance apparente	Rôle
<b>TC1</b>	220V-380/110V	B1 0,25 AaM B1 0,25 AaM	630 VA	Alimentation générale
<b>TC2</b>	220V-380/110V	B2 4 AaM B2 4 AaM	630 VA	Alimentation circuit de commande
<b>TC3</b>	220V-380/110V	B2 4 AaM B2 4 AaM	1600 VA	Alimentation sortie
<b>TC4</b>	220V-380/20V	B4 1 AaM B4 1 AaM	250 VA	Alimentation frein YB1 et YB2
<b>TC5</b>	220V-380/20V	B5 1 AaM B5 1 AaM	250 VA	Alimentation frein YB5 et YB6
<b>TC6</b>	220V-380/24V	B6 1 AaM B6 1 AaM	250 VA	Alimentation signalisation
<b>TC7</b>	380V /230V	FU5 QS5	3 KVA	Alimentation variateur de vitesse avance travail unité 011
<b>TC8</b>	380V /230V	QS8	500 VA	Alimentation pont redresseur pour le moteur rotation broche
<b>TC9</b>	380V /230V	FU11 QS11	3 KVA	Alimentation variateur de vitesse avance travail unité 012

- Des différentes protections :
  - ✓ Les sectionneurs portent fusibles,
  - ✓ Les relais thermiques,
  - ✓ Les disjoncteurs avec leviers.
- Des variateurs de vitesse avec cartes de consigne :
  - ✓ Variateur BBC type GAD 0652 pour la rotation broche unité 011,
  - ✓ Variateur BBC type GAD 0652 pour la rotation broche unité 012,
  - ✓ Variateur INLAND SPAE 1115 pour l'avance lente unité 011,
  - ✓ Variateur INLAND SPAE 1115 pour l'avance lente unité 012.

**Remarque :**

-Les bobines de tous les contactes sont à 110 V.

-Les relais, les transformateurs, les variateurs de vitesses et les protections sont installés dans des armoires de commande derrière la machine.



**Figure I-6 :** Armoires de commande.

### II- 3- Partie pupitre :

Elle permet à l'opérateur par le biais de la partie commande d'envoyer des consignes vers la partie opérative d'une part et permet de recevoir des comptes rendus visualisés à l'aide des voyants lumineux d'autre part.

Ce dialogue homme machine permet d'exploiter, de régler et d'aider au dépannage de la machine.

#### ➤ Tableau récapitulatif des boutons poussoirs :

Nomenclature	Rôle
<b>SB2</b>	Mise sous tension générale
<b>SB3</b>	Test lampes
<b>SB6</b>	Mise sous tension principale
<b>SB7</b>	Marche groupe hydraulique
<b>SB8</b>	Arrêt groupe hydraulique
<b>SB9</b>	Remise à zéro du compteur pièce
<b>SB10</b>	Commande graissage
<b>SB13</b>	Tenu pièce
<b>SB12</b>	Lâcher pièce
<b>SB14</b>	Autorisation cycle
<b>SB34</b>	Ouverture / fermeture porte
<b>SB15</b>	Retour table
<b>SB16</b>	Avance table
<b>SB18</b>	Blocage table
<b>SB17</b>	Débloccage table
<b>SB19</b>	Démarrage unités
<b>SB21</b>	BCY 11
<b>SB22</b>	BRCY 11
<b>SB23</b>	BREPH 11
<b>SB24</b>	BAREPH 11
<b>SB26</b>	REPM 11
<b>SB27</b>	AEPM 11
<b>SB28</b>	BCY 11

<b>SB29</b>	BRCY 11
<b>SB30</b>	BREPH 11
<b>SB31</b>	BAREPH 11
<b>SB32</b>	REPM 11
<b>SB33</b>	AEPM 12
<b>SB0</b>	Mise sous tension générale
<b>SB4</b>	Contrôle arrêt d'urgence pupitre général
<b>SB5</b>	Contrôle arrêt d'urgence pupitre opérateur
<b>SB12</b>	Rappel général pupitre général
<b>SB11</b>	Rappel général pupitre opérateur

➤ **Tableau récapitulatif des lampes de signalisation :**

<b>Nomenclature</b>	<b>Rôle</b>
<b>HL1</b>	Armoire sous tension
<b>HL2</b>	Défaut air
<b>HL3</b>	Arrêt urgence pupitre général
<b>HL4</b>	Défaut de ventilation variateur de vitesse
<b>HL5</b>	Machine sous tension
<b>HL6</b>	Marche groupe hydraulique
<b>HL7</b>	Défaut groupe hydraulique
<b>HL8</b>	Marche groupe graissage mecfluide
<b>HL9</b>	Défaut graissage mecafluide
<b>HL10</b>	Graissage microfog
<b>HL11</b>	Défaut graissage microfog
<b>HL12</b>	Défaut arrosage
<b>HL13</b>	Sécurité arrière station unité 011
<b>HL14</b>	Sécurité arrière station unité 012
<b>HL15</b>	Fin avance rapide table porte fusée
<b>HL16</b>	Fin retour rapide table porte fusée
<b>HL17</b>	Fin usinage 121
<b>HL18</b>	Fin usinage demi finition
<b>HL19</b>	Fin d'usinage dressage unité 011
<b>HL20</b>	Fin retour rapide EPM11

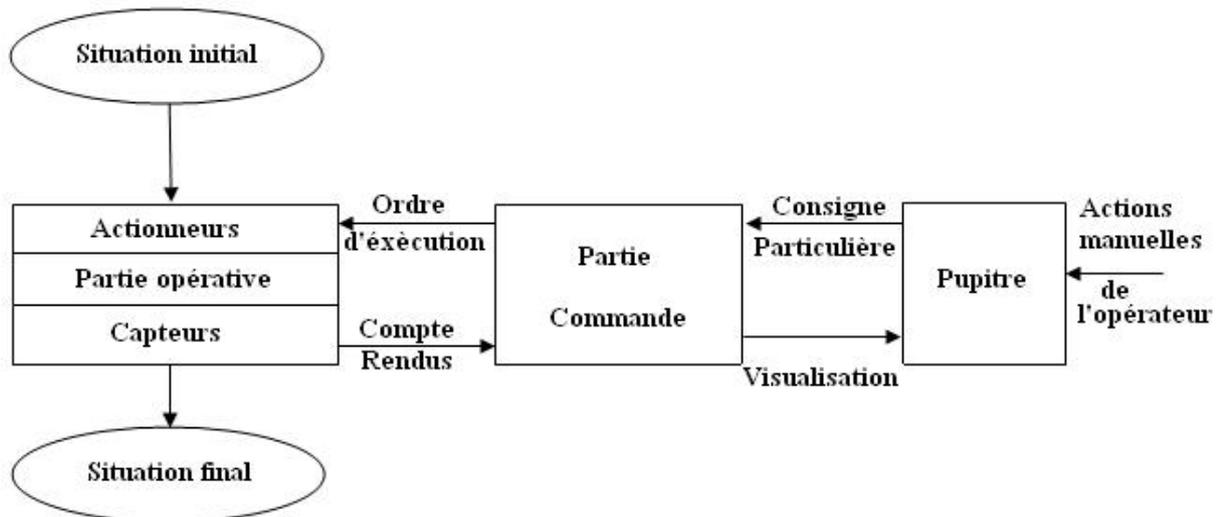
<b>HL21</b>	Fin usinage demi finition
<b>HL22</b>	Fin usinage 122
<b>HL23</b>	Fin d'usinage dressage unité 012
<b>HL24</b>	Fin retour rapide EPM12
<b>HL25</b>	Control blocage table porte fusée
<b>HL26</b>	Control tenu pièce
<b>HL27</b>	Control lâcher pièce
<b>HL28</b>	Conditions permanentes marche AUTO
<b>HL29</b>	Conditions marche AUTO
<b>HL30</b>	Unité en AUTO
<b>HL31</b>	Contrôle fin d'usinage
<b>HL32</b>	Sécurité usinage
<b>HL33</b>	Contrôle retour unités
<b>HL34</b>	Contrôle autorisation translation
<b>HL35</b>	Mise en service normal

➤ **Tableau récapitulatif des commutateurs :**

<b>Nomenclature</b>	<b>Rôle</b>
<b>SA1</b>	Graissage microfog (HS /EN)
<b>SA2</b>	Arrosage (EN /HS)
<b>SA3</b>	Pupitre général (MANUEL /NORMAL)
<b>SA4</b>	Pupitre operateur (MANUEL /NORMAL)
<b>SA5</b>	Sélection pièce (KS1/KS2 /KS3/KS4/KS5)
<b>SA6</b>	Automatique poste 011(MANUEL/AUTO)
<b>SA7</b>	Automatique poste 012(MANUEL/AUTO)

➤ **Bouton à clé :** remise à zéro du compteur pièces.

Les diverses relations fonctionnelles entre les différentes parties peuvent se résumer sous la forme suivante :



**Figure I-7** : Schéma de structure d'un automatisme.

### III- Energies utilisées :

#### III-1- Energie électrique :

-Triphasé 380V, 50HZ, 63A.

-L'alimentation des différents dispositifs électriques s'effectue à travers le circuit électrique de la machine.

#### III-2- Energie hydraulique :

-la pression hydraulique du circuit de diamantage est assurée par le groupe hydraulique.

-la pression de graissage est assurée par le groupe de graissage.

-la pression d'arrosage est assurée par le groupe d'arrosage.

#### III-3- Energie pneumatique :

Le réseau d'air comprimé nous fournit une pression qui sera conditionnée par le conditionneur qui se trouve sur la machine.

### IV- Fonctionnement de la machine :

La machine est conçue pour usiner cinq types de pièces, chaque type nécessite un usinage caractérisé par une vitesse de travail et une vitesse de rotation de la broche bien spécifiques. Ces deux dernières vitesses sont fixées par les spécialistes dans le domaine d'usinage.

Le fonctionnement de la machine peut être divisé en trois phases :

- préparation de la machine,
- la mise en œuvre de la partie opérative,
- les procédures d'arrêt.

#### IV-1- Préparation de la machine :

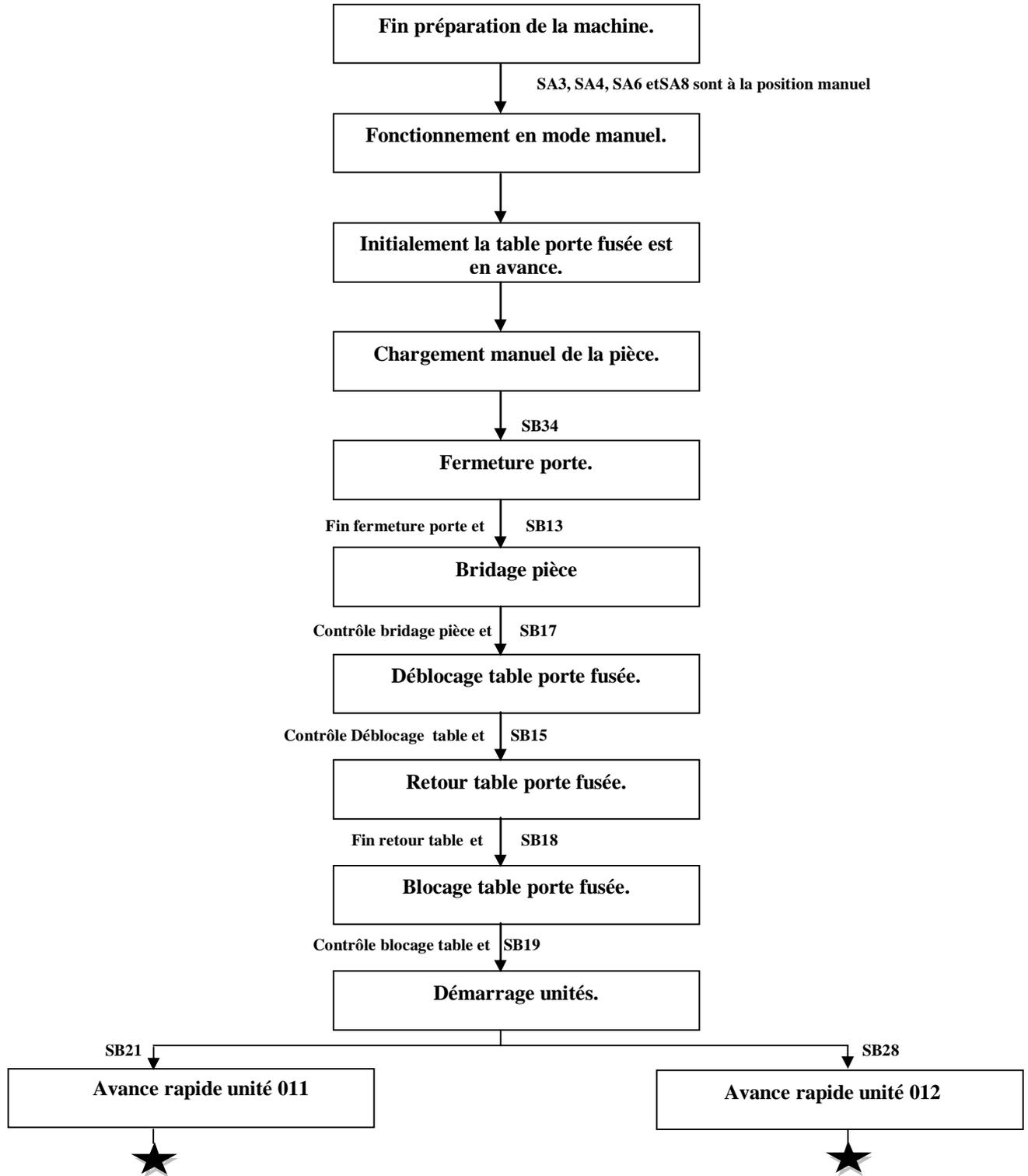
La préparation de la machine est nécessaire pour pouvoir commencer l'opération d'usinage.

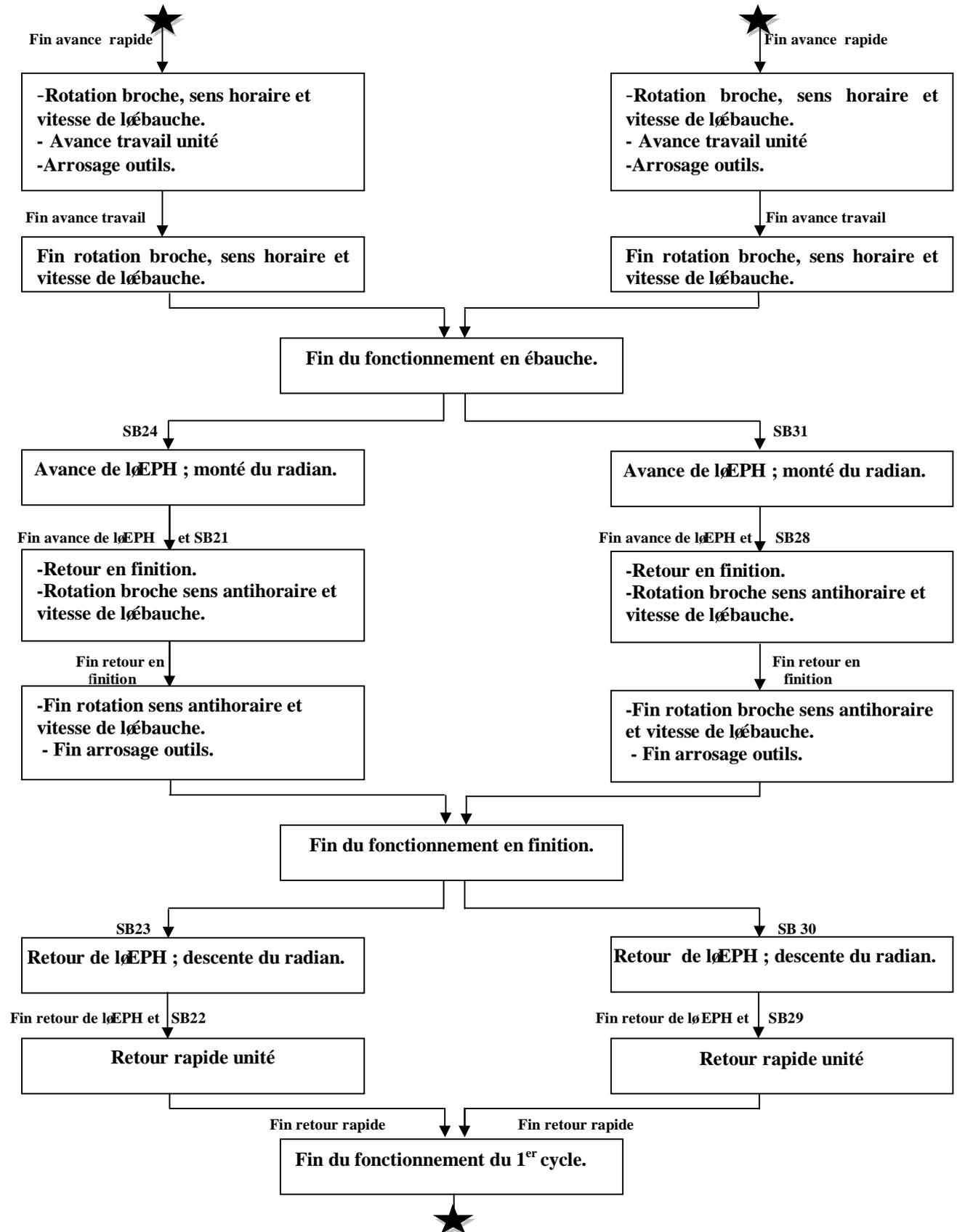
Elle consiste à :

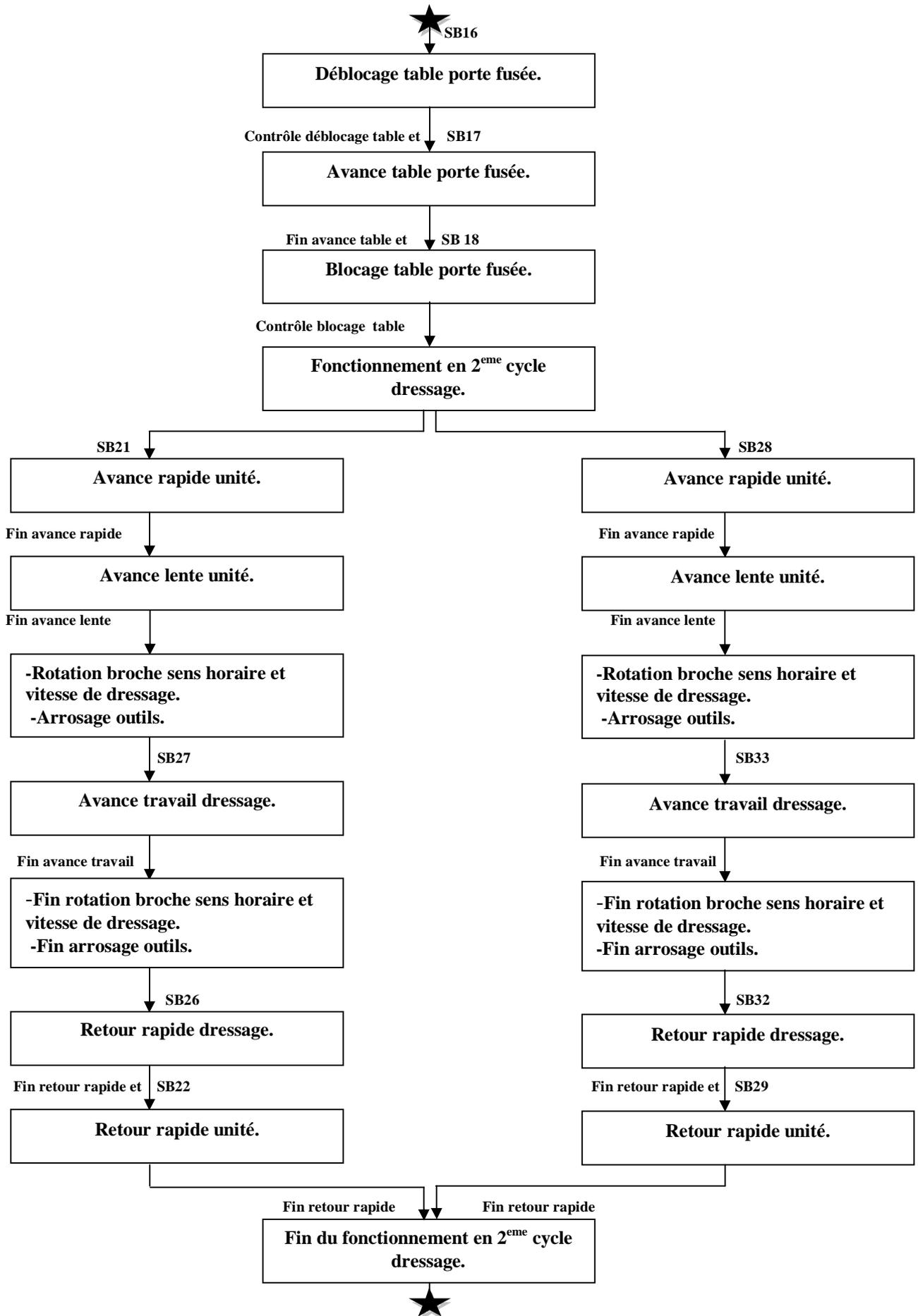
- Fermer manuellement le sectionneur QS qui permet l'alimentation générale.
- Impulsion manuelle sur le bouton poussoir SB2 qui permet l'excitation de la bobine KM0 et la mise sous tension générale.
- Impulsion manuelle sur le bouton poussoir SB3 pour effectuer le test lampes.
- Si la pression de service n'est pas atteinte alors le premier contacte du pressostat BP0 va se fermer ce qui permet l'allumage de HL2 ; défaut air.
- Contrôle d'arrêt d'urgence.
- Si la pression de service est atteinte, le deuxième contacte du pressostat BP0 va se fermer, ce qui ouvre le premier contact et excite la bobine KM4.1. Alimentation des différentes parties de la machine.
- Impulsion manuelle sur le bouton poussoir SB7 pour mettre en marche le groupe hydraulique
- Impulsion manuelle sur le bouton poussoir SB10 pour mettre en marche le groupe de graissage mécafluide.
- Mettre le commutateur SA1 à la position ES (en service) ; la mise en service du groupe de graissage microfog.
- Mettre le commutateur SA2 à la position ES (en service) ; la mise en service du groupe d'arrosage.
- Sélectionner le type de pièce à l'aide du commutateur SA5.
- Sélectionner le mode de marche MANUEL ou NORMAL (auto) en mettant les commutateurs SA3, SA4, SA6 et SA8 dans les pupitres : général, opérateur, unité 011 et unité 012 respectivement à la position MANUEL ou NORMAL.

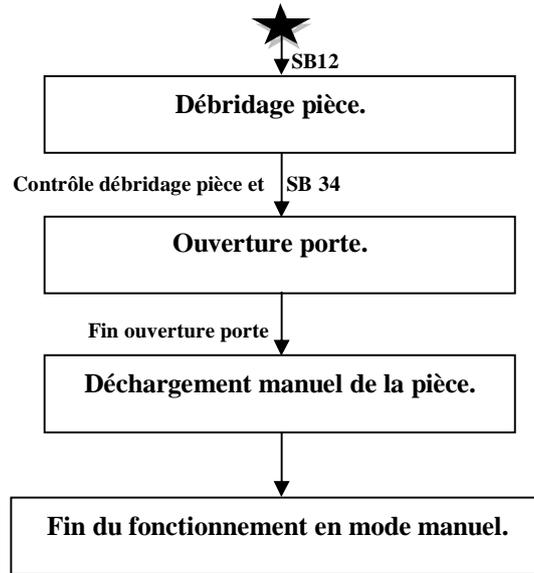
IV-2- La mise en œuvre de partie opérative :

a) Fonctionnement en mode manuel :

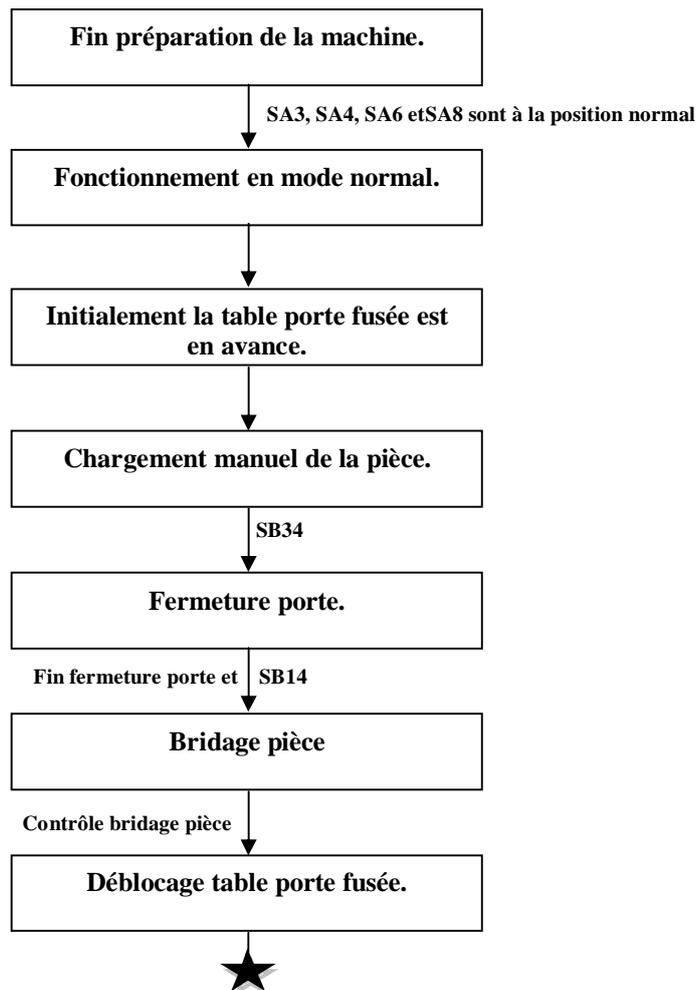


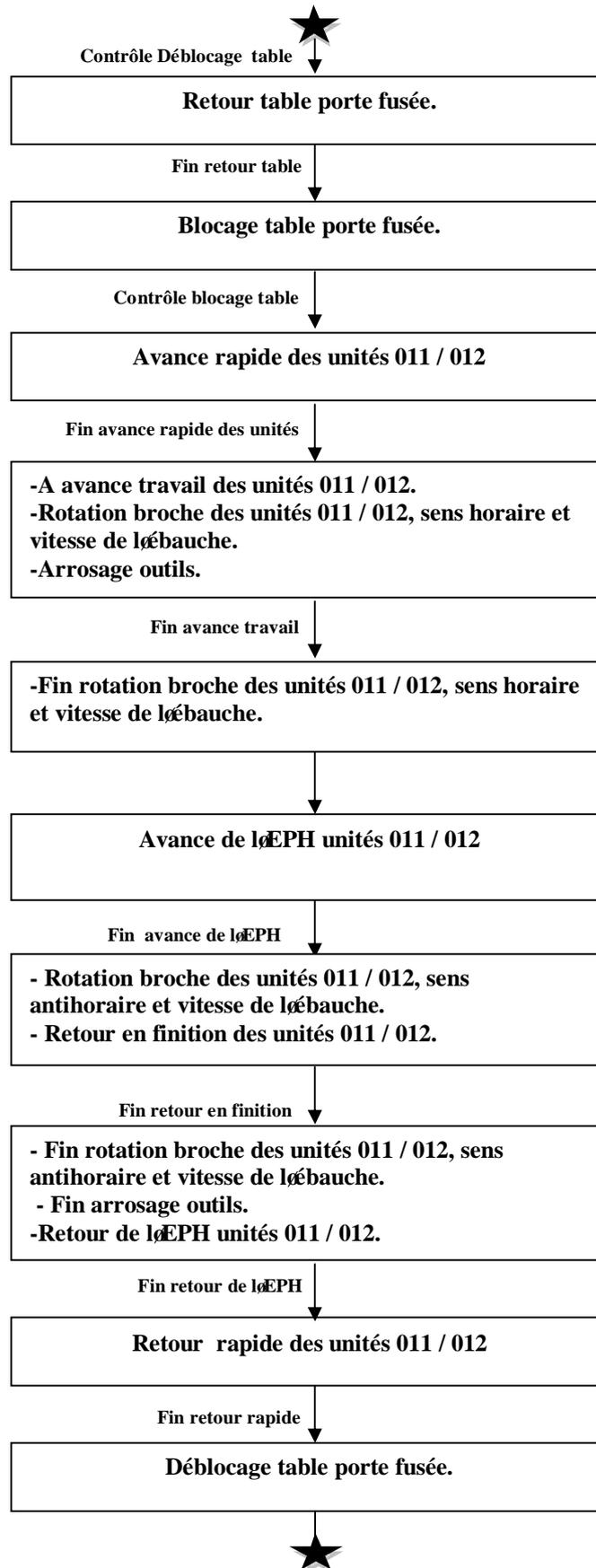


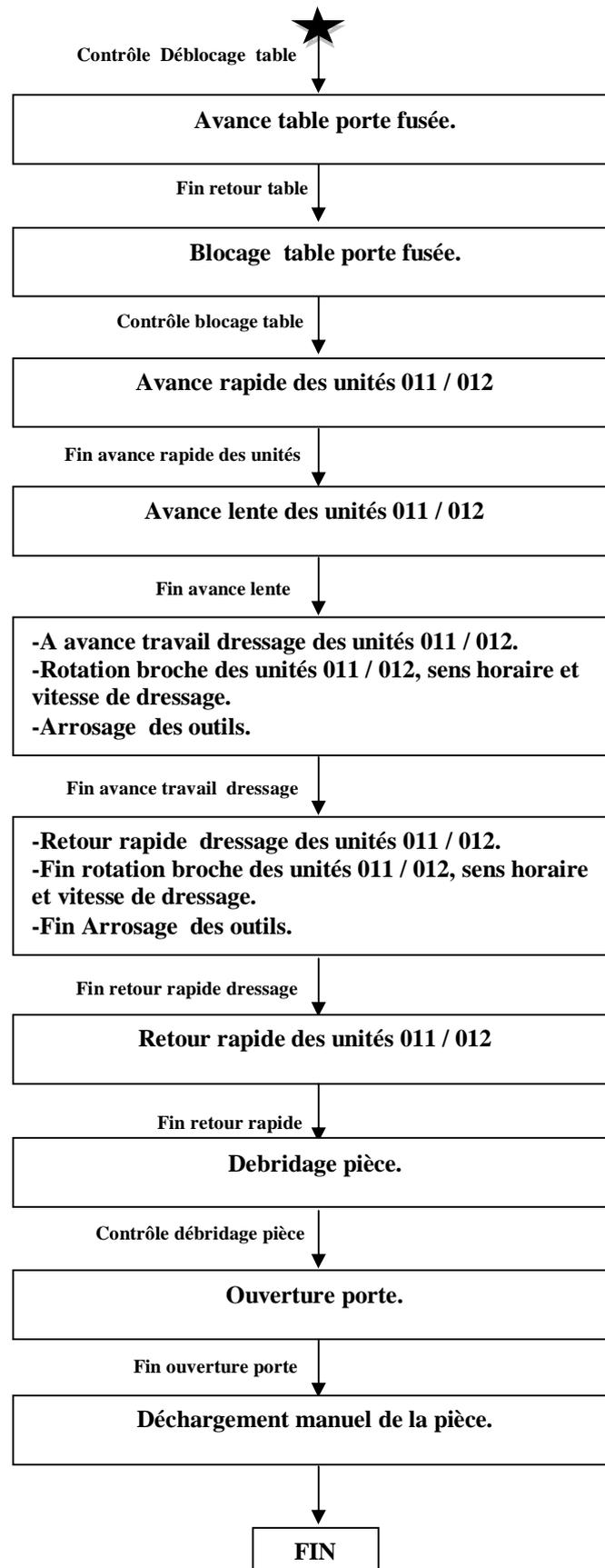




**b) Fonctionnement en mode normal :**







**IV-3- Procédure d'arrêt :****a) Arrêt d'urgence :**

L'appui sur l'un des boutons d'arrêt d'urgence dans le pupitre operateur ou dans le pupitre général provoque l'arrêt immédiat du système. Cet arrêt est utilisé lors du constat d'une anomalie, défaillance ou un danger quelconque sur la machine ou sur l'opérateur.

**b) Arrêt en fin des tâches :**

Celui-ci sera provoqué par l'ordre de l'opérateur en appuyant sur le bouton poussoir **SB8** en mettant le commutateur **SA1** à la position **HS (hors service)** et en mettant le commutateur **SA2** à la position **HS (hors service)**.

**Conclusion :**

Dans le présent chapitre nous avons fait une description générale de la machine et décrire son fonctionnement. Par conséquent nous avons constaté qu'elle fonctionne, soit en mode MANUEL soit en mode NORMAL (automatique) et présente un temps d'usinage allongé. Une mauvaise qualité de la pièce usinée est obtenue lorsque le mode manuel est employé c'est-à-dire lorsque c'est l'opérateur qui intervient. Ce qui rend une automatisation de cette machine indispensable tout en limitant l'intervention humaine. Afin d'optimiser le rendement de la machine et faciliter l'amélioration désirée et répondre au cahier de charge, une étude technologique des différentes parties de la machine est impérative et se fera dans le deuxième chapitre.

## I- Introduction :

Les spécifications technologiques précisent la façon dont l'automatisme devra s'insérer physiquement dans le système automatisé et donc, dans son environnement. Ce sont des informations complémentaires à apporter aux spécifications fonctionnelles pour que l'automatisme conçu puisse réellement piloter la partie opérative.

A ce niveau, interviennent les renseignements sur la nature exacte des capteurs, pré-actionneurs et actionneurs employés, leurs caractéristiques et les contraintes qui peuvent en découler.

L'analyse de ces organes répartis sur la machine est donc indispensable pour réaliser l'automatisme qui doit les commander.

## II- Les actionneurs :

Ce sont les organes qui transforment l'énergie pneumatique, hydraulique ou électrique en énergie mécanique. Souvent associés à un ensemble mécanique, ils fournissent un travail (translation ou rotation) et constituent la partie visible du système.

### II-1- Les actionneurs électriques:

Ils utilisent l'énergie électrique distribuée sur la machine et se présentent sous forme de moteurs.

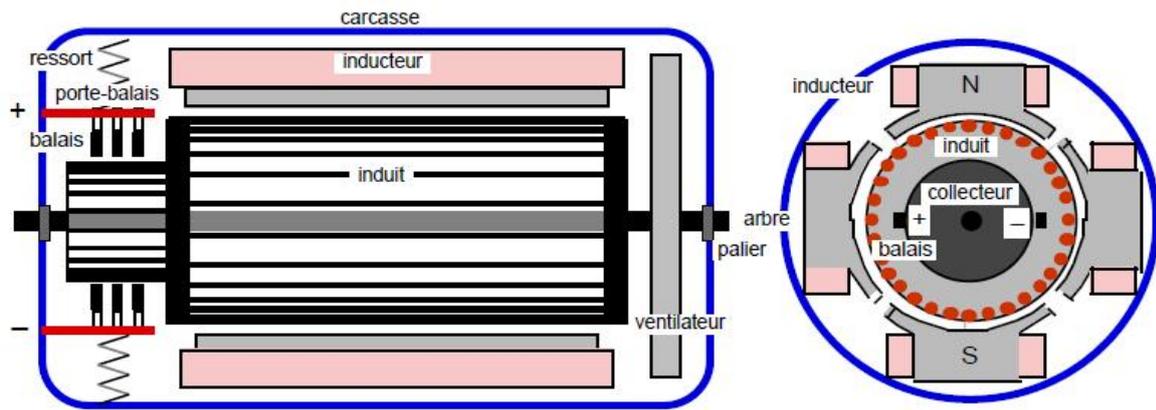
La machine étudiée est équipée de deux types de moteurs :

- Le moteur à courant continu,
- Le moteur asynchrone triphasé.

#### a) Le moteur à courant continu :

Comme toutes les machines tournantes, les moteurs électriques à courant continu sont constitués d'un stator et d'un rotor. Le stator (l'inducteur) crée un champ magnétique fixe  $\vec{B}$ . ce stator peut être à aimant permanent ou constitué d'électro-aimants.

Le rotor (l'induit) porte des conducteurs parcourus par un courant continu (alimentation du moteur) ; les spires soumises à des forces (dites de Laplace) entraînent la rotation du rotor, il en résulte une variation du flux de champs magnétique à travers chaque spire ; elle engendre une fém. qui est redressée par l'ensemble balais-collecteur



**Figure II -1- :** Moteur à courant continu.

L'avantage principal des moteurs à courant continu réside dans leur adaptation simple aux moyens permettant de régler ou de faire varier leur vitesse, leur couple et leur sens de rotation, en plus de sa caractéristique mécanique linéaire qui facilite sa commande :

$$C=f(N)$$

C : Le couple ;

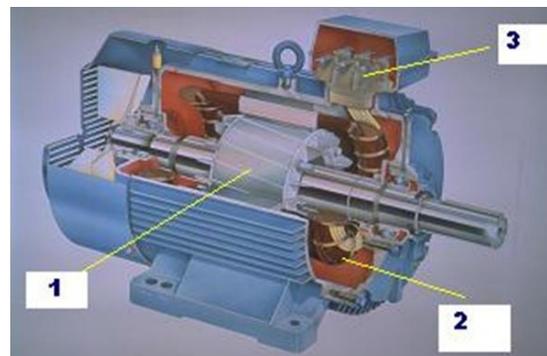
N : La vitesse de rotation ;

Le principal défaut de la machine à courant continu réside principalement dans l'ensemble balais/collecteur rotatif qui s'use, complexe à réaliser et surconsomme en l'énergie.

### b) Le moteur asynchrone :

Le moteur asynchrone, connu également sous le terme anglo-saxon « la machine à induction », est une machine à courant alternatif sans connexion entre le stator et le rotor. Le terme asynchrone provient du fait que la vitesse de ces moteurs n'est pas forcément proportionnelle à la fréquence des courants qui les traversent.

- 1 : Rotor : circuit magnétique tournant.
- 2 : Stator : circuit magnétique fixe plus trois enroulements.
- 3 : Plaque à borne : pour l'alimentation et le couplage.



**Figure II-2 - :** Moteur asynchrone.

➤ Tableau récapitulatif des moteurs :

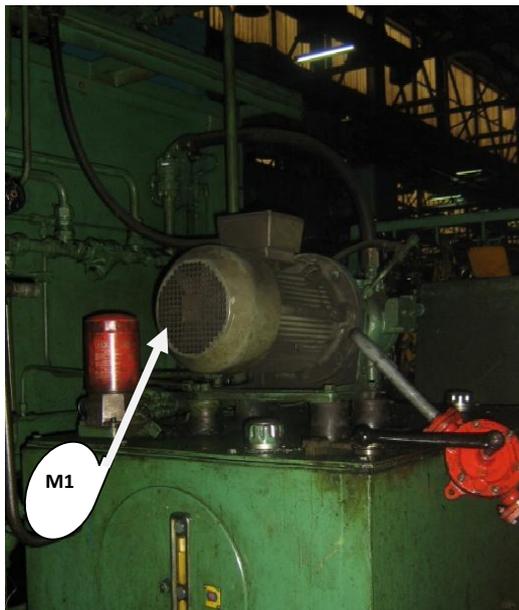
Nomenclature	Type	Puissance [KW]	Vitesse [Tr /mn]	Rôle et spécification
<b>M1</b>	Asynchrone Triphasé	7,5	1500	Moteur groupe hydraulique -1sens de rotation -Démarrage direct
<b>M2</b>	Asynchrone Triphasé	0,09	1500	Moteur graissage Mécafluide -1sens de rotation -Démarrage direct
<b>M2A</b>	Asynchrone Triphasé	1,1	2810	Moteur graissage Microfog -1sens de rotation -Démarrage direct
<b>M3</b>	Asynchrone Triphasé	3	1500	Avance rapide chariot Unité 011 -2sens de rotation -Démarrage direct -Avec frein
<b>M4</b>	Asynchrone Triphasé	0,035 0,070	1500 3000	Dressage unité 011 -2sens de rotation -Démarrage directe -Avec frein -A deux vitesses
<b>M5</b>	A courant Continue	1	1500	Avance lente du chariot Unité 011 -2sens de rotation -Excitation compound -Avec frein
<b>M6</b>	A courant Continue	8	3000	Rotation broche unité 011 -2sens de rotation -Excitation séparé - Deux vitesses -Avec frein
<b>M7</b>	Asynchrone Triphasé	3	1500	Avance rapide chariot Unité 012 -2sens de rotation -Démarrage direct -Avec frein
<b>M8</b>	Asynchrone Triphasé	0,035 0,070	1500 3000	Dressage unité 012 -2sens de rotation -Démarrage directe -Avec frein -A deux vitesses

<b>M9</b>	A courant Continue	1	1500	Avance lente du chariot Unité 012 -2sens de rotation -Excitation compound -Avec frein
<b>M10</b>	A courant Continue	8	3000	Rotation broche unité 012 -2 sens de rotation -Excitation séparé - Deux vitesses -Avec frein

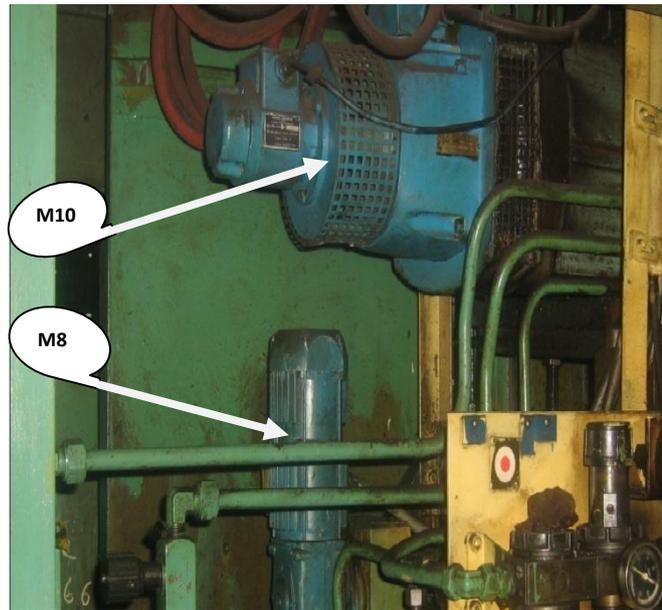
**Remarque :**

-Les moteur M7, M8, M9, M10 sont identiques avec M3, M4, M5, M6 respectivement du fait que les deux unités 011 et 012 sont identiques.

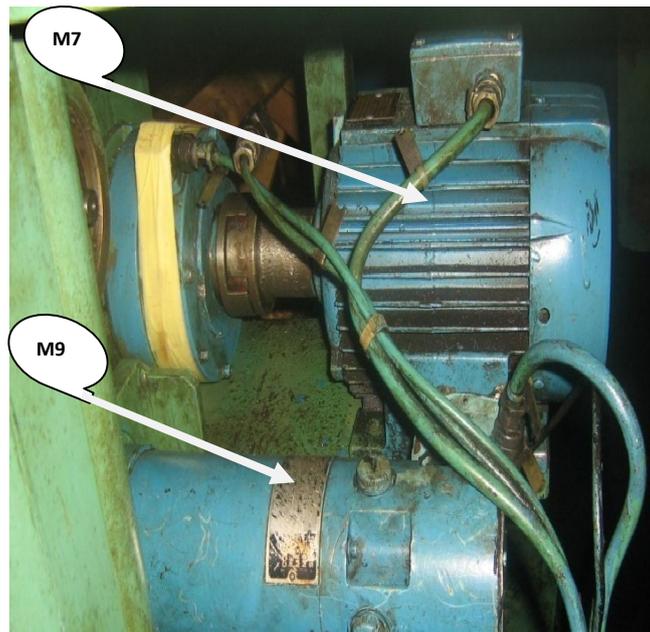
-M11 et M12 sont des moteurs de refroidissement (ventilateurs) des deux variateurs de vitesse qui se trouvent au sien des armoires de commande.



**Figure II-3- :** Groupe hydraulique



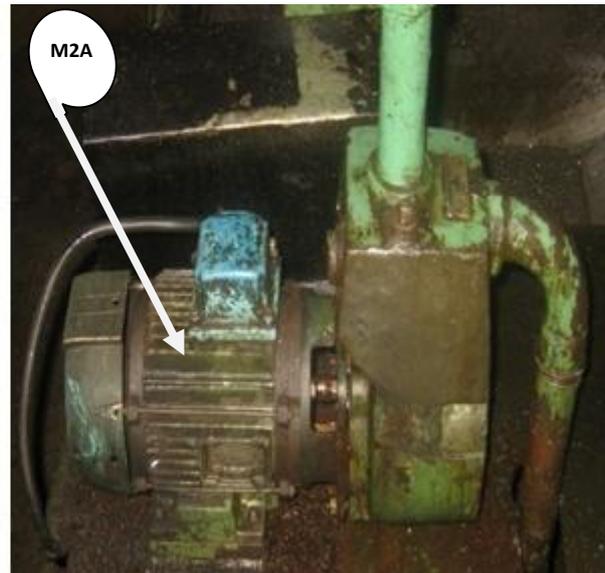
**Figure II-4- :** unité 012



**Figure II-5 - :** Unité 012



**Figure II-6 - :** Graissage mécafluide unité 012



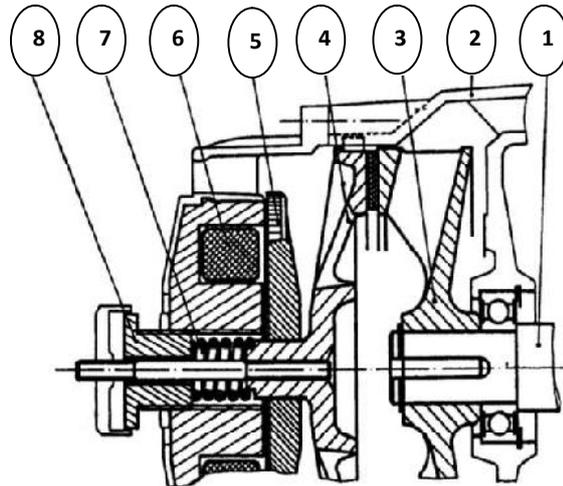
**Figure II-7 - :** Groupe d'arrosage outils.

On remarque que les moteurs M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10 sont équipés de frein.

**c) Système de freinage :**

Le dispositif est constitué d'une bobine alimentée en courant continu ou en courant alternatif, d'un disque de freinage et de ressort de compression.

La mise sous tension de l'électro-aimant attire l'armature mobile ainsi le disque est libéré, l'arbre moteur est en rotation. En l'absence de l'alimentation, les ressorts de compression agissent directement sur l'armature mobile qui vient Serret le disque de freinage solidaire de l'arbre moteur.



**Figure II-8 - :** Système de freinage.

- 1 → Arbre rotor ;
- 2 → Flasque frein ;
- 3 → Disque frein ;
- 4 → Couronne garnie ;
- 5 → Armature ;
- 6 → Culasse flasquée ;
- 7 → Ressort de pression ;
- 8 → Bouton de réglage de couple ;

➤ **Tableau récapitulatif des bobines frein:**

Nomenclature	Caractéristique	Rôle
<b>YB1</b>	Bobine à courant continue	Freinage de M3
<b>YB2</b>	Bobine à courant continue	Freinage de M5
<b>YB3</b>	Bobine à courant alternatif triphasé	Freinage de M4
<b>YB4</b>	Bobine à courant alternatif triphasé	Freinage de M6
<b>YB5</b>	Bobine à courant continue	Freinage de M7

<b>YB6</b>	Bobine à courant continue	Freinage de M9
<b>YB7</b>	Bobine à courant alternatif triphasé	Freinage de M8
<b>YB8</b>	Bobine à courant alternatif triphasé	Freinage de M10

Chaque moteur est relié au réseau qu'il alimente via un relais thermique, un sectionneur porte fusible et un disjoncteur qui assurent sa protection.

➤ **Les sectionneurs :**

Cet appareil a pour fonction d'isoler une installation électrique, au niveau de la puissance comme au niveau de la commande. Un sectionneur doit présenter une séparation visible des contacts.



➤ **Les fusibles :**

Un fusible est un appareil de connexion, dont la fonction est de 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.

- ✓ Jusqu'à 125A : Cartouches cylindriques.
- ✓ Au-delà de 125A : Cartouches à couteaux.

Selon l'utilisation les fusibles se divisent en trois classes :

- ✓ Classe « **gI** » : fusibles d'usage général, ils assurent une protection contre les surcharges et les courts-circuits.
- ✓ Classe « **gG** » : fusibles d'usage général temporisés dont le temps de fusion est retardé.
- ✓ Classe « **aM** » : « accompagnement moteur » : ces fusibles sont prévus uniquement pour la protection contre les courts-circuits. Ils sont surtout prévus pour la protection des moteurs à courant alternatif.

Un fusible est caractérisé par :

- a) **Un courant nominal ( $I_n$ )** : c'est le calibre du fusible.

**b) Un courant de non fusion (Inf) :** c'est la valeur du courant qui peut être supporté par l'élément fusible pendant un temps conventionnel sans fondre.

**c) Un courant de fusion (If) :** c'est la valeur du courant qui provoque la fusion du fusible avant la fin du temps conventionnel.

➤ **Les relais thermiques :**

Les relais thermiques utilisent la propriété d'un bilame formé de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents. Il se curve lorsque sa température augmente. Pour ce bilame on utilise un alliage ferronickel. Il est utilisé pour la protection des moteurs contre les surcharges en courant du réseau. Lorsqu'un contacteur est muni d'un relais thermique, l'ensemble constitue un discontacteur.



➤ **Tableau récapitulatif des protections des moteurs :**

Nomenclature	Type	Caractéristique	Rôle
<b>FT1</b>	Relais thermique	Réglé à 16,5 A	Protection M1
<b>QS1</b>	Sectionneur porte fusible	20 AaM	
<b>FT2</b>	Relais thermique	Réglé à 0,4 A	Protection M2
<b>QS2</b>	Sectionneur porte fusible	0,25 AaM	
<b>FT2A</b>	Relais thermique	Réglé à 0,4 A	Protection M2A
<b>QS2A</b>	Sectionneur porte fusible	4 AaM	
<b>FT3</b>	Relais thermique	Réglé à 5,5 A	Protection M3
<b>QS3</b>	Sectionneur porte fusible	8 AaM	

<b>FT4.1 / FT4.2</b>	Relais thermique	Réglé à 0,25 A	Protection M4
<b>QS4</b>	Sectionneur porte fusible	1 AaM	
<b>FT5</b>	Relais thermique	Réglé à 0,25 A	Protection M5
<b>FT6</b>	Relais thermique	Réglé à 0,25 A	Protection M6
<b>FT7</b>	Relais thermique	Réglé à 5,5 A	Protection M7
<b>QS7</b>	Sectionneur porte fusible	8 AaM	
<b>FT8.1 / FT8.2</b>	Relais thermique	Réglé à 0,25 A	Protection M8
<b>QS8</b>	Sectionneur porte fusible	1 AaM	
<b>FT9</b>	Relais thermique	Réglé à 0,25 A	Protection M9
<b>FT10</b>	Relais thermique	Réglé à 0,25 A	Protection M10

## II-2- Les actionneurs hydrauliques :

Les actionneurs hydrauliques utilisent l'huile fournie par le groupe hydraulique, ils se présentent sous forme de vérins.

Un vérin hydraulique est composé :

- D'un corps cylindrique alimenté par un réseau hydraulique.
- D'un ensemble piston + tige qui coulissent linéairement à l'intérieur du cylindre.

Selon l'action de la pression qui s'exerce sur une seule face ou alternativement sur les deux faces du piston, le vérin fonctionne en simple effet ou en double effet.



**Figure II-9 - :** Vérin hydraulique double effet et son symbole.

➤ **Tableau récapitulatif des vérins:**

Nomenclature	Type	Rôle
71V	Simple effet à retour ressort	Blocage / déblocage table
72V	Double effet	Avance / Retour table porte fusée
73V1	Double effet	Bridage / déridage pièce
73V2	Double effet	Bridage / déridage pièce
74V	Double effet	Déplacement verticale broche unité 012
75V	Double effet	Déplacement verticale broche unité 011

### II-3- Les actionneurs pneumatiques:

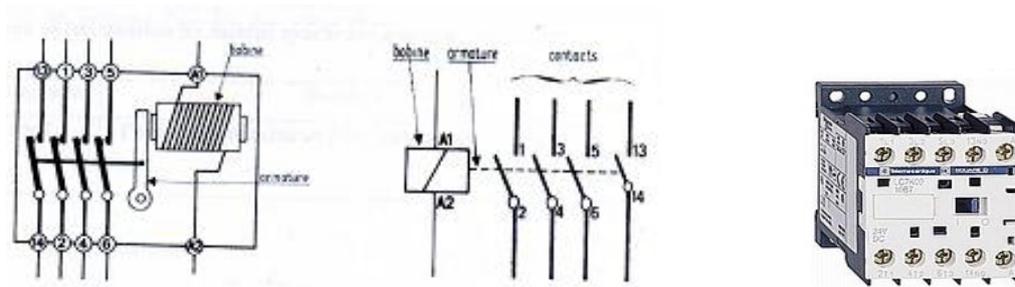
Les actionneurs pneumatiques utilisent l'air fournit par le réseau de distribution d'air comprimé, ils se présentent sous forme de vérins pneumatiques. Leurs rôles principales est de convertir l'énergie d'air comprimé en mouvement linéaire.

### III- Les prés actionneurs :

Ce sont les éléments intermédiaires, d'une part entre la commande et les actionneurs et d'autre part entre la source d'alimentation et les actionneurs. Leurs rôle est de gérer l'énergie.

#### III-1- Le contacteur :

Le contacteur est un appareil mécanique de connexion ayant une seule position repos, commandé autrement qu'à la main. Il se compose d'une bobine et des contacts (ordre de la partie commande) : l'armature mobile est attirée et déplace les contacts en fermeture. Lorsque la tension aux bornes A1 et A2 est supprimée, les contacts retombent sous l'action du ressort.



**Figure II-10** - : Contacteur monostable.

**Figure II-11** - : Contacteur

Il est à noter que sur un schéma électrique, les contacts électriques sont Représentés à leur état de repos.

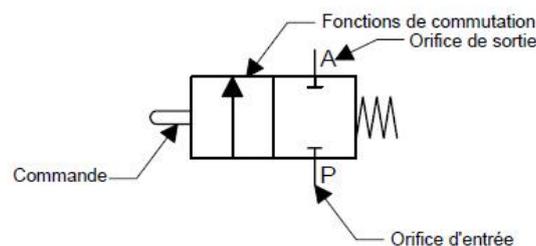
➤ **Tableau récapitulatif des contacteurs de puissance :**

Nomenclature	Rôle
<b>KM 0.1</b>	Mise sous tension général
<b>KM 0.2</b>	Déblocage frein broche011
<b>KM 0.3</b>	Déblocage frein broche 012
<b>KM 1</b>	Moteur avance rapide sens horaire 011
<b>KM 1.1</b>	Moteur avance rapide sens horaire 012
<b>KM 2</b>	Moteur avance rapide sens antihoraire 011
<b>KM 2.1</b>	Mise sous tension principal
<b>KM 2.2</b>	Moteur avance rapide sens anti horaire 012
<b>KM 3</b>	Moteur groupe hydraulique
<b>KM 3.1</b>	Alimentation variateur vitesse avance lente 011
<b>KM 3.2</b>	Alimentation variateur vitesse avance lente 012
<b>KM 4</b>	Alimentation variateur vitesse rotation broche 011
<b>KM 4.1</b>	Alimentation différentes parties
<b>KM 4.2</b>	Alimentation variateur vitesse rotation broche
<b>KM 4.3</b>	Moteur graissage mécafluide

<b>KM5</b>	Moteur avance lente dressage sens horaire 011
<b>KM 5.1</b>	Moteur groupe arrosage
<b>KM 5.2</b>	Moteur avance lente dressage sens horaire 012
<b>KM 6</b>	Couplage avance rapide dressage sens anti horaire 011
<b>KM 6.1</b>	Couplage avance rapide dressage sens anti horaire 012
<b>KM 7</b>	Moteur avance rapide dressage sens anti horaire 011
<b>KM 7.1</b>	Moteur avance rapide dressage sens anti horaire
<b>KM 8</b>	Débloccage frein dressage 011
<b>KM 8.1</b>	Débloccage frein dressage 012

### III-2- Les distributeurs :

Ces composants sont destinés, dans un système hydraulique ou pneumatique à diriger le fluide sous pression (air comprimée, huile sous pression) vers l'actionneur (vérins ou moteurs). En sens inverse et par une voie parallèle, ils assurent le retour sans pression vers le réservoir (structure hydraulique) ou à l'air libre (structure pneumatique).



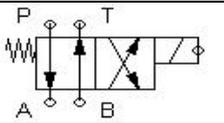
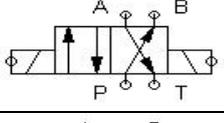
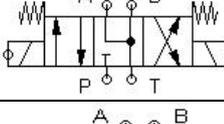
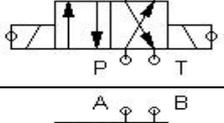
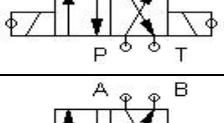
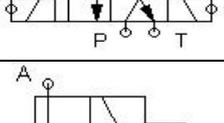
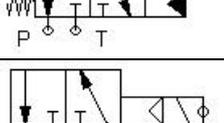
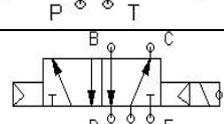
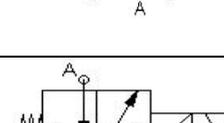
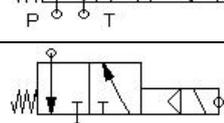
**Figure II-12** : Le distributeur.

Le distributeur comporte un certain nombre d'orifices. Ces orifices permettent une connexion avec le compresseur (orifice P), l'air ambiant (orifice T), des actionneurs ou d'autres distributeurs (orifices A, B, ...).

Pour que le distributeur puisse changer de position, il doit être actionné par une commande extérieure. Cette commande peut être de nature mécanique, soit : par poussoir, par

ressort ou par galet. Elle peut être de nature manuelle, soit : par bouton poussoir, par levier ou par pédale. Enfin, elle peut être de nature électrique, pneumatique ou hydraulique.

➤ **Tableau récapitulatif des distributeurs :**

Nomenclature	Type	symbole	Commande	Rôle
<b>70D</b>	4/2		Electrique-mécanique	Mise à la purge accu-mouvement
<b>71D</b>	4/2		Electrique	Commande : 71V
<b>72D</b>	4/3		Electromécanique	Commande : 72V
<b>73D</b>	4/2		Electrique	Commande : 73V1 - 73V2
<b>74D</b>	4/2		Electrique	Commande : 74V
<b>75D</b>	4/2		Electrique	Commande : 75V
<b>var</b>	3/2		Hydraulique- mécanique	Arrosage général
<b>Ag</b>	3/2		Electropneumatique	Arrosage général
<b>3D</b>	5/2		Pneumatique- Électropneumatique	Commande 3V
<b>4D</b>	3/2		Mécanique- Électropneumatique	Rattrapage jeu pneumatique
<b>5D</b>	3/2		Mécanique- Électropneumatique	Graissage microfog

➤ Tableau récapitulatif des électrovannes associées à chaque distributeur :

Nomenclature	Distributeur support	Rôle
YV1	70D	Mise à la purge accu-mouvement
YV2	3D	Ouverture porte
YV3	73D	Bridage fusée
YV4	73D	Dé bridage fusée
YV5	72D	Avance rapide table
YV6	72D	Retour rapide table
YV7	71D	Blocage table
YV8	71D	Déblocage table
YV9	75D	Retour EPH unité 011
YV10	75D	Avance EPH unité 011
YV11	74D	Retour EPH unité 012
YV12	74D	Avance EPH unité 012
YV13	Ag	Arrosage outils
YV14	4D	Rattrapage jeu pneumatique
YV15	5D	Pulvérisation (microfog)

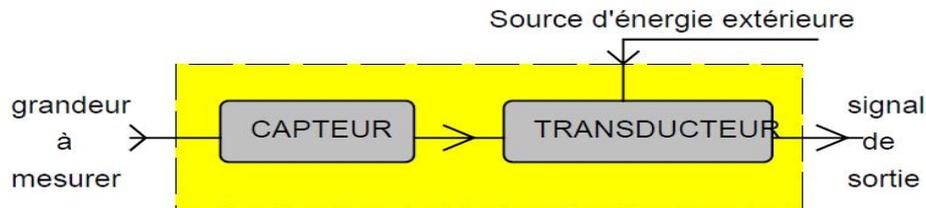
#### IV - Le capteur:

##### a) Définition :

Le capteur est l'élément capital et le premier maillon d'une chaîne de mesure. Il a pour rôle de saisir et de transformer la grandeur physique à mesurer (ou mesurande) et le contenu de son information en une autre grandeur physique accessible aux sens humains ou aux maillons suivants de la chaîne d'acquisition.

Ce sont donc des organes sensibles, transformant la grandeur physique à mesurer en un signal électrique, pneumatique, hydraulique ou numérique, normalisé, représentatif de l'information originale.

En règle générale, l'élément sensible du capteur est lié à un transducteur ou transducteur permettant la transformation du déplacement ou de la déformation de cet élément sensible en un signal ou une indication de mesure.



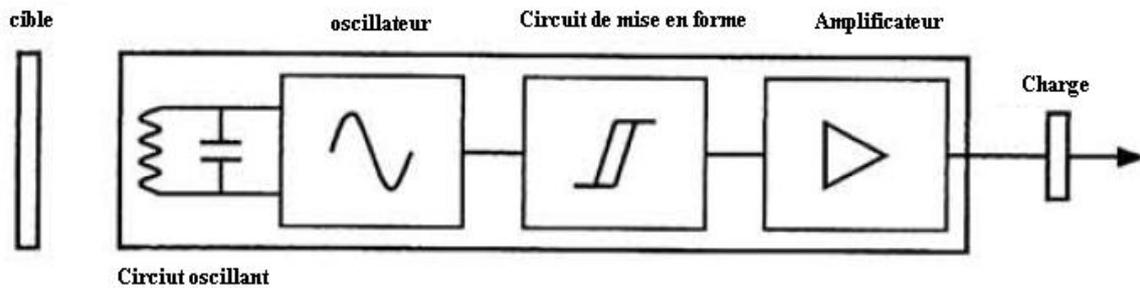
**Figure II-13** - : Schéma simplifié d'un capteur.

**b) Types de capteurs :** On peut classer les capteurs selon trois critères :

- ✓ En fonction de la grandeur mesurée
  - Capteurs de position : les fins de course.
  - Capteurs de température : thermistance, thermostat
  - Capteurs de vitesse
  - Capteurs de force
  - Capteurs de pression etc.
  
- ✓ En fonction du caractère de l'information délivrée :
  - Capteurs logiques : appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR) qui peuvent être aussi divisés en deux catégories :
    - Capteurs à contact : qui nécessite un contact direct avec l'objet à détecter.
    - Capteurs de proximité :
      - ❖ Inductif
      - ❖ Capacitif
      - ❖ Photoélectrique : phototransistor
  - Capteurs analogiques ou numérique.
  
- ✓ En fonction de conception et principe de fonctionnement :
  - Capteurs mécaniques
  - Capteurs électriques
  - Capteurs pneumatiques

#### IV -1- Capteurs de proximité inductifs :

Ils utilisent en détection des objets à partir des critères magnétiques. Ce type de capteurs commute lorsque le champ qu'ils émettent est perturbé par la proximité d'un objet métallique.



**Figure II-14 -** : Détecteur de proximité inductif.

➤ **Tableau récapitulatif des détecteurs de proximité inductif :**

Nomenclature	Rôle
<b>BQ1</b>	Fin avance rapide de la table
<b>BQ2</b>	Fin retour rapide de la table
<b>BQ3</b>	Fin retour rapide DEPM11
<b>BQ4</b>	Fin retour rapide EPM11
<b>BQ5</b>	Fin retour rapide DEPM12
<b>BQ6</b>	Fin retour rapide EPM12

**IV-2-Fin de course à contact mécanique:**

C'est un capteur tout ou rien TOR, il est constitué essentiellement d'une tête et d'un galet de détection. Il émet un signal lorsqu'il est contacté par l'objet à détecter.



➤ **Tableau récapitulatif des fins de course à contact mécanique :**

Nomenclature	Rôle
<b>SQ1</b>	Fin ouverture porte chargement
<b>SQ2</b>	Fin fermeture porte chargement
<b>SQ3</b>	Fin fermeture porte A1
<b>SQ4</b>	Fin fermeture porte B1
<b>SQ5</b>	Fin fermeture porte A1
<b>SQ6</b>	Fin fermeture porte B1

SQ7	Fin avance EPH11
SQ8	Fin retour rapide EPH11
SQ9	Fin retour rapide EPM11 / FRRB11
SQ10	Fin retour rapide EPM11 / FRRC11
SQ11	Fin avance lente EPM11
SQ28	Fin avance EPH12
SQ29	Fin retour rapide EPH12
SQ30	Fin retour rapide EPM12 / FRRB12
SQ31	Fin retour rapide EPM12 / FRRC12
SQ32	Fin avance lente EPM12
SQ12í SQ27	Relayage multipiste poste 011
SQ33í SQ48	Relayage multipiste poste 011

**IV-3- Capteur de niveau:**

Ce capteur se monte sur la paroi d'un réservoir afin de contrôler le niveau sous ou sans pression. Il a un contact anti vibratoire normalement ouvert ou normalement fermé.

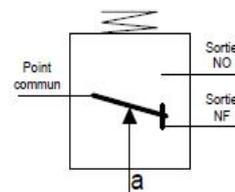


➤ **Tableau récapitulatif des capteurs de niveau :**

Nomenclature	Rôle
BH1	Contrôle sécurité groupe hydraulique
BH2	Défaut graissage
BH3	Contrôle niveau huile 011
BH4	Contrôle niveau huile 012

**IV-4- Capteur de pression :**

Les détecteurs de pression (ou pressostats) utilisent un organe mécanique pour provoquer la commutation si la pression est suffisante.



➤ **Tableau récapitulatif des capteurs de pression :**

Nomenclature	Rôle
<b>BP0</b>	Contrôle arrêt d'urgence
<b>BP1</b>	Groupe hydraulique
<b>BP2</b>	Contrôle sécurité groupe hydraulique
<b>BP3</b>	Pression graissage atteinte
<b>BP4</b>	Contrôle graissage pulvérisation microfog
<b>BP5</b>	Contrôle arrosage outils
<b>BP6</b>	Contrôle rattrapage jeu
<b>BP7</b>	Contrôle blocage / déblocage table
<b>BP10</b>	Contrôle tenus / lâcher pièce

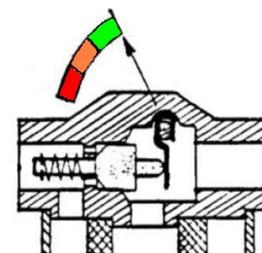
#### IV -5- Capteurs de température:

Les détecteurs de température (ou thermostats) utilisent un bilame pour commander un contact. Le bilame est un organe mécanique composé de deux métaux différents. Le changement de température d'un métal provoque son expansion ou sa contraction, selon que la température augmente ou diminue. Les deux métaux soudés n'ayant pas la même dilatation avec la température, des contraintes internes entraînent la flexion du bilame et cette flexion est suffisante pour ouvrir ou fermer un contact.

**BT1 :** Contrôle sécurité groupe hydraulique.

#### IV-6- Détecteur de colmatage :

La pression nécessaire pour traverser un filtre augmente au fil et à mesure de l'encrassement de celui-ci. Un clapet est placé en dérivation de la circulation de l'huile à travers l'élément filtrant. Le déplacement du clapet, fonction de l'augmentation de pression, entraîne la rotation de l'aiguille indicatrice. Lorsque l'encrassement est important le filtre est court-circuité et le plein débit passe à travers.



- ✓ Vert : bon
- ✓ Orange : alerte
- ✓ Rouge : à remplacer

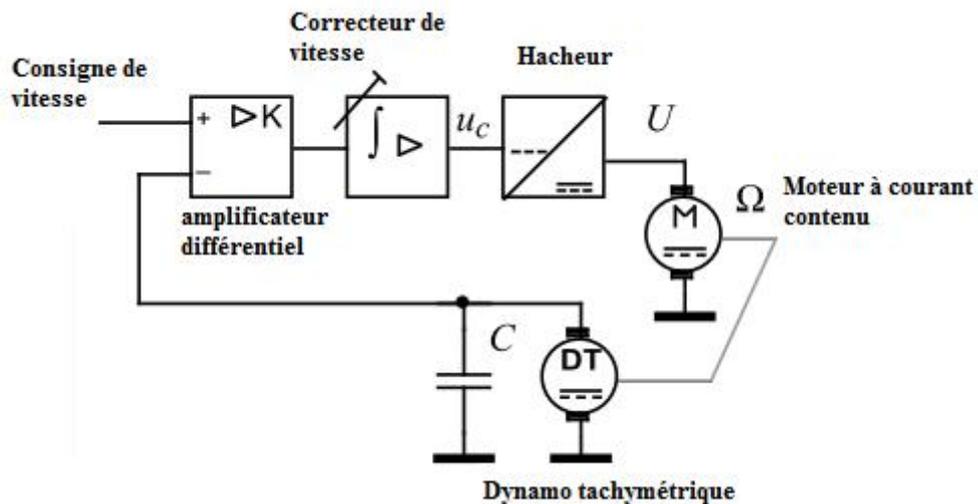
## V- Les variateurs de vitesse :

Les variateurs de vitesse sont des variateurs de fréquence ils permettent de modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc sa fréquence de rotation.

On dispose de deux types de variateurs de vitesse pour chaque unité :

Variateur BBC GAB0662 pour la rotation broche.

Variateur INLAND SPAE1115 pour l'avance travail.



**Figure II-15 :** Schéma fonctionnel d'un variateur de vitesse pour un moteur à courant continu.

## Conclusion :

L'étude technologique des différentes parties a montré les différents dispositifs électrique, hydraulique et pneumatique (capteurs, pré-actionneur, actionneur) utilisés dans la conception de la machine à outil spécialement et les machines électrique en général. Comme elle a révélé que l'éléveuse spéciale RMO compose un automatisme parfait à l'exception de la tâche chargement et déchargement de la pièce qui doivent être réalisés par un opérateur et ce à cause de sa forme géométriques.

La compréhension du fonctionnement des différentes parties et spécialement celle électrique, nous facilite beaucoup la tâche de modélisation du fonctionnement.

**I-Introduction :**

Le but de l'automatisation de cette aléuseuse est d'améliorer la rentabilité, dans un délai plus court, avec la moindre intervention humaine, tout en respectant les exigences techniques, commerciales et sécuritaires. Dans ce qui suit, on présente le cahier des charges de l'aléuseuse, qui nous permettra d'établir notre étude.

**II- Le cahier des charges de l'aléuseuse :**

Le cahier des charges d'un automatisme est un document régissant le rapport entre le fournisseur, le concepteur du matériel de commande et le client, utilisateur futur de ce matériel.

**Matières première :**

Après le moulage et le perçage, les fusées arrivent à l'unité de alésage à fin d'être alésées puis transférer vers l'unité de montage.

**Préparation de l'aléuseuse :**

- Après la vérification du niveau de l'huile de graissage et la fermeture du sectionneur général, on appuie sur le bouton poussoir « mise sous tension général » puis sur celui de la « mise sous tension principal ».
- Sélectionner le type de pièce à usiné à laide du commutateur « sélection pièces ».
- Mettre en marche les groupes : hydraulique, graissage et d'arrosage.

**Conditions initiales :(CSI)****Mise en ò uvre de la partie opérative :**

- La porte est ouverte.
- Les portes arrières stations A11, A12, B11, B12 sont fermée ; sécurité operateur.
- La table porte fusée est en avance.
- La table porte fusée est débloquée.
- Les unités 011/012 sont complètement en retour.
- L'EPH 011 et l'EPH012 sont centrés (fin retour de l'EPH011 et fin retour de l'EPH012).

Lorsque ces conditions sont satisfaites :

- L'opérateur sélectionne le mode manuel on mettant le commutateur sélection mode sur la position MANU.
- L'opérateur charge manuellement la fusée sur la table.

Une fois la fusée est en place :

- L'opérateur appui sur le bouton poussoir « fermeture porte », ainsi la porte se referme. Une fois elle est complètement fermée (fins de courses « fin fermeture porte »), il remet le commutateur sur la position NORM (mode automatique).

L'appui sur le bouton départ cycle permet le déroulement du cycle comme suit :

- Retour rapide de la table porte fusée et bridage de la pièce (la fusée).

Une fois la fusée est bridée et la table est complètement en retour, le blocage de cette dernière est effectuée.

Ainsi le fonctionnement en cycle ébauche et finition commence :

- Avance rapide des unités 011 / 012 jusqu'au micro qui se trouve sur la piste sélectionné par le commutateur « sélection pièce » ce qui permet :

- Arrêt de l'avance rapide des unités.
- L'enclenchement de l'arrosage outils.
- Validation variateur vitesse avance lente et variateur rotation broche. Ces variateurs délivrent des consignes de vitesse (vitesse d'avance lente et vitesse de rotation broche) et le sens horaire de rotation.
- Le fin de course «fin avance lente »arrête à la fois l'avance lente et la rotation broche et enclenche l'avance rapide de l'EPH jusqu'à un fin de course « fin avance rapide de l'EPH ».
- La fin de l'avance lente active le micro qui se trouve sur la piste sélectionné par le commutateur « sélection pièce ».Le micro activé permet la validation du variateur vitesse avance lente et du variateur rotation broche. Ces variateurs délivrent des consignes de vitesse (vitesse d'avance lente et vitesse de rotation broche) et le sens antihoraire de rotation.
- Le retour lent est enclenché jusqu'à un micro « fin retour lent » qui enclenche le retour rapide de l'EPH et l'arrêt de l'arrosage outils.

- Le fin de course « fin retour rapide de l'EPH » enclenche le retour rapide des unités jusqu'à un fin de course « fin retour rapide des unités ».

Fin du cycle de fonctionnement en ébauche et finition.

- Le fin de course « fin retour rapide des unités » enclenche le déblocage de la table.

Une fois la table est déblocé, son avance rapide est enclenchée jusqu'à un détecteur de présence « fin avance rapide table » qui permet le blocage de la table.

Une fois la table est bloqué le fonctionnement en cycle dressage peut commencer :

- Avance rapide des unités jusqu'à un micro qui valide le variateur avance lente, ainsi l'avance lente est enclenché jusqu'à la fin de la temporisation qui permet les actions suivante :
- Validation variateur vitesse rotation broche qui délivre les consignes de vitesse et le sens de rotation selon le type de pièce sélectionné.
- Arrosage outils.
- Avance lente dressage jusqu'à un micro « fin avance lente dressage ».

La fin de l'avance lente dressage permet les actions suivantes :

- Arrêt rotation broche.
- Arrêt de l'arrosage outils.
- Retour rapide dressage jusqu'à un détecteur de présence « fin retour rapide dressage ».

La fin de retour rapide dressage enclenche le retour rapide des unités jusqu'à un fin de course « fin retour rapide des unités ».

Le fin de course « fin retour rapide des unités » enclenche le déblocage de la table, le débridage de la fusée et l'ouverture de la porte.

Fin du fonctionnement en cycle dressage.

### III- Le GRAFCET :

Si le GRAFCET reçoit un accueil aussi favorable de la part de la plus part des entreprises, c'est par ce qu'il constitue à la fois un outil de description très facile à mettre en œuvre, mais aussi et surtout, extrêmement puissant pour l'analyse des systèmes même les plus complexes. Certes le GRAFCET ne résoud pas les problèmes mais il aide à les poser, pour cela on présentera d'abord son aspect théorique et représentatif avant de présenter le GRAFCET de l'élève.

#### III-1- Définition :

Le GRAFCET (graphe fonctionnel de commande étape tran<sup>s</sup>ition) est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement les différents comportements d'un automate séquentiel.

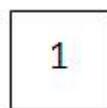
#### III-2- Structure du GRAFCET :

Une structure de GRAFCET est un graphe cyclique composé alternativement de transitions et d'étapes, reliées entre elles par des liaisons orientées (ou arcs orientés).

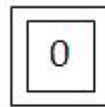
##### a) Etape :

Une étape est une situation du cycle de fonctionnement pendant laquelle le comportement de l'automatisme de commande demeure constant.

On convient de représenter l'étape par un carré numéroté et par un carré double celles qui sont activées initialement et qui définissent les conditions de départ (étapes initiales).



Etape

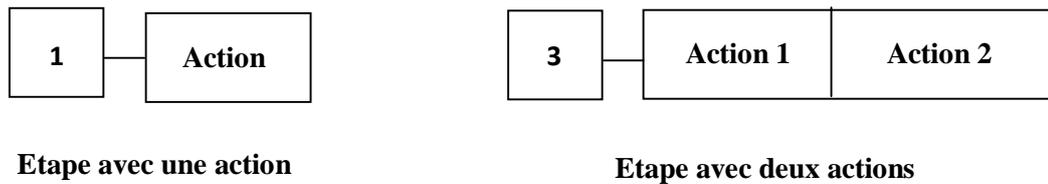


Etape initiale

**Figure III-1 :** Représentation graphique des étapes.

##### b) Actions associés à l'étape :

Elles sont décrites de façon littérale ou symbolique à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles de dimensions quelconques reliés à droite de l'étape.



**Figure III-2 :** Représentation graphique d'actions simple.

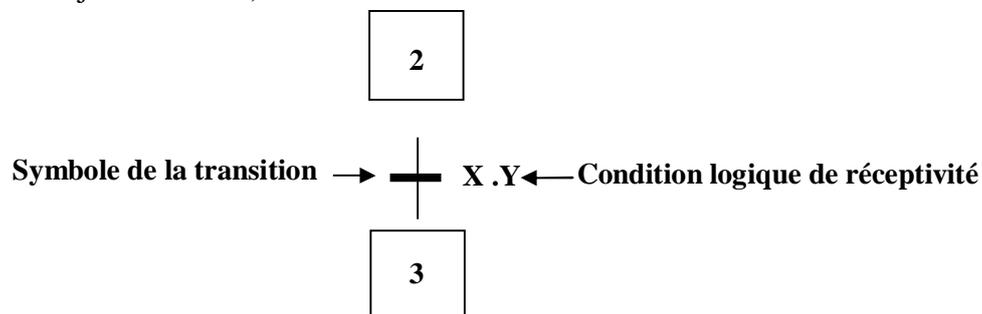
-On peut distinguer plusieurs types d'actions :

- **L'action à niveau :** (ou continue) qui est exécutée tant que l'étape à laquelle est associée reste active.
- **L'action impulsionnelle :** (ou ponctuelle) qui est exécutée dès que l'étape à laquelle elle est associée devient active. On associe à l'action impulsionnelle une durée déterminée.

**c) Les transitions :**

Une transition indique la possibilité d'évolution entre deux étapes, à chaque transition on associe une condition logique appelée « Réceptivité » qui sert à distinguer, parmi toutes les informations disponibles, uniquement celles qui, à un instant donné, sont susceptibles de provoquer un changement de comportement, soit encore que dans une étape, l'automatisme n'est réceptif qu'à ces informations.

Une transition est représentée par une barre et à sa droite la réceptivité associée (une réceptivité toujours vrai = 1).



**Figure III-3 :** Représentation graphique d'une transition.

**d) Liaisons orientées :**

Les liaisons orientées indiquent les voies d'évolution de la situation du GRAFCET. Elles sont représentées par des lignes, auxquelles il faut ajouter suivant le sens d'évolution une flèche si elles ne se font pas du haut vers le bas.

**III-3- Règle d'évolution du GRAFCET :**

Cinq règles fondamentales permettent de faire évoluer la situation du GRAFCET :

**➤ 1<sup>er</sup> règle : Situation initiale**

L'initiation précise les étapes activées au début du fonctionnement, on les distingue des autres étapes en doublant les côtés du symbole correspondant.

**➤ 2<sup>ème</sup> règle : Franchissement d'une transition**

Une transition est soit validée soit non validée (pas d'état intermédiaire). Elle est validée lorsque toutes les étapes qui lui sont en entrée (étapes immédiatement précédentes) sont activées. Une fois la réceptivité associée à cette transition est vraie, alors elle est obligatoirement franchie.

**➤ 3<sup>ème</sup> règle : Evolution des étapes actives**

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes qui lui sont en sortie (étapes immédiatement suivantes), et la désactivation de celles qui lui sont en entrées.

**➤ 4<sup>ème</sup> règle : Evolution simultanées**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

**➤ 5<sup>ème</sup> règle : Activation et désactivation simultanées**

Si la même étape est simultanément activée et désactivée au cours du fonctionnement, alors elle reste activée.

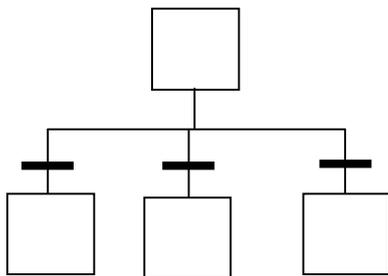
### III-4- Séquences multiple :

Un cycle d'automatisme peut être linéaire ou ramifié.

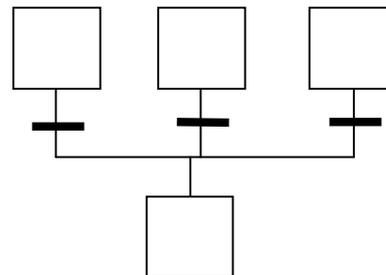
- Les cycle linéaire ne comportent qu'une séquence, c'est-à-dire un ensemble d'étapes les unes à la suite des autres.
- Les cycles ramifiés comportent plusieurs séquences, le rôle des aiguillages dans un GRAFCET est soit de sélectionner une séquence : aiguillage en OU soit d'exécuter simultanément plusieurs séquences : aiguillage en ET.

#### III-4-1- Sélection de séquences :

La sélection de séquences dans un GRAFCET permet de choisir une suite d'étapes plutôt qu'une autre. Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval qui permettront le choix de la séquence, divergence en OU (Figure III-4). La fin d'une sélection de séquences permet la reprise d'une séquence unique, convergence en OU (Figure III-5).



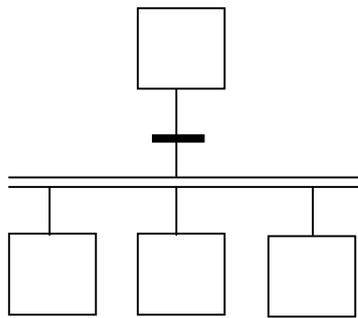
**Figure III -4 :** Divergence en OU.



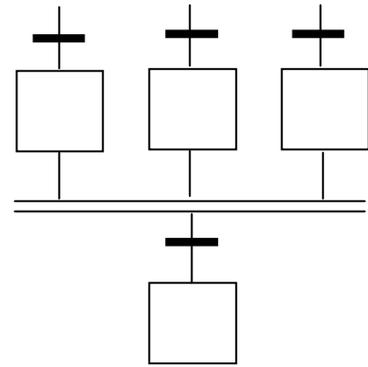
**Figure III -5 :** convergence en OU.

#### III-4-2- Séquence simultanée :

Elle est utilisée lorsqu'on souhaite de réaliser plusieurs séquences simultanément. Elle est composée d'une seule étape et d'une seule transition en amont qui permet de déclencher simultanément plusieurs séquences d'étapes. Elle est représentée à l'aide d'un double trait horizontal divergence en ET (Figure III-6). A la fin d'une série de séquences simultanées, on retrouve, en général, un double trait suivi d'une seule transition convergence en ET (Figure III-7).



**Figure III -6 :** Divergence en ET.



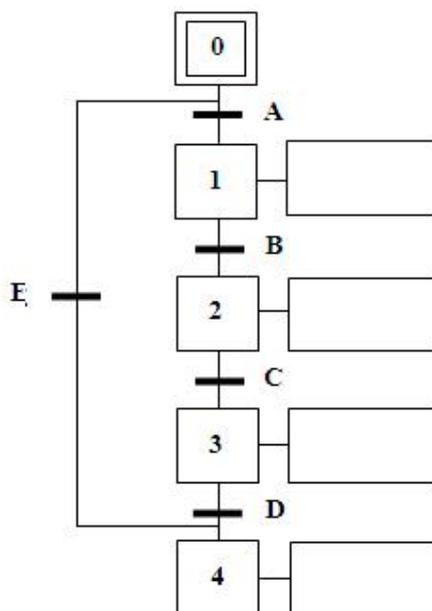
**Figure III -7 :** Convergence en ET.

**III-5- Saut d'étapes :**

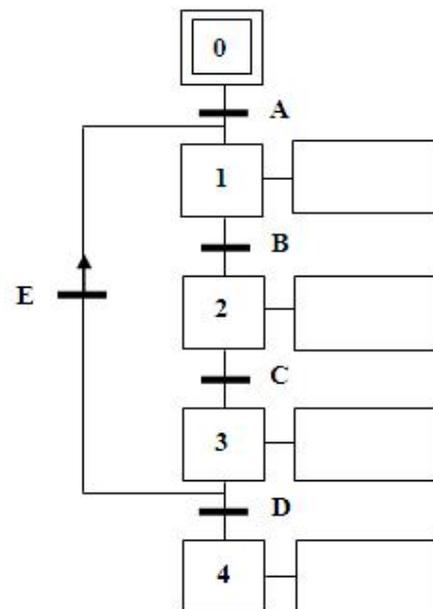
Le saut permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées à ces étapes deviennent inutiles (Figure III-8).

**III-6- Reprise de séquence:**

Permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que la condition fixée n'est pas obtenue (Figure III-9)



**Figure III -8:** Le saut d'étapes.



**Figure III -9 :** La reprise de séquence.

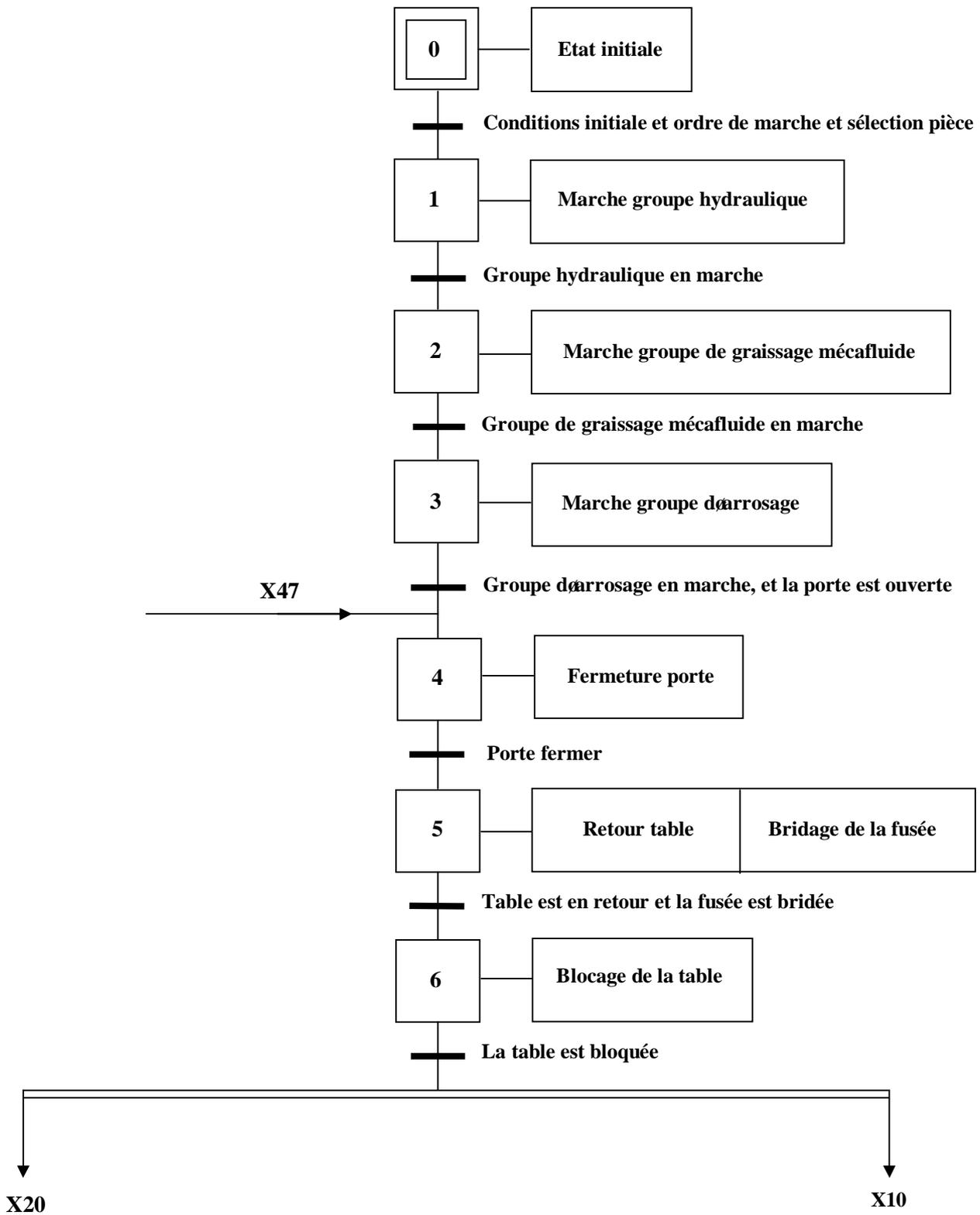
**III-7- Niveau d'un GRAFCET :**

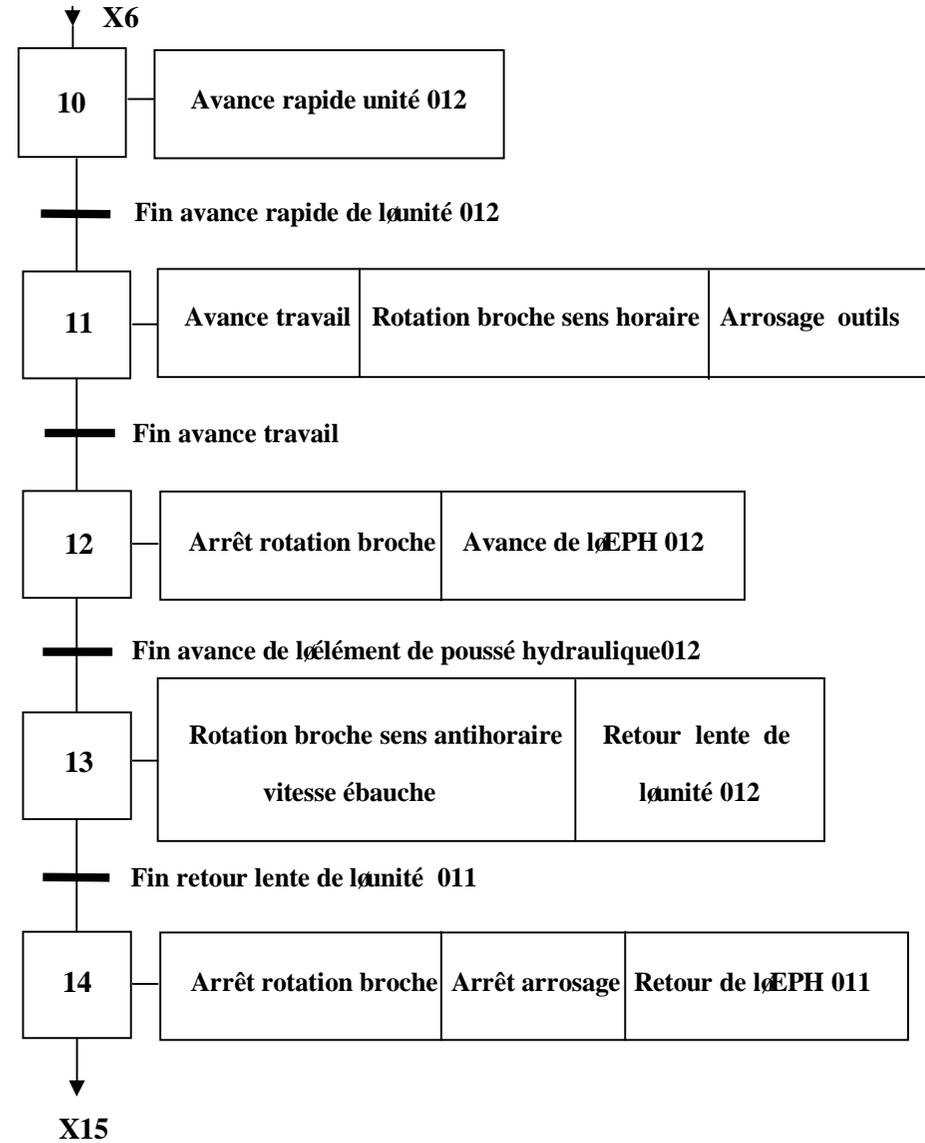
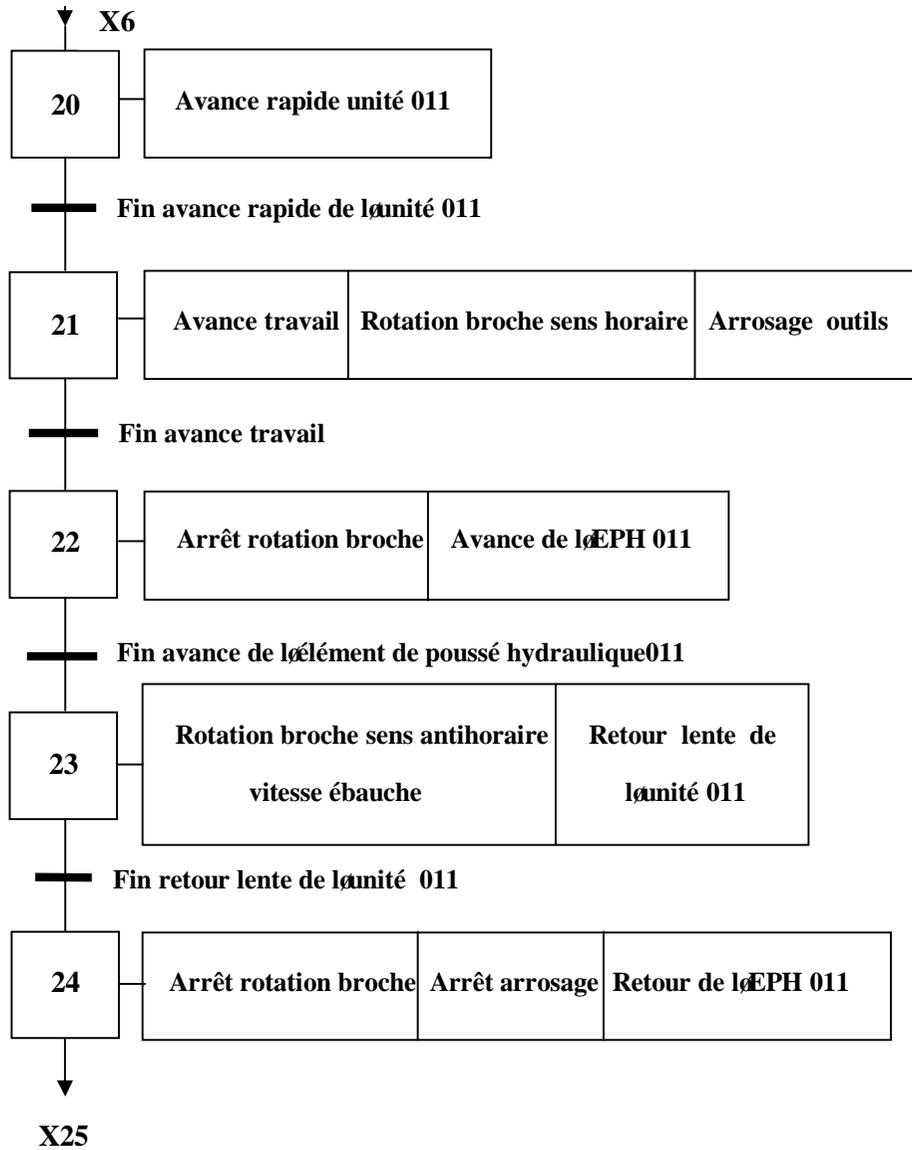
Pour aborder de façon progressive l'étude d'un automatisme, l'analyse GRAFCET est divisée en deux niveaux. Le premier prend en compte les spécifications fonctionnelles quand aux spécifications technologiques, elles font l'objet du second niveau.

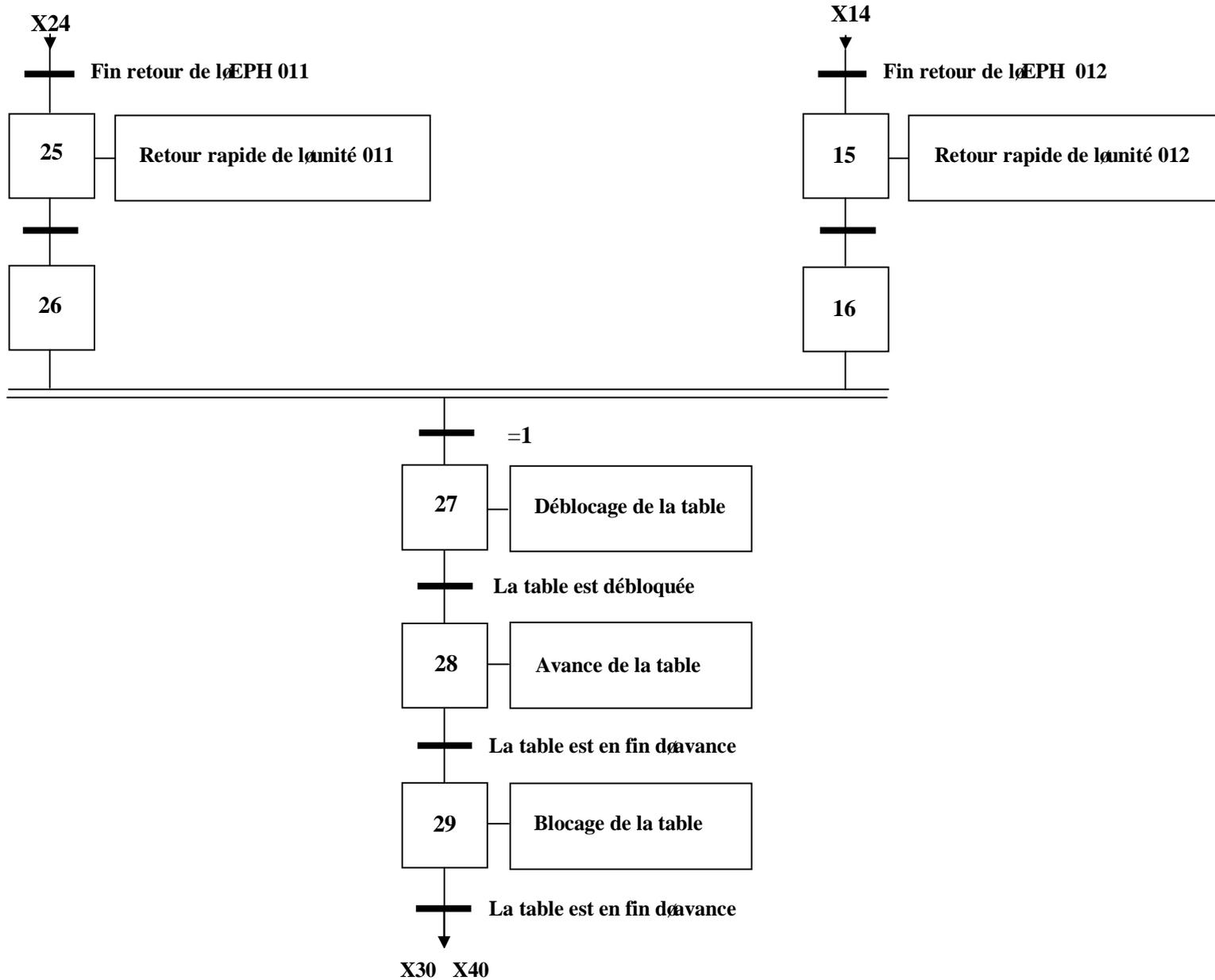
**III-7-1- GRAFCET de niveau 1 :**

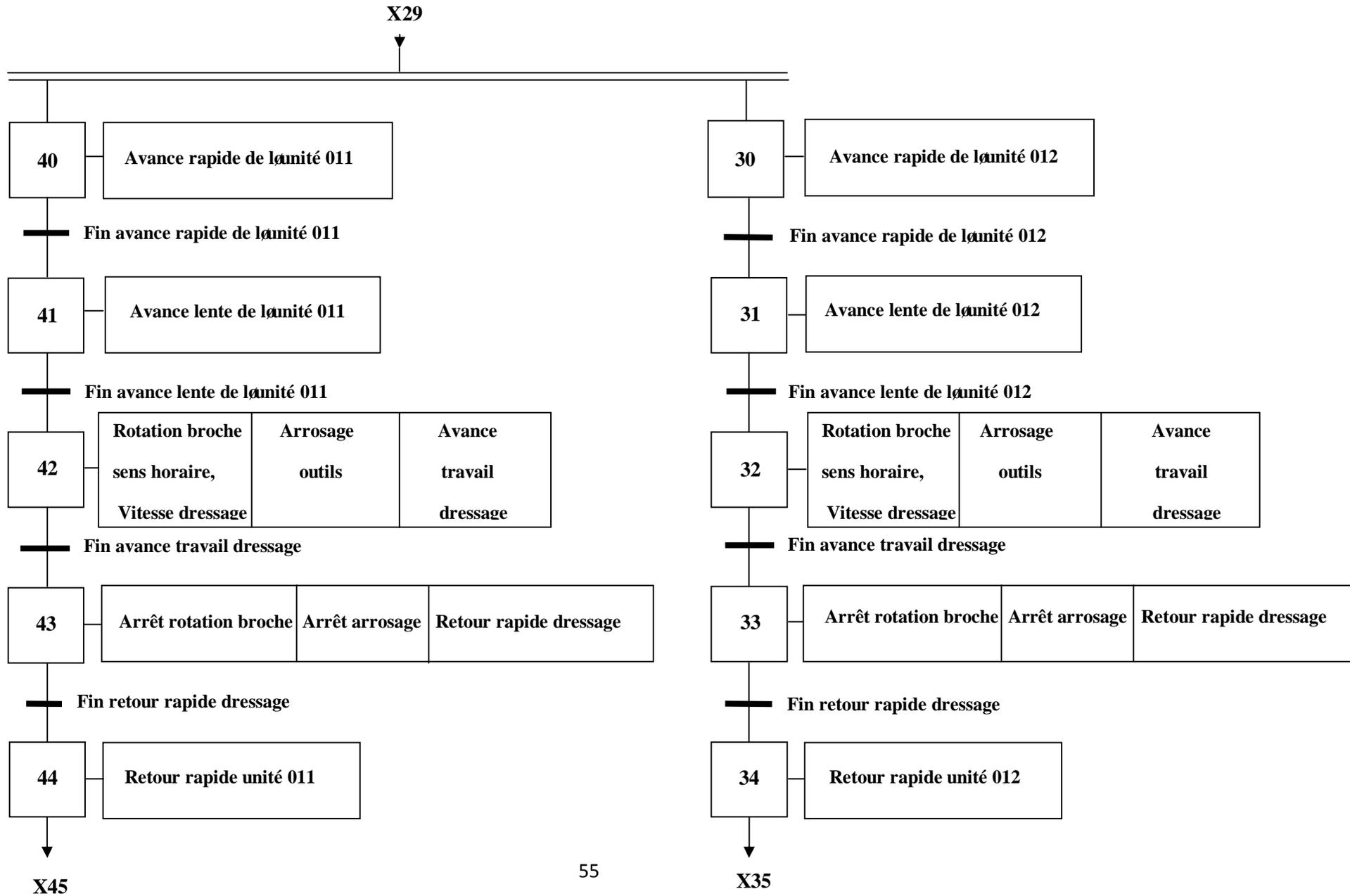
Il définit d'une manière explicite le fonctionnement de la machine. On l'appelle aussi le niveau de la partie commande, car il décrit l'aspect fonctionnel du système et des actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée.

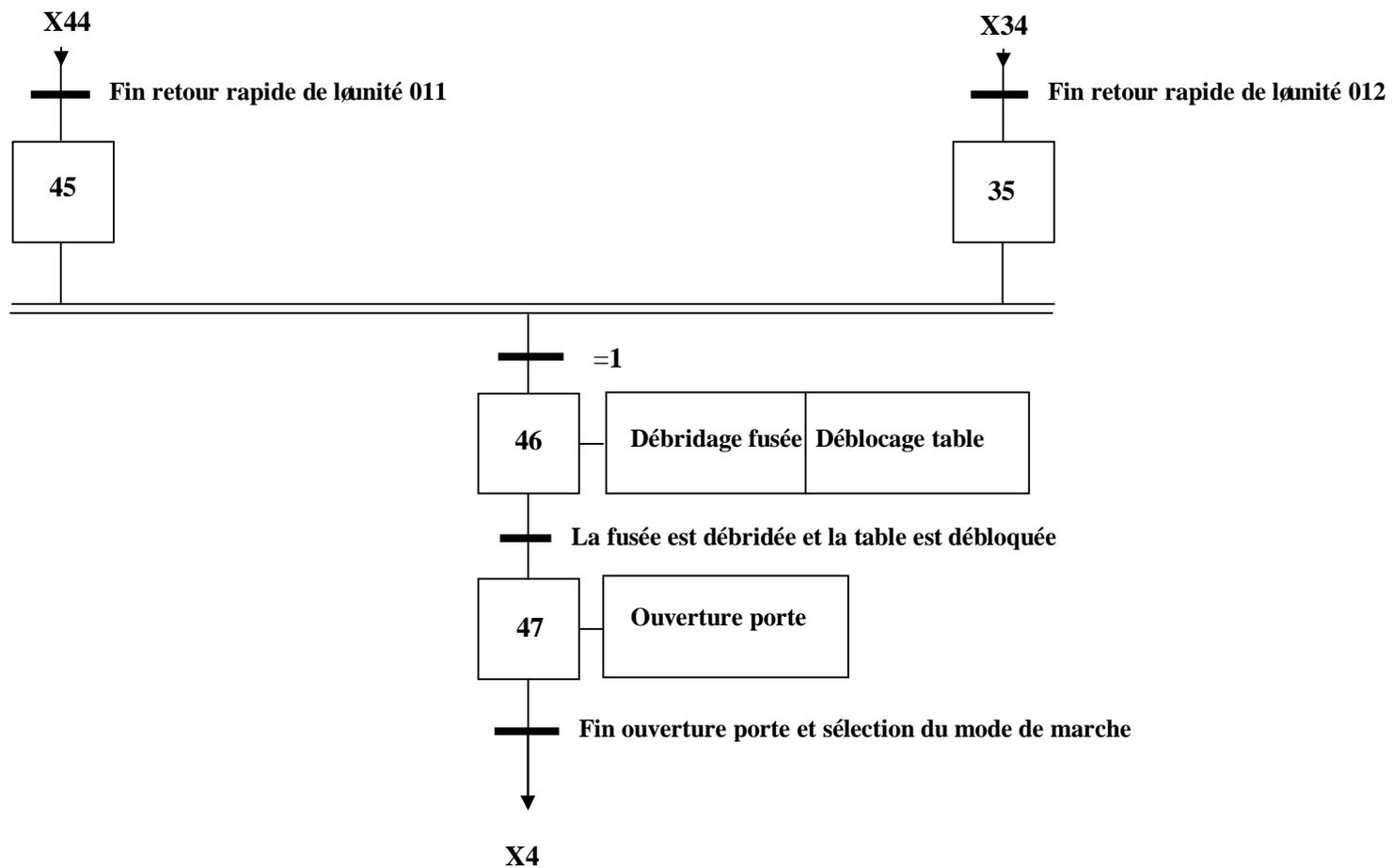
Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations. Nous associons le verbe à l'infinitif pour les actions.









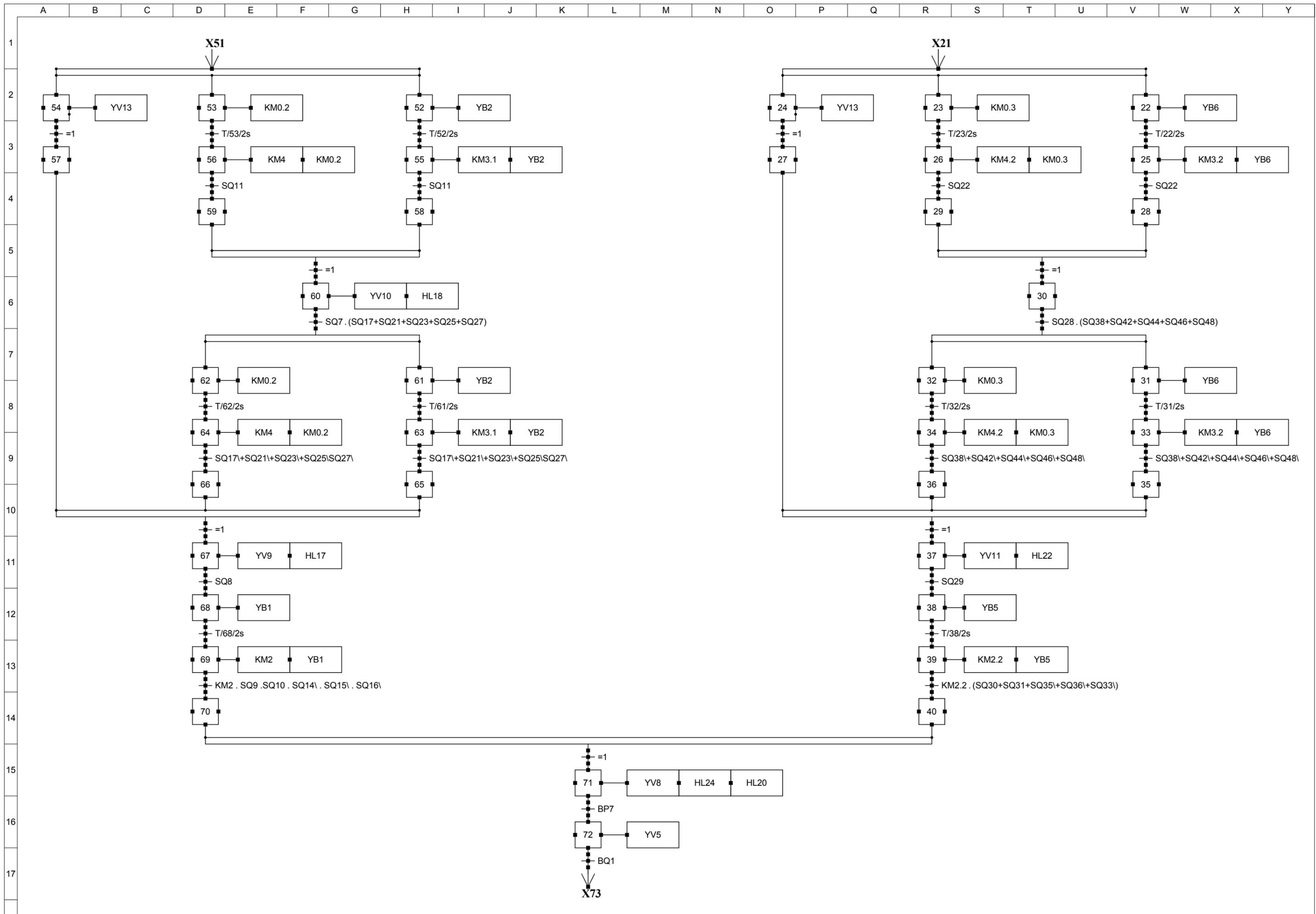


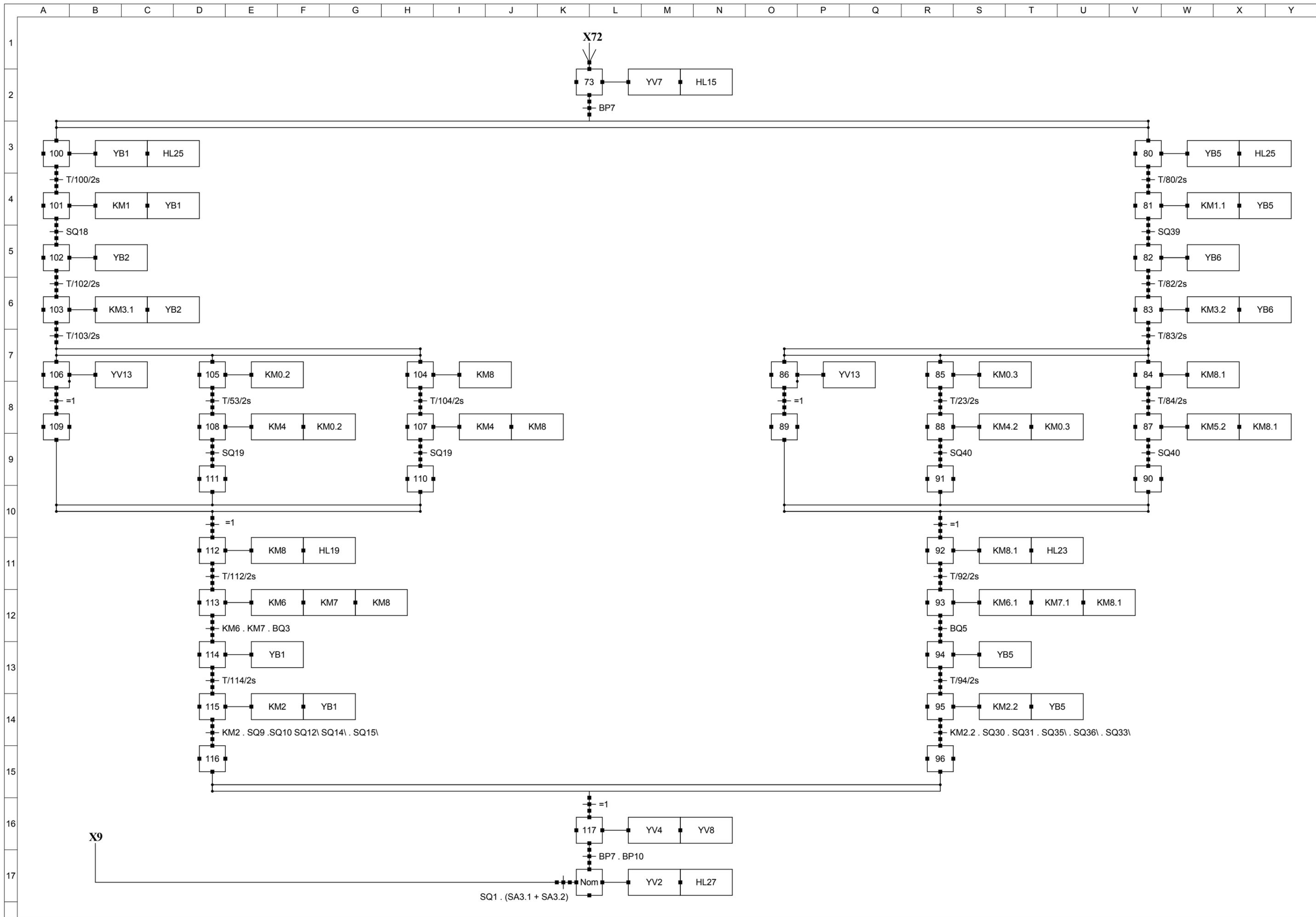
**III-7-2- GRAFCET de niveau 2 :**

Appelé aussi le niveau de la partie opérative, car il définit les spécifications fonctionnelles et les spécifications technologiques. A ce niveau doivent intervenir les renseignements sur la nature des capteurs et actionneurs employés et essentiellement la mise en équation des conditions.

La présentation des actions et des réceptivités est écrite en abréviation.







## IV- Le GEMMA :

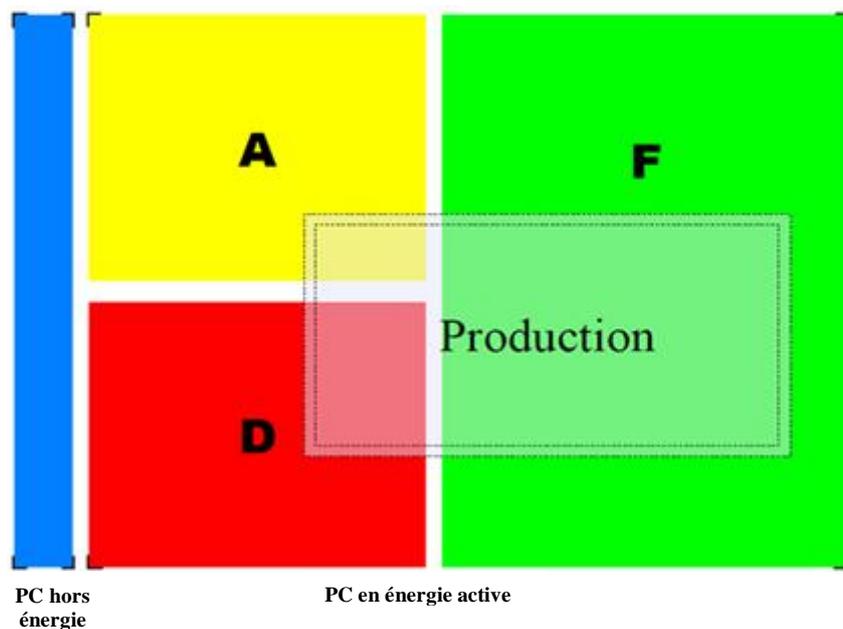
### IV-1- Définition :

Le GEMMA (**G**uide d'**E**tude des **M**odes de **M**arche et d'**A**rrêt) est un outil graphique, qui permet d'appréhender simplement et méthodiquement les modes de marche et d'arrêt d'un système automatisé de production, d'où la signification de son nom. Il structure donc la partie commande.

Il se compose d'une grille à remplir, cette grille est constituée de rectangles d'état appelés modes. Ces rectangles sont reliés entre eux par des liaisons orientées. Le passage d'un rectangle à l'autre s'effectue un peu à la manière du franchissement d'une transition de GRAFCET.

### IV-2- Description du GEMMA :

Comme le montre la figure III-3-1 le GEMMA peut être subdivisé en deux grandes parties à savoir la partie commande hors énergie et la partie commande en énergie active.



**Figure III 10-** : Les différentes parties du GEMMA.

#### ➤ La partie commande hors énergie :

Dans cet état la partie opérative n'est pas sous le contrôle de la partie commande. La partie opérative peut être en énergie ou hors énergie.

➤ **La partie commande en énergie :**

C'est la partie qui va nous permettre de définir les différents modes de marche et d'arrêt de notre machine ainsi que les conditions de passage d'un mode à l'autre. Cette partie est subdivisée en trois zones ou en trois familles de procédures.

**IV-2-1- Familles de modes de marches et d'arrêts :**

**a) Les procédures d'Arrêt : zone A**

Une machine comporte toujours des raisons d'arrêt pour cause normale (fin de travail, pause, approvisionnement,...). C'est dans cette famille que l'on regroupera ces modes.

**b) Les procédures de Fonctionnement : zone F**

On regroupe dans cette famille tous les modes de marche, qu'ils correspondent à la marche normale automatique, aux marches de test (pas à pas, manuel, ...). C'est la famille la plus importante, c'est généralement ici que se situe la production de valeur ajoutée.

**c) Les procédures de Défaillance : zone D**

Il est rare qu'une machine fonctionne toute sa vie sans défaillance. Cette zone permet de prendre en compte les modes de traitement de ces défaillances.

**IV-3- Définition des états :**

**F1 « Production normale » :**

La machine produit normalement, c'est l'état pour lequel elle a été conçue. C'est à ce titre que le rectangle état a un cadre renforcé. On peut souvent faire correspondre à cet état un grafcet de production normale.

**F2 « Marches de préparation » :**

Cet état est utilisé pour les machines nécessitant une préparation préalable à la production normale: préchauffage de l'outillage, remplissage de la machine, mises en routes diverses.

**F3 « Marches de clôture »:**

Cet état est nécessaire pour certaines machines devant être vidées ou nettoyées en fin de journée ou en fin de série.

**F4 « Marches de vérification dans le désordre » :**

Cet état permet de vérifier certaines fonctions ou certains mouvements sur la machine, sans respecter l'ordre du cycle.

**F5 « Marches de vérification dans l'ordre » :**

Dans cet état, le cycle de fonctionnement peut être exploré au rythme voulu par la personne effectuant la vérification, la machine pouvant produire ou ne pas produire.

**F6 « Marches de tests » :**

Cet état permet de régler ou d'étalonner certaines machines de contrôle, de tri, comportent des capteurs qui doivent être réglés ou étalonnés périodiquement.

**A1 « Arrêt dans état initial » :**

C'est l'état repos de la machine. Il correspond en général à la situation initiale du Grafset : c'est pourquoi, comme une étape initiale, ce « rectangle état » est entouré d'un double cadre. Pour une étude plus facile de l'automatisme, il est recommandé de représenter la machine dans cet état initial.

**A2 « Arrêt demandé en fin de cycle » :**

Lorsque l'arrêt est demandé, la machine continue de produire jusqu'à la fin du cycle : A2 est un état transitoire vers A1.

**A3 « Arrêt demandé dans état déterminé » :**

La machine continue de produire jusqu'à un arrêt en une position autre que la fin du cycle : c'est un état transitoire vers A4.

**A4 « Arrêt obtenu » :**

La machine est arrêtée dans une autre position que la fin de cycle.

**A5 « Préparation pour remise en route après défaillance » :**

C'est dans cet état que l'on procède à toutes les opérations (dégagement, nettoyages) nécessaires à une remise en route après défaillance.

**A6 « Mise P.O. dans un état initial » :**

La machine étant en A6, on remet manuellement ou automatiquement la PO en position pour un redémarrage dans un état initial.

**A7 « Mise P.O. dans état déterminé » :**

La machine étant en A7, on remet la PO en position pour un redémarrage dans une position autre que l'état initial.

**D1 « Arrêt d'urgence » :**

C'est l'état pris lors d'un arrêt d'urgence : on y prévoit non seulement les arrêts, mais aussi les cycles de dégagements, les procédures et précautions nécessaires pour éviter ou limiter les conséquences dues à la défaillance.

**D2 « Diagnostic et/ou traitement de défaillance »:**

C'est dans cet état que la machine peut être examinée après défaillance en vue d'un traitement permettant le redémarrage.

**D3 « Production tout de même » :**

Il est parfois nécessaire de continuer la production même après défaillance de la machine : on aura alors une production dégradée, ou une production forcée, ou une production aidée par des opérateurs non prévus en « Production normale ».

**IV-4- Elaboration du GEMMA de l'opéressuse :**

Les enchaînements entre les modes de marche et d'arrêt sont ici décrit au moyen d'un GEMMA. L'illustration de la figure III-11 montre l'utilisation progressive du support graphique proposé avec ce guide pour décrire sont mode.

**IV-4-1 Marche de production et d'arrêt :**➤ **Boucle PC hors énergie - A6 ó A1**

Cette « boucle » opérationnelle correspond au démarrage de la machine.

➤ **Boucle A1 ó F1 ó A2**

C'est la boucle de fonctionnement normal : Arrêt ó Fonctionnement normal ó Demande d'arrêt.

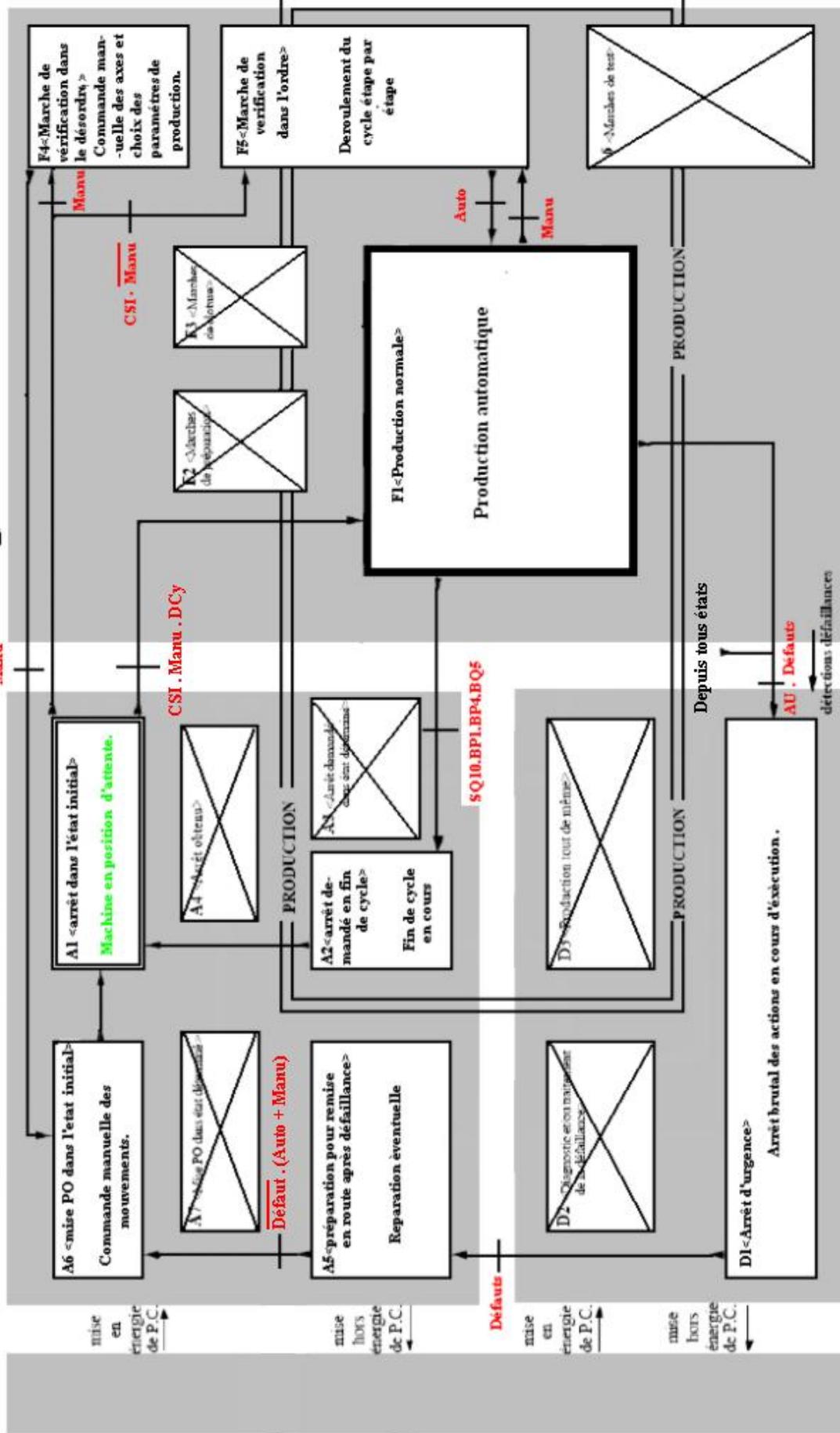
➤ **Boucle d'arrêt d'urgence :**

La boucle d'arrêt d'urgence est particulière. En effet l'arrêt d'urgence peut provenir de la machine qui est dans un état quelconque. Le traitement de l'arrêt d'urgence se fait souvent par la boucle : de tous les états ó D1 ó A5 ó A6 ó A1.

P.C. HORS ENERGIE

**A** PROCEDURES D'ARRETS DE LA PO

**F** PROCEDURES DE FONCTIONNEMENT



**D** PROCEDURES EN DEFAILLANCE DE LA PO

**F** PROCEDURES DE FONCTIONNEMENT

**Conclusion :**

Après l'étude technologique qui a été faite sur la machine nous avons élaboré le cahier des charges. Ce dernier est rédigé sous forme de graphe de fonctionnement à l'aide de l'outil de modélisation GRAFCET.

Après l'élaboration du GRAFCET, le fonctionnement de la machine est mieux décrit ce qui rend la réalisation de l'automatisme qui va commander la machine et sa mise en route une procédure beaucoup maniable.

On constate aussi les conséquences de l'intervention du GEMMA dans les séquences de l'étude de la machine : pupitre, GRAFCET complété.

Comme le GRAFCET, le GEMMA suivra ensuite la machine ce qui facilite les tâches de dépannage ou les modifications.

Notant au passage que le GRAFCET facilite le passage du modèle, à l'implémentation technologique de ce dernier dans un API.

## I- Introduction :

L'année 1968 est marquée par l'apparition du premier automate programmable inventé par la firme MODICON sous la demande des constructeurs d'automobiles qui souhaitent augmenter leur productivité avec un moindre coût. Depuis un grand nombre d'automates sont apparus sur le marché, comme, <<TOSHIBA>>, <<SIMATIC>>, <<SCHNEIDER>>, <<ABB>>, <<ALLENBRADLEY>> , qui utilisent des langages de programmation différents. Aujourd'hui chaque firme fait de son mieux pour s'imposer sur le marché.

## II- Généralités sur les Automates Programmables Industriels :

### II-1- Définition :

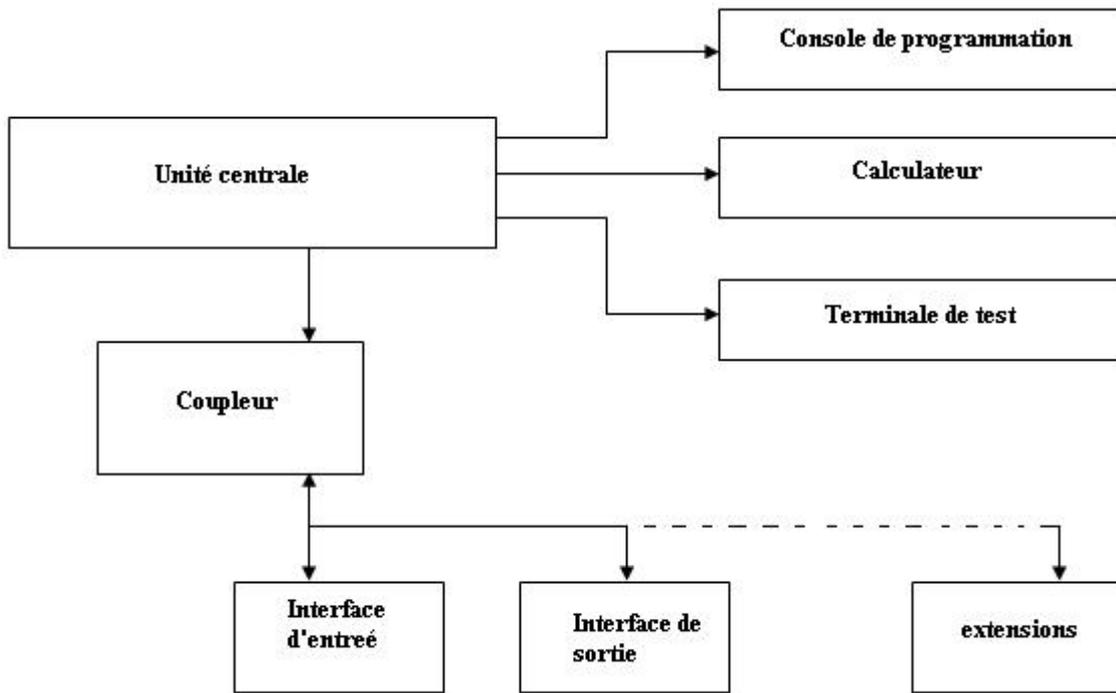
L'automate programmable industriel (API) est un système électronique destiné à automatiser les tâches d'une installation industrielle. C'est un automate au sens d'automatisme, programmable selon la terminologie informatique.

Au début, l'automate programmable servait uniquement à réaliser les fonctions logiques et séquentielles et au contrôle de commande individuelle des machines. Actuellement, il effectue en plus de ces fonctions logiques, le traitement numérique, la gestion de production, la localisation des pannes, l'échange de messages et le traitement de textes en clair pour renseigner les agents d'exploitation sur la conduite des machines.

### II-2- Structure d'un API :

Les sous-ensembles fondamentaux composant un automate programmable sont (voire figure IV-1) :

- L'unité centrale qui traite les variables en fonction du traitement logique programmé en mémoire et élabore les ordres de commande,
- Le coupleur qui assure la liaison entre l'unité centrale et les interfaces,
- Les interfaces d'entrée qui reçoivent les données machines provenant des capteurs,
- Les interfaces de sortie qui appliquent les processus de commande.



**Figure IV-1** : Schéma représentatif de la structure d'un API.

**a) L'unité centrale :**

Elle est le cœur de l'automate programmable, se compose fonctionnellement des éléments suivants :

➤ **Le microprocesseur :**

Appelé aussi unité de traitement (UT), il assure le contrôle de l'ensemble de l'automate et effectue les traitements de données par les instructions d'un programme en exploitant les techniques de la microprogrammation.

➤ **La mémoire centrale :**

C'est un élément technologique dans lequel on peut écrire, effacer ou lire des informations. Elle est divisée en zones destinées à contenir les données, les programmes et les logiciels de bases gérant le fonctionnement de l'automate.

On distingue deux types de mémoire selon la possibilité ou non d'écrire et d'effacer :

- ✓ **RAM** : (Random Access Memory) mémoire vive dans laquelle on peut écrire, lire et effacer le contenu du programme.
- ✓ **ROM** : (Read Only Memory) mémoire morte accessible uniquement en lecture (exemple : CD ROM).
- ✓ **EPROM** : (Erasable programmable Read Only Memory) mémoire morte programmable effacement aux rayons ultra-violets.

- ✓ **EEPROM:** (électrical erasable programmable read only memory) mémoires mortes programmables effacement électrique (exemple: FLASH DISC).

Chaque zone mémoires a pour fonction :

- Recevoir les variables acquises par l'automate,
- Mémoriser les variables intermédiaires, résultats de traitement,
- Enregistrer les valeurs de sorties à transmettre aux actionneurs.

**Remarque :**

Les mémoires des API sont équipées d'une batterie rechargeable pour assurer la sauvegarde du programme emmagasiné, lors de la coupure du courant d'alimentation.

➤ **Les bus de liaison :**

Les interfaces entre le procédé et la logique interne d'un automate sont assurées par les cartes électroniques appelées coupleurs. Le bus est un chemin emprunté par les informations entre les cartes et avec l'extérieur. C'est un circuit imprimé situé au fond de panier sur lequel sont connectés le microprocesseur, la mémoire centrale et les coupleurs.

➤ **Chien de garde (WATCHDOG) :**

Le chien de garde surveille le CPU de façon à éviter les graves conséquences d'un dérèglement de celui-ci. Il est nécessaire puisque la CPU intervient dans 5 pannes sur 1000.

La durée de l'exécution des tâches, en mode cyclique, est contrôlée par le chien de garde et ne doit pas dépasser une valeur définie lors de la configuration de l'API. Dans le cas de débordement, l'application est déclarée en défaut, ce qui provoque l'arrêt immédiat de l'API.

A chaque cycle, la CPU doit réarmer le chien de garde, sinon ce dernier entame les actions suivantes :

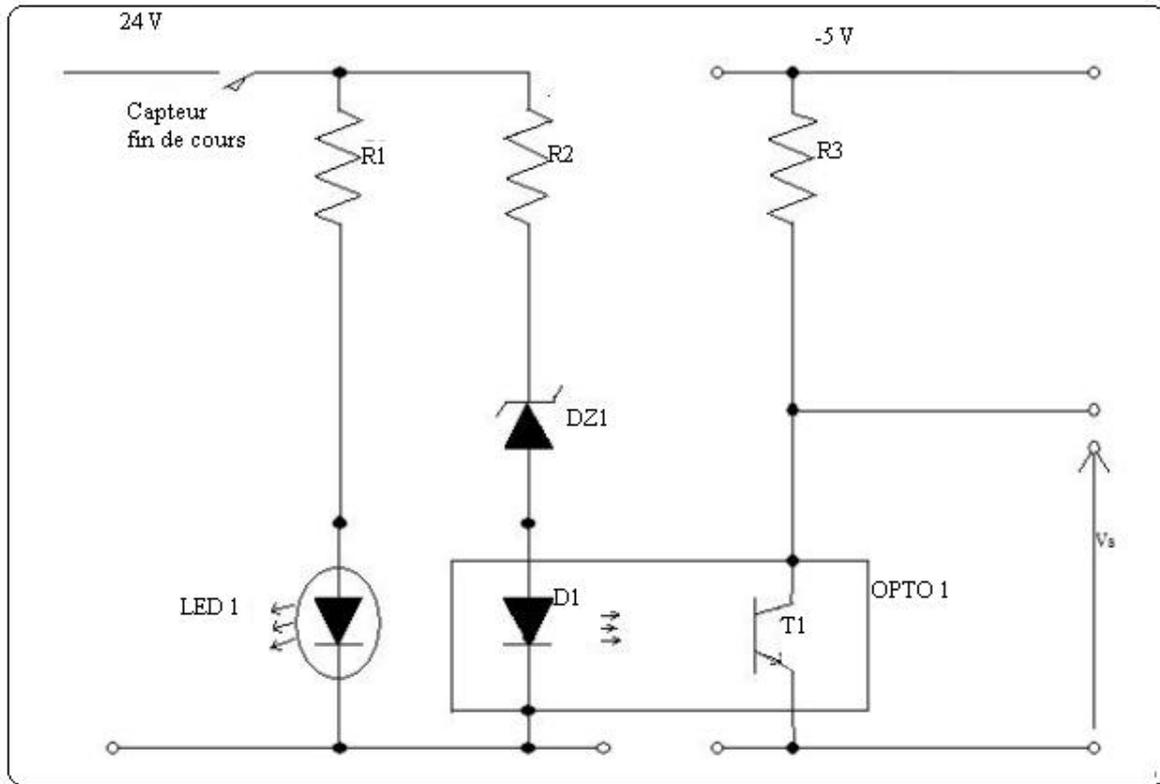
- ✓ Mise à 0 de toutes les sorties,
- ✓ Arrêt de l'exécution du programme,
- ✓ Signalisation de la défaillance.

**b) Interface d'entrée / sortie :**

Les entrées reçoivent des informations en provenance des capteurs (éléments de détection) et du pupitre opérateur (boutons poussoirs et les commutateurs), alors que les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovannes, etc.) et aux éléments de signalisations.

### ➤ Interface d'entrée :

Elles sont destinées à recevoir l'information en provenance des capteurs, traiter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative (Figure IV-2).



**Figure IV-2 :** Schéma électronique de l'interface d'entrée.

### Fonctionnement :

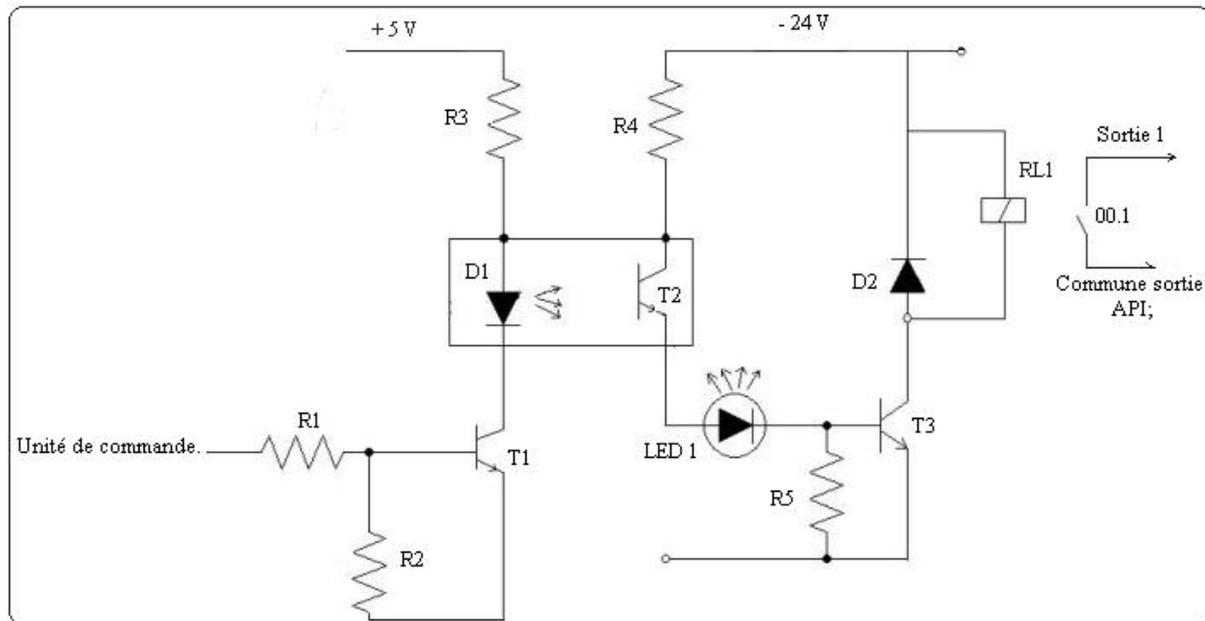
Lors de la fermeture du capteur, la «LED1» émet un signal lumineux que l'entrée automate est actionnée, la «LED D1» de l'optocoupleur s'éclaire, le phototransistor «T1» de l'optocoupleur devient passant et la tension  $V_s$  prend la valeur 0V.

Donc lors d'une activation d'une entrée de l'automate, l'interface d'entrée envoie un 0 logique (0V) à l'unité de traitement et un 1 logique (5V) lors de l'ouverture du contact du capteur (entrée non actionnée).

### ➤ Interface de sortie :

Elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et les éléments de signalisation du processus, et adapter les niveaux de tension de l'unité de commande à celle de la partie

opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières (Figure IV-3).



**Figure IV-3:** Schéma électronique de l'interface de sortie.

### Fonctionnement :

Lors de la commande d'une sortie automate, l'unité de commande envoie un **1** logique, « T1 » devient passant, donc la « LED D1 » s'éclaire, le phototransistor « T2 » de l'optocoupleur devient passant, la « LED 1 » s'éclaire et nous informe de la commande de la sortie « 00.1 », « T3 » devient passant et la bobine « RL1 », devient sous tension et commande la fermeture du contact de la sortie.

Donc pour commander une sortie de l'automate, l'unité de commande doit envoyer un **1** logique pour actionner une sortie API, ou bien un **0** logique pour inhiber la commande d'une sortie API.

### II-3- Cycle de fonctionnement d'un API :

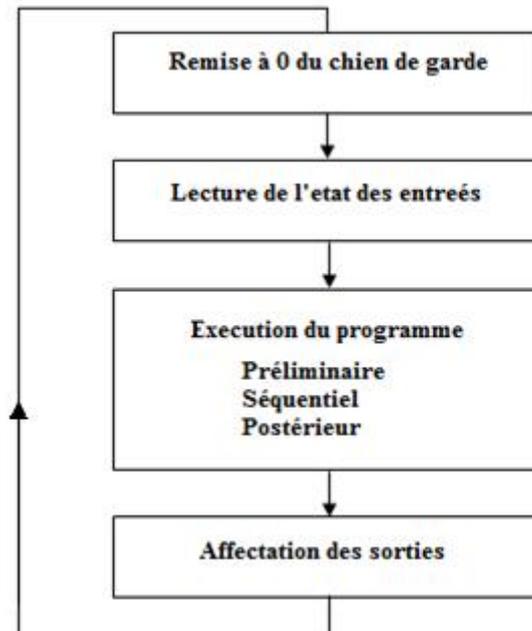
L'API acquiert l'état de l'ensemble des entrées au même instant et renouvelle l'état de l'ensemble des sorties au même moment. Cette façon de procéder, représente le cycle de fonctionnement de l'API qui comporte quatre phases à savoir :

- Phase 1 : Remise à 0 du chien de garde,
- Phase 2 : Acquisition des données,

-Phase 3 : Interrogation du programme,

-Phase 4 : Mise à jour des sorties.

On appelle le temps de cycle le temps qui s'écoule entre deux prises en compte d'une entrée physique (Figure IV-4).



**Figure IV-4:** Schéma de cycle de fonctionnement d'un API.

### III- Choix de l'automate programmable :

Pour choisir le dispositif adéquat à la commande du processus, on se base sur les principaux points suivants :

- Adaptation optimale au procédé tant humain que technologie (sécurité), aussi bien lors de l'implantation sur le site qu'en cours d'exploitation (robustesse et performances),
- Disponibilité d'équipement sur le marché avec un faible coût,
- Simplification de diagnostic et maintenance.

Notre choix est porté sur l'automate programmable industriel S7-300, cette préférence est due aux critères suivants :

#### III-1- Critères opérationnels :

Dans la DVI, sont déjà installés des API de technologie SIEMENS, et grâce à la

ressemblance des machines, il est préférable d'utiliser la même technologie. Ainsi, la commande est contenue avec les pré-actionneurs dans une seule armoire ce qui facilite la connexion et le dépannage.

### III-2- Critères fonctionnels :

En fonction de l'ampleur de programme et le nombre d'entrées/sorties, (134 / 79) au total 213 entrées sorties du type tout ou rien (TOR), le S7-300 offre une capacité mémoire suffisante. Ainsi, avec celui-ci on peut profiter de la simulation du programme en utilisant le logiciel PLC-SIM avant de le transférer vers l'automate.

### III-3- Critères technologiques :

La machine comporte des pré-actionneurs et des capteurs électrique de type tout ou rien (TOR), l'automate S7-300 offre une grande variété d'entrées/sorties (TOR), ceux-ci présente la particularité d'être parfaitement adaptée à la commande de cette machine, dans le but d'assurer la fiabilité des échange d'informations.

### III-4- Critères économique :

Ils englobent d'une part les coûts d'investissement qui comprend l'achat de l'automate et la console de programmation et d'autre part, ceux d'exploitation qui concernent la mise en œuvre et la maintenance de l'automate. La disponibilité du matériel de la société SIEMENS sur le marché algérien et l'existence de la documentation ont fortement contribuées à ce choix. Par conséquent cet automate convient bien pour assurer les tâches que nous nous sommes fixées.

## IV- Etude de l'automate programmable S7-300 :

L'automate S7-300 symbolise un système automatisé constitué de composants matériels et logiciels standards et qui gagne en performances, pour une meilleure adaptation aux tâches de l'industrie manufacturière et du contrôle du processus. Ses composants seront présentés dans ce qui suit.

### IV-1- Console de programmation PG ou PC SIMATIC :

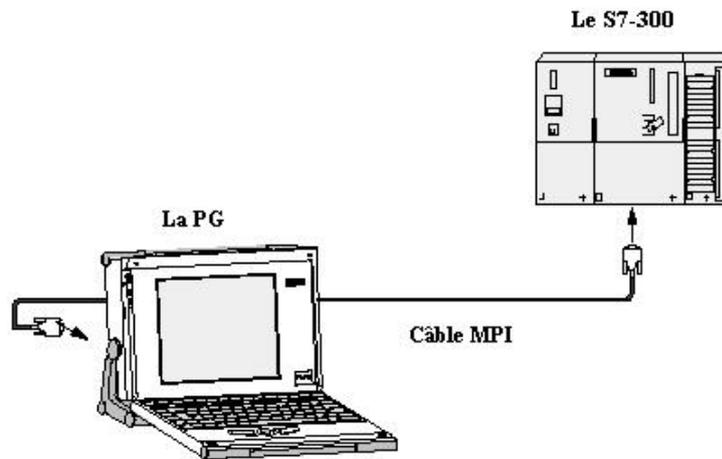
Les consoles de programmation SIMATIC ou les PCI (PC industriels) sont des outils qui donnent l'accès à la mémoire d'un API. Leur rôle consiste à traduire les instructions de l'utilisateur du code mnémonique en instructions machine exécutables par l'automate. Elles

permettent aussi la visualisation, la création et la manipulation des données du processus, la documentation et l'archivage.

L'atelier SIMATIC offre à l'utilisateur toutes les fonctionnalités nécessaires pour configurer et programmer chaque tâche de l'automatisation.

La PG ou le PCI sont raccordés via le S7-300 avec les interfaces multipoints <<câble MPI>> qui est compris dans le prix de la PG (voir figure IV-5).

Actuellement les PG tendent à être remplacées par les PC avec des environnements standards à cause des divers avantages qu'ils présentent.

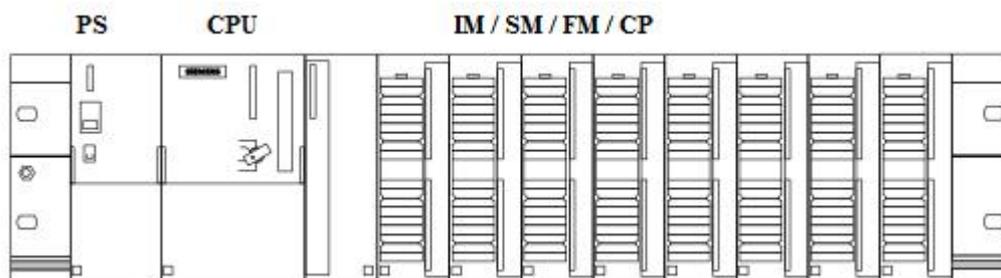


**Figure IV-4 :** Raccordement de la PG et le S7-300 par un câble MPI.

**IV-2- Modules de l'automate S7-300 :**

Le SIMATIC S7-300 est un système de commande modulaire pour des applications haut de gamme. Il dispose d'une gamme de modules complète pour une adaptation optimale aux tâches les plus divers et se caractérise par la facilité de réalisation d'architectures décentralisées et décentralise la simplicité d'emploi.

Les modules susceptibles de faire partie d'un système d'automatisation modulaire S7-300 sont les suivants (voir figure IV-5) :



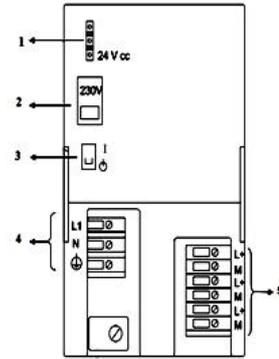
**Figure IV-5 :** Structure modulaire de l'API S7-300 en configuration maximale 8 modules de signaux.

**IV-2-1- Module d'alimentation (PS : power supply) :**

Le S7-300 est alimenté par une tension 24 V CC. Le module PS assure cette nécessité en convertissant la tension alternative du secteur en tension continue 24V.

Le module d'alimentation PS 307 convient pour l'alimentation des circuits internes de l'automate S7-300 de même pour l'alimentation des capteurs et les pré-actionneurs :

- 1 : signalisation tension de sortie 24V présente
- 2 : sélection de la tension réseau
- 3 : commutateur de sélection EN/HORS de 24V
- 4 : bornes pour la tension du secteur et la terre
- 5 : bornes pour la tension de sortie via les autres modules



Les modules d'alimentation PS 307 sont de trois types :

Désignation	Courant de sortie	Tension de sortie	Tension d'entrée
PS 307	2A	DC 24V	AC 120/230 V
	5A	DC 24V	AC 120/230 V
	10A	DC 24V	AC 120/230 V

Notre choix est le PS-307 dont le courant de sortie est de 5A, qui est caractérisé par :

- Numéro de référence 6ES7 307-1EA00-0AA0

**IV-2-2- Module unité centrale (CPU : Central Processing units) :**

La CPU est le cerveau de l'automate du fait qu'elle porte le microprocesseur. Elle exécute le programme utilisateur et alimente les bus internes de l'automate en 5V.

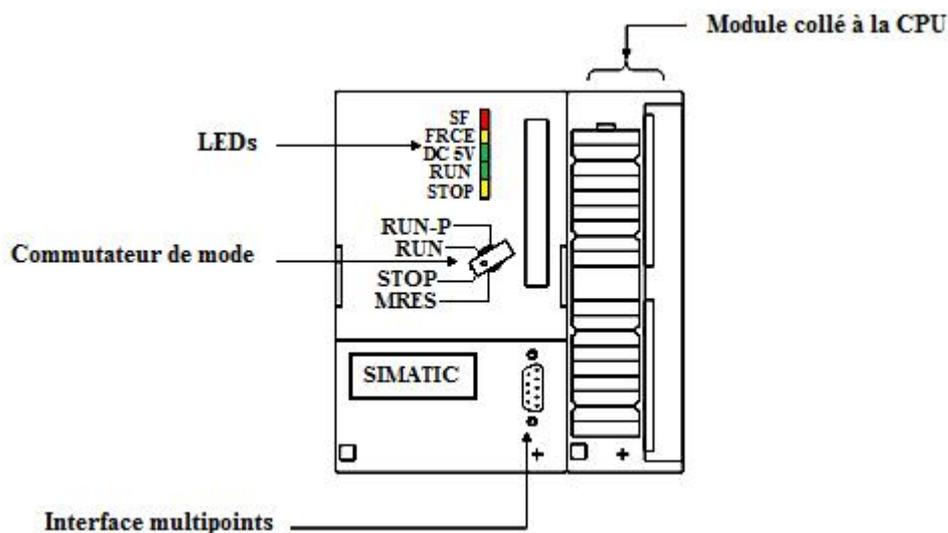
La CPU communique avec d'autres CPU, la console de programmation (PG) par l'interface multipoints MPI, elle comporte une diversité d'éléments comme le montre la figure IV-6.

On distingue plusieurs gammes des CPUs pour le S7-300 et ce, selon leur niveau de performances (capacité mémoire, vitesse de traitement d'information, fonctions intégrés, nombre d'entrées/sorties, type de modules à gérer ).

- CPU à utilisation standard : CPU 313, CPU 314, CPU 315 et CPU 316
- CPU avec fonctions intégrées : CPU 312 IFM et CPU 314 IFM
- CPU avec périphériques décentralisés, dans le cas des automates liés par le réseau : CPU 315-2 DP.

### Choix de la CPU :

Le type, le nombre d'entrées / sorties (134 / 79) et on tenant compte du critère économique, on a choisi la CPU 314 dont le numéro de référence est : 6ES7 314-1AG1360AB0



**Figure IV-6:** Module unité centrale (CPU 314).

### Interface multipoints MPI :

Elle sert pour la communication avec l'automate par une console de programmation ou un PC. Elle permet à la CPU de participer à un réseau sans qu'il soit nécessaire d'utiliser un module supplémentaire.

### Caractéristiques de la CPU 314 :

Performances	CPU 314
Mémoire de travail (intégrée)	96 KO
Temps d'exécution : <ul style="list-style-type: none"> <li>Opération sur bit</li> <li>Opération sur mot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0,1 <math>\mu</math>s</li> <li>0,2 <math>\mu</math>s</li> </ul>
Type de blocs	OB, FB, FC, DB, SFC, SFB
Execution du programme	Cycle libre OB1
Organisation de programme	Lineaire et structurée
Chien de garde (temps de cycle)	150 ms (préréglé), réglable de 1 à 6000 ms
Mémentos	256 Octets
Compteur	256
Temporisation	256
Configuration à un seul profilé	Jusqu'à 8 modules
Entrées / Sorties TOR	512
Entrées / Sorties Analogiques	64
Mémoire image du process entrées / sorties	128 Octets
Possibilité d'extension	Jusqu'à 32 modules
Vitesse de transmission de l'MPI	187,5 bit/s
<ul style="list-style-type: none"> <li>dimension (L x H x P) en mm</li> <li>Poids</li> </ul>	80 x 125 x 130 450 g

### IV-2-3- Le coupleur :

Lorsque une tâche d'automatisation exige plus de 8 modules, le châssis de base du S7-300 peut être complété avec des châssis d'extension, la configuration maximale est de 32 modules à raison de 8 par châssis.

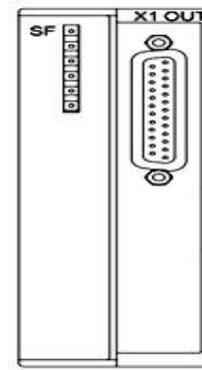
La communication entre les différents châssis est assurée de façon totalement autonome par des coupleurs.

### Choix du coupleur :

La CPU 314 peut être gérée dans le châssis de base 8 modules d'entrées et sorties. Vu le nombre d'entrées et de sorties dont on dispose, un châssis d'extension est indispensable. Il doit comprendre 2 modules de sorties, pour cela on choisit le coupleur IM 360 de référence : 6ES7 360-3AA01-0AA0.

### Caractéristiques du coupleur IM360 :

- Longueur de câble max. male environ 10m pour la prochaine IM,
- Consommation sur le bus interne 350 Ma,
- Dissipation de module 2W,
- Signalisation d'état et d'erreurs oui,
- Dimension : L x H x P (mm) = 40 x 125 x 120 (mm),
- Poids : 250 g,
- SF : défauts groupés.



**Figure IV-7 :** Vue de face du coupleur IM 360.

### IV-2-4- Les modules d'entrées /sorties (SM : signals modules) :

Les modules d'E / S constituent l'interface du SIMATIC S7-300 avec le processus. Une multitude de modules TOR et analogiques différentes met à disposition le nombre exact d'entrées et sorties TOR et analogiques pour la tâche considérée.

Les modules TOR et analogiques se différencient par le nombre de voies, la plage de tension et de courant, la séparation galvanique, la diagnosticabilité, etc. Il existe des modules de 4, 8, 16, 32 entrées ou sorties.

Les modules d'entrées sont les modules où se connectent les capteurs, ils amènent les informations issues par ces derniers sur la partie opérative, et les transportent à la CPU via les interfaces d'entrées.

Les modules de sorties se connectent avec les pré-actionneurs, ils alimentent ces derniers par l'ordre de la CPU via les interfaces de sorties.

L'aléuse spéciale RMO comporte uniquement des entrées et sorties de type TOR dont on choisit les modules d'entrées et sorties TOR. Pour les 134 entrées TOR ; on choisit 4

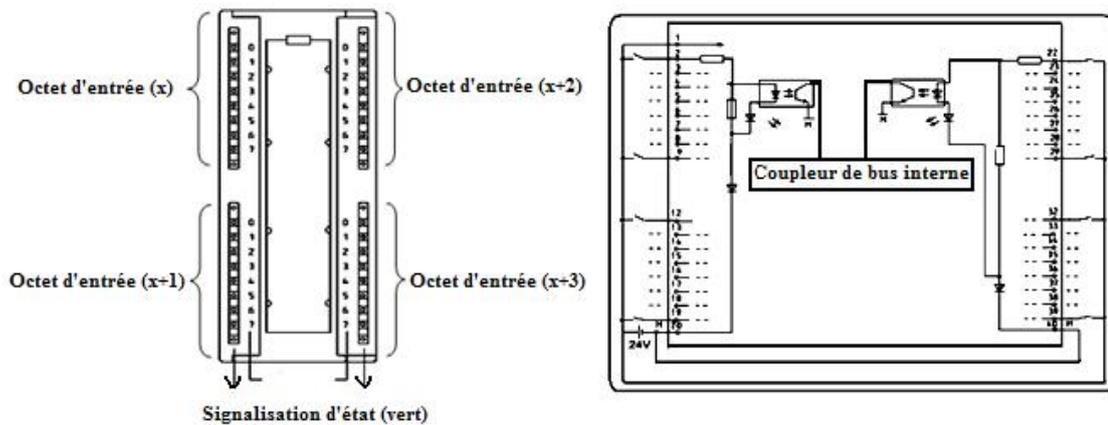
modules de 32 entrées TOR et 1 module de 16 entrées TOR ; pour les 79 sorties TOR on choisit 5 modules à relais de 16 sorties TOR.

On aura 10 entrées et 1 sortie libre, on les garde comme réserve en cas d'une amélioration dans le futur.

➤ **Caractéristiques des modules TOR choisis :**

-Les quatre modules d'entrées : SM 321 DI 32 ó 24 Vcc ; références : 6ES7 321-1BL00-0AA0.

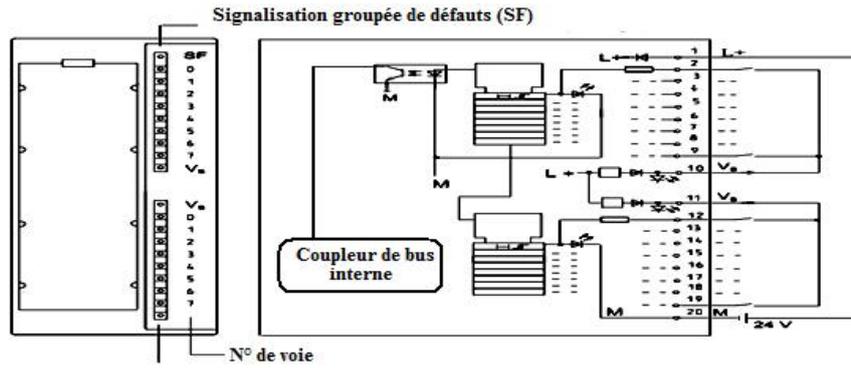
- ✓ Tension d'entrée nominale : 24 Vcc,
- ✓ Séparation galvanique par groupe de 16,
- ✓ Signalisation d'état : une LED verte par voie,
- ✓ Convenant pour contacts de détecteurs de proximité 2, 3 ou 4 fils,
- ✓ Dimensions L x H x P (mm) : 40 x 125 x 120,
- ✓ Poids : 260 g.



**Figure IV-8 :** Module d'entrée TOR (SM) 321 DI 32 ó 24 Vcc et son schéma de principe.

Le module d'entrées : SM 321 DI 16 ó 24 Vcc ; références : 6ES7 321-1B002-0AA0.

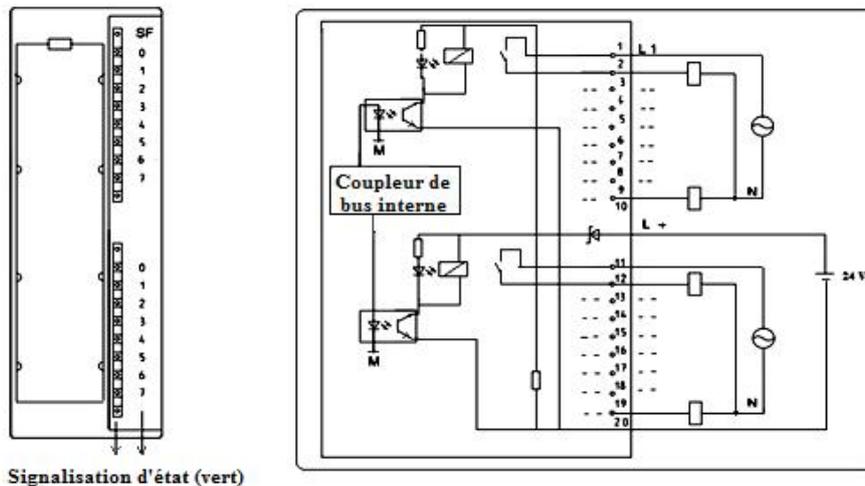
- ✓ Tension d'entrée nominale : 24 Vcc,
- ✓ Séparation galvanique par groupe de 16,
- ✓ Signalisation d'état : une LED verte par voie,
- ✓ Convenant pour contacts de détecteurs de proximité 2, 3 ou 4 fils,
- ✓ Dimensions L x H x P (mm) : 40 x 125 x 120,
- ✓ Poids : 260 g.



**Figure IV-9 :** Module d'entrée TOR SM 321 DI 16- 24Vcc et schéma de principe.

- Les 5 modules de sorties : SM DO 16 x Rel. 120 Vca ; référence : 6ES7 322-1HH01-0AA0.

- ✓ Courant de sortie maxi : 8 A par groupe de 8, 2A par sortie,
- ✓ Séparation galvanique par groupe de 8,
- ✓ Tension d'alimentation des relais : 24 Vcc,
- ✓ Tension de charge nominale : 24 Vcc à 120 Vcc ; 48 Vca à 120 Vca ,
- ✓ Signalisation d'état : LED verte par voie,
- ✓ Dimension L x H x P (mm) : 40 x 125 x 120 ?
- ✓ Poids : 250g,
- ✓ Convenant pour : électrovannes, contacteurs, démarrage des moteurs lampes.



**Figure IV10 :** Module de sortie TOR (SM) 322 DO 16 x Rel et son schéma de principe.

### IV-3- La sûreté des APIs :

En raison du degré d'automatisation croissant des installations industrielles, la disponibilité des systèmes mise en œuvre joue en rôle de plus en plus déterminant. Les pannes ou les défaillances des systèmes d'automatisation conduisent d'une part à des arrêts non productibles qui coûtent cher et d'autre part, à des coûts de démarrage élevés.

Pour remédier à ce problème on doit augmenter le facteur disponibilité d'où la continuité du service.

La disponibilité « D » est la probabilité de trouver un système en bon état de fonctionnement à un instant donné.

$$D = \text{MTBF} / \text{MTBF} + \text{MTTR}$$

MTBF : temps moyen de bon fonctionnement.

MTTR : temps moyen technique de réparations.

L'amélioration de la disponibilité est obtenue en réduisant les temps moyen technique de réparations (MTTR) par les directives suivantes :

- ✓ Constitution d'un stock de pièces de rechange,
- ✓ Formation du personnel d'exploitation,
- ✓ Signalisation des défauts sur les appareils,
- ✓ Logiciels et mémoires supplémentaires pour la réalisation des fonctions programmées de diagnostique,
- ✓ Utilisation des automatismes isochrones.

### Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié l'automate programmable en général, par conséquent nous avons conclu que la conception modulaire de ce dernier lui offre une grande souplesse de configuration centralisée ou décentralisée pour répondre aux besoins très variés de l'automatisation industrielle. Ceci est un avantage important par rapport aux autres technologies d'automatisation.

Dans chaque cas le choix de l'automate ainsi que ces modules se fait en respectant les critères d'optimalité.

Notre choix qui a porté sur l'automate modulaire S7-300 de la firme SIMATIC comme solution adéquate et extensible, s'est fait grâce à la multitude d'avantages qu'il présente. En effet la programmation de ce dernier implique l'étude de l'atelier logiciel SIMATIC « STEP 7 » qui sera faite dans le prochain chapitre.

## I- Introduction :

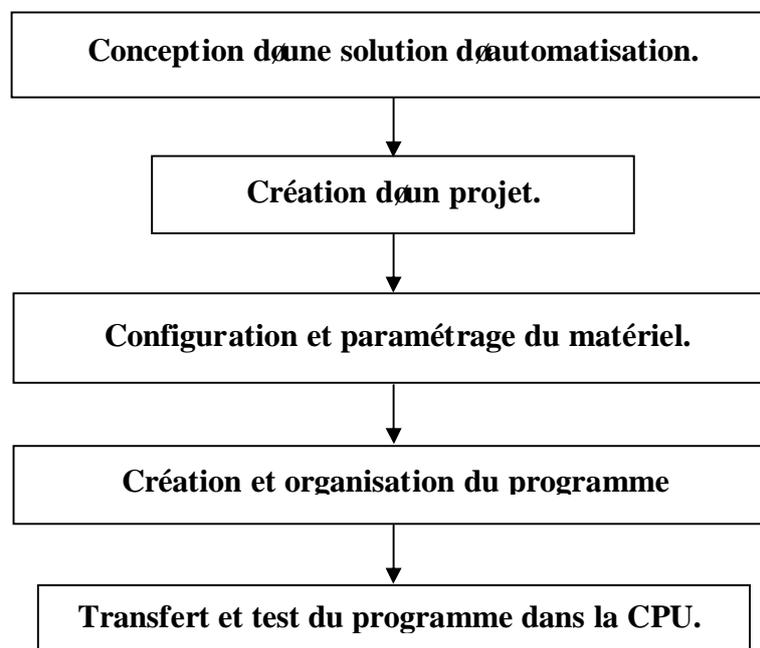
Chaque projet d'automatisation exige de résoudre une grande diversité de tâches dont chacune requiert un maximum d'efficacité. L'atelier SIMATIC offre un environnement d'ingénierie intégré avec des outils performants adaptés aux méthodes de travail.

Le STEP7 est le progiciel de base qui permet la configuration et la programmation des systèmes SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC la plus connue et la plus utilisée dans le monde pour la programmation industrielle.

STEP7 s'exécute sous le système d'exploitation de MICROSOFT à partir de la version WINDOWS 95.

création d'une solution d'automatisation STEP7 offre :

- La création et la gestion des projets,
- LA configuration et le paramétrage du matériel et la communication,
- La gestion des mnémoniques,
- La création des programmes,
- Le chargement du programme dans les systèmes cibles,
- Le test de l'installation d'automatisation.



**Figure V -1** : Démarche de programmation avec STEP7.

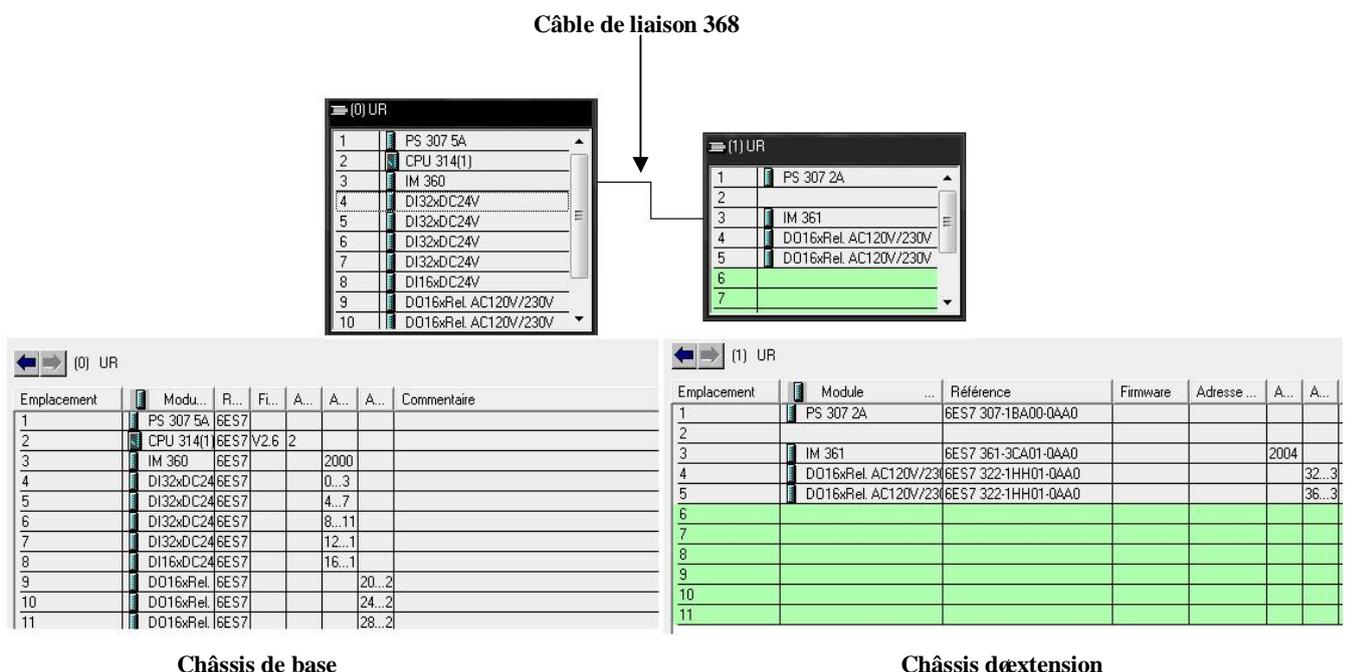
Après avoir créé le projet, on passe à la configuration et au paramétrage du matériel.

## II- Configuration du matériel :

Les CPUs et les modules de SIMATIC n'ont plus ni de vis de réglage ni d'interrupteurs mécaniques. Tous les réglages sont effectués de façon centrale par le logiciel. A cet effet, le matériel (y compris les entrées / sorties centralisées et décentralisées) est configuré et paramétré dans l'outil de configuration HW CONFIG.

### II-1- Configuration :

La configuration matérielle consiste à concevoir virtuellement l'appareillage réel (PS, CPU, etc.). Le profilé support des modules et de cartouche interface, est représenté par une table de configuration ([0] UR ; Universel Rack) dans une fenêtre de station, dans laquelle on peut enficher un nombre défini de modules, qu'on amène à partir de la fenêtre «cartouche du matériel». L'enfichage des modules dans la table se fait comme dans les profilées, support (châssis) réel, c'est-à-dire le PS dans la 1<sup>er</sup> ligne, la CPU dans la 2<sup>ème</sup>, le IM dans la 3<sup>ème</sup>, puis les SMs (ou FM, CP, etc.) viennent s'enficher à partir de la 4<sup>ème</sup> ligne.



**Figure V-2 :** Enfichage des modules dans la fenêtre de station.

### II-2- Paramétrage :

C'est le réglage des modules paramétrables pour les configurations centralisées (et pour un réseau). La CPU est un module paramétrable, la surveillance du temps de cycle (chien de

garde) est un paramètre qu'on peut définir. Ces paramètres sont chargés dans la CPU qui les transmet aux modules correspondants.

**II-3- Adressage :**

La CPU peut accéder aux entrées et sorties des modules d'entrées / sorties TOR centralisées ou décentralisées soit indirectement via la mémoire image du processus, soit **directement via le bus interne.**

**II-3-1- Adressage des modules avec CPU 314 :**

L'association entre les adresses utilisées dans le programme utilisateur et les modules se fait par configuration des modules avec STEP7.

Pour la périphérie centralisée : disposition du profilé support châssis et affectation des modules aux emplacements dans la table de configuration.

Adresse des débuts des modules	Châssis de base										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TOR	PS	CPU	IM	0	4	8	12	16	18	20	22
Analogique											

**II-3-2- Adressage des entrées / sorties :**

La déclaration d'une entrée / sortie donnée à l'intérieur de l'automate s'appelle l'adressage. Les entrées / sorties de l'automate sont regroupées en groupe de huit (8) entrées ou huit (8) sorties TOR. Cette unité de huit entrées ou sorties est appelée un (1) octet. Chaque groupe reçoit un numéro que l'on appelle l'adresse de l'octet ou chaque octet est divisé en huit (8) bits qui sont numéroté de 0 à 7.

L'adresse complète d'une entrée se compose de la lettre 'E' suivie respectivement du numéro de l'octet du module et le numéro du bit. Les mêmes règles sont utilisées pour les sorties.

**II-4- Affectation des mnémoniques :**

On affecte dans la table des mnémoniques des numéros symboliques aux adresses absolues qu'on peut appeler dans le programme ainsi que le type de donnée, par exemple pour l'entrée E0.1 on lui affecte le mnémonique « CDA » et le type « Booléen ».

Ces noms valent pour toutes les sections du programme. C'est pour ça qu'on les appelle des variables globales. L'adressage symbolique permet d'alléger l'écriture du programme qui y gagne en clarté (voir annexe III).

**III- Programmation de fonctionnement (Software Confi) :**

Un programme utilisateur comprend toutes les instructions, ainsi que les données nécessaires au traitement des signaux de commande d'une installation ou d'un processus.

**III-1- Les langages de programmation :**

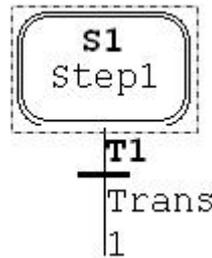
L'éditeur de programme constitue l'interface de programmation du programme utilisateur. Les langages de programmation disponibles sont les suivants : CONT (schéma à contact), LOG (logigramme), LIST (liste d'instruction) et le S7 GRAPH pour la programmation des commandes séquentielles.

**III-1-1- Le langage S7 GRAPH :**

Le S7 GRAPH sert à la description de commandes séquentielles à l'aide des séquences exclusives et simultanées. Le déroulement des étapes est configuré et programmé avec clarté et rapidité dans un mode de représentation standardisé, il est donc orienté sur le déroulement du processus, raison pour laquelle on l'a choisi.

**III-1-1-1 Instruction de langage S7 GRAPH :****a) Paire étape / transition :**

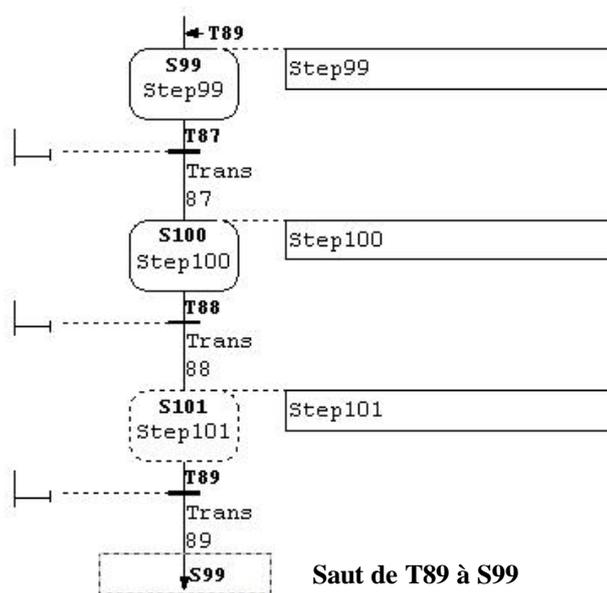
Par défaut, le S7 GRAPH contient déjà une paire étape /transition vide à laquelle on peut ajouter d'autres paires. Elles reçoivent automatiquement un numéro lors de l'insertion.



**Figure V -3 :** Symbole d'une paire étape / transition.

**b) Le saut :**

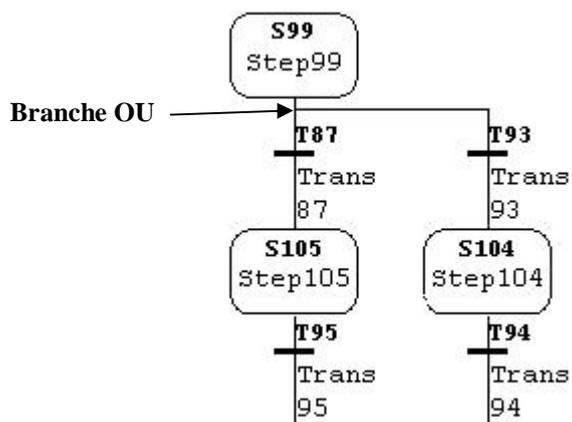
Un saut permet de passer d'une transition à une étape quelconque dans le graph séquentiel. Il est toujours placé après une transition et met fin à cette position.



**Figure V -4 :** Le saut dans un graph séquentiel.

**c) Branche OU :**

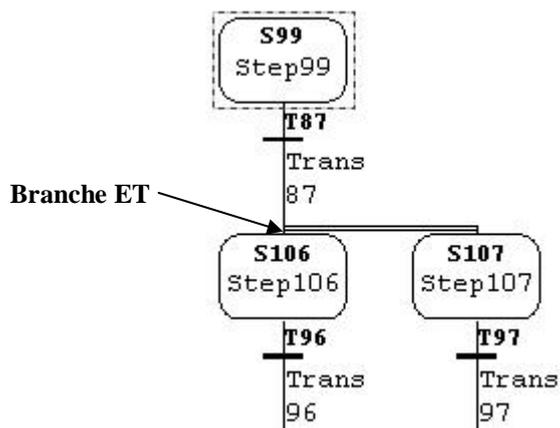
Une branche OU se compose de plusieurs séquences parallèles. Chaque séquence OU commence par une transition, la seule séquence exécutée est celle dont la transition est franchie en premier.



**Figure V -5 :** Une branche OU dans un graph séquentiel.

**d) Branche ET :**

Une branche ET se compose de plusieurs séquences parallèles commençant chacune par une étape. Ces séquences sont exécutées simultanément.

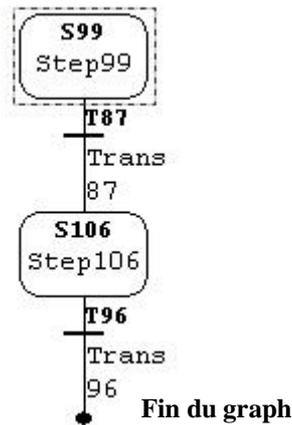


**Figure V -6:** Une branche ET dans un graph séquentiel.

**e) Fin de graphe :**

Une fin de graphe placé à la fin d'un graphe séquentiel linéaire ou à la fin d'une séquence d'une branche OU. Elle met fin au graph, dans ce cas, le graph séquentiel n'est pas traité de façon cyclique.

Une fin de graph, à la fin d'une branche ET, ne met fin qu'à cette branche. L'exécution des autres branches se poursuit.



**Figure V -7:** Une fin de graph séquentiel.

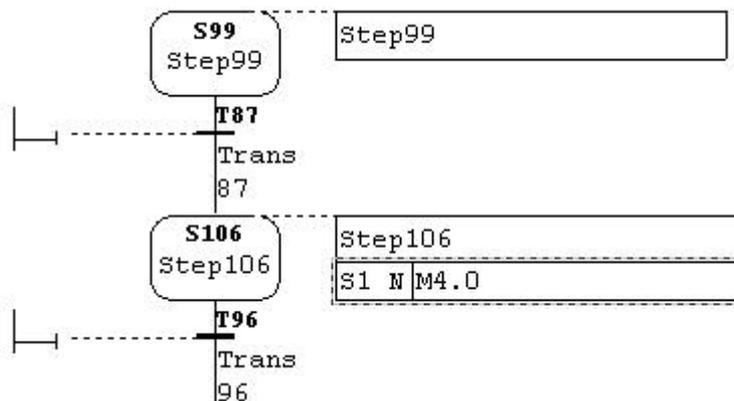
**f) Programmation des actions :**

Les actions sont programmées dans les étapes, elles activent ou désactivent entre autre, des entrées, des sorties et des mémentos.

Les actions contiennent donc des instructions destinées à la commande du processus, elles sont exécutées de haut en bas quand l'étape est active.

Une action se compose de :

- Un événement facultatif S1 et une opération N,
- Un opérande pour une affectation M4.0.



**Figure V -8:** Programmation d'une action.

➤ Opérations sur actions :

Opération	Signification
<b>N</b>	Tant que l'étape est active, l'opérande est à 1
<b>S</b>	Set (mise à 1) dès que l'étape est active, l'opérande est mis à 1 et reste à 1
<b>R</b>	Reset (remise à 0) dès que l'étape est active l'opérande est mis à 0 et reste en suite à 0
<b>D</b>	Delay (retard à la montée) n secondes après l'activation de l'étape l'opérande est à 1 pour la durée de l'activation
<b>L</b>	Impulsion limitée : quand l'étape est active l'opérande est à 1 pendant n secondes (nom mémorisée)
<b>CALL</b>	Appel de bloc : tant que l'étape est active le bloc spécifique est appelé
<b>CS</b>	Initialisation : dès que l'événement apparaît, la valeur d'initialisation est chargée dans le compteur
<b>CU</b>	Compteur d'incrémentement : dès que l'événement apparaît le compteur est incrémenté de 1
<b>CD</b>	Compteur de décrémentation : dès que l'événement est apparaît le compteur est décrémentation de 1
<b>CR</b>	Remise à 0 : dès que l'événement apparaît le compteur est remis à 0

g) Les conditions :

Les conditions sont des états logiques de processus qui, en tant que événement CONT, LOG peuvent être combinés entre eux selon l'algèbre de boule. Dans le schéma à contact ou dans le logigramme.

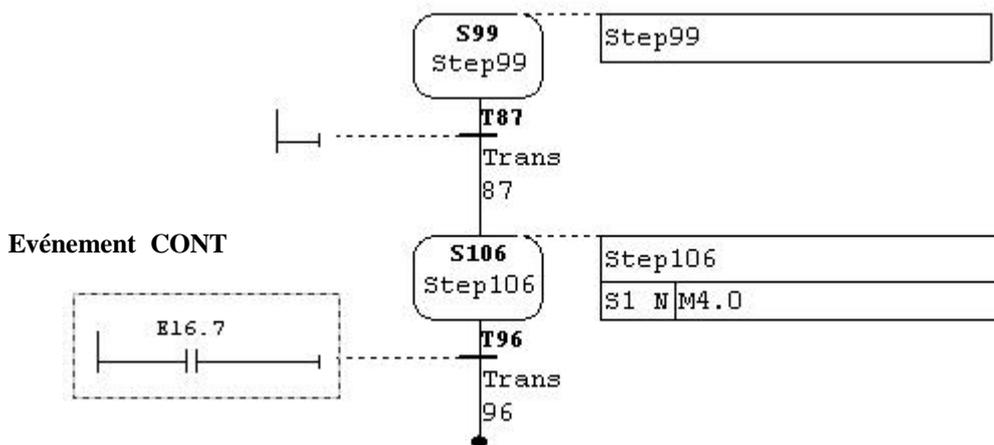


Figure V-9 : Programmation d'une condition.

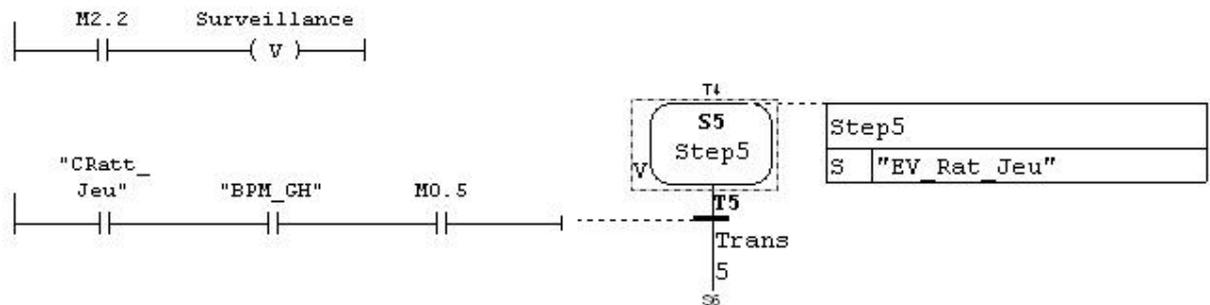
**h) Supervision :**

Une Supervision est une condition programmable servant à surveiller une étape et influençant l'évolution du graphe entre cette étape et la suivante.

Dans chaque mode de représentation, une Supervision (surveillance) programmée est indiquée par la lettre V sur la gauche de l'étape.

Quand la fonction combinatoire des conditions donne le résultat VRAI, il y a un défaut et l'événement V1 est signalé. Le graphe séquentiel ne passe pas à l'étape suivante. Mais l'étape en cours reste active.

Quand la fonction combinatoire des conditions donne le résultat FAUX, il n'y a pas de défaut. Dès que la réceptivité de la transition suivante est vraie, le graphe passe à l'étape suivante.



**Figure V -10:** Programmation de surveillance d'une étape.

**III-2- Structuration de programme utilisateur :**

L'une des caractéristiques essentielles de logiciel de programmation STEP7 est la structuration du programme créé avec ce dernier.

Il est recommandé et parfois nécessaire de subdiviser les programmes volumineux en plusieurs sections. Celles-ci doivent être des parties de programmes autonomes, formant des entités technologiques ou autonome, ces parties de programmes sont appelées blocs.

On procède par la programmation structurelle étant donné que l'ampleur du présent programme nécessite une structuration voir figure V-16.

**III-3 Les blocs de STEP7 et la CPU 314 :**

Le bloc est une partie du programme utilisateur qui est délimitée par sa fonction et sa structure.

Le dossier blocs (STEP7) contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation. Il englobe les blocs de code (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent le programme qu'on doit charger dans la CPU et les blocs de données (DB d'instance, DB globaux).

### III-3-1 Les blocs système :

Ce sont des fonctions ou des blocs prédéfinis qui sont intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ils sont appelés par le programme utilisateur en cas de besoin.

### III-3-2 Les blocs utilisateurs :

Ils contiennent le code et le programme et les données du programme utilisateur.

#### III-3-2-1 Type de blocs utilisateur :

##### a) Les blocs d'organisation (OB) :

Les blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ces blocs déterminent la structure du programme. Il ne peut être appelé par le système que selon leurs priorités. Cela revient à dire que l'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB plus prioritaire.

##### ➤ Bloc d'organisation de traitement cyclique OB1 :

Il est généré automatiquement lors de la création d'un projet, il représente le programme principal. En effet, c'est le programme appelé cycliquement par le système d'exploitation. Les autres blocs existant dans le projet STEP7 seront exécutés à leurs appels, par l'OB1.

##### ➤ Bloc d'organisation de mise en route OB100 :

Il contient le programme à exécuter lors d'une mise en route. Il est utilisé pour l'initialisation du programme.

##### ➤ Bloc d'alarme processus OB40 :

On appelle alarme, les événements qui déclenchent l'appel d'un OB donné. Quand un module déclenche une alarme processus, le système d'exploitation identifie de quel module il s'agit, et déclenche l'OB40, qui permet par son exécution l'acquiescement de cette voie particulière. Si une autre alarme de processus sur le même bloc est détectée entre l'identification et l'acquiescement de l'alarme en cours, elle ne sera pas en considération.

##### b) Blocs de données :

Ils servent à stocker le programme utilisateur. Il y a deux types de blocs de données qui sont :

➤ **Blocs de données globaux :**

Ils servent à l'enregistrement de données utilisateurs pouvant être utilisé par tous les autres blocs.

➤ **Blocs de données d'instance :**

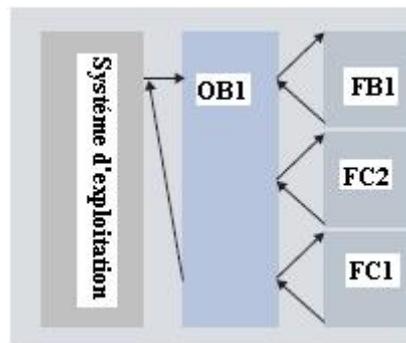
Un bloc de données d'instance est associé à chaque appel de blocs fonctionnel et transmet des paramètres. Ce bloc contient les paramètres effectifs et les données statiques de FB. On appelle instance l'appel d'un bloc fonctionnel.

➤ **Bloc fonctionnel FB :**

Un bloc fonctionnel est un bloc avec rémanence (avec mémoire). Un bloc d'instance qui en constitue la mémoire.

➤ **Fonction FC :**

Les FC contiennent des routines de programme pour les fonctions fréquemment utilisées. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.



**Figure V -11:** Structure d'un programme utilisateur.

### III-4 Le programme utilisateur (voir annexe III) :

C'est le programme de fonctionnement créé par l'utilisateur. Il contient toutes les fonctions nécessaires au traitement de la tâche d'automatisation y compris la configuration matériel. Il doit :

- Déterminer les conditions pour le démarrage de la CPU,
- Traiter des données du processus,
- Réagir aux alarmes,
- Traiter les perturbations dans le déroulement normal du programme.

### III-5 Test et simulation du programme utilisateur :

Après l'élaboration du programme de l'Aléuseuse spéciale RMO, nous arrivons à l'étape finale du travail effectué. Cette étape consiste à valider le programme par simulation et vérifier le bon fonctionnement de notre automatisme.

La simulation est faite par le logiciel optionnel de simulation S7 PLCSIM. Il permet de tester le programme dans un système d'automatisation simulé dans l'ordinateur sans être connecté à un matériel S7 quelconque.

Cette application dispose d'une interface simple qui permet de surveiller et de modifier les différents paramètres utilisés par le programme (activation ou désactivation des entrées).

Le chargement du programme utilisateur dans la CPU du simulateur permet le test fonctionnel des blocs utilisateurs du programme de fonctionnement de l'Aléuseuse spéciale RMO sur le PC.

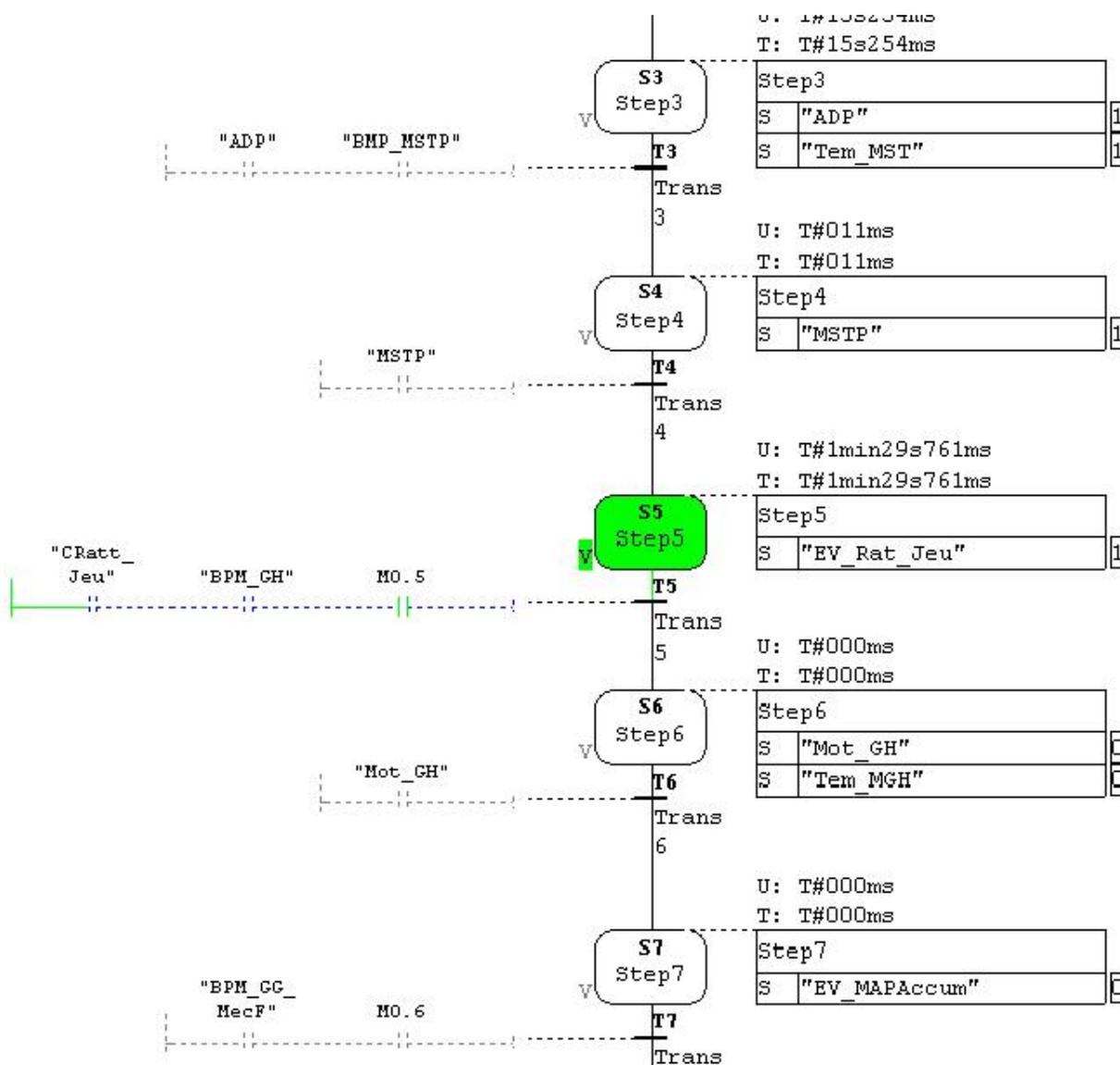


Figure V -12: Activation de l'étape S5 par la transition T4.

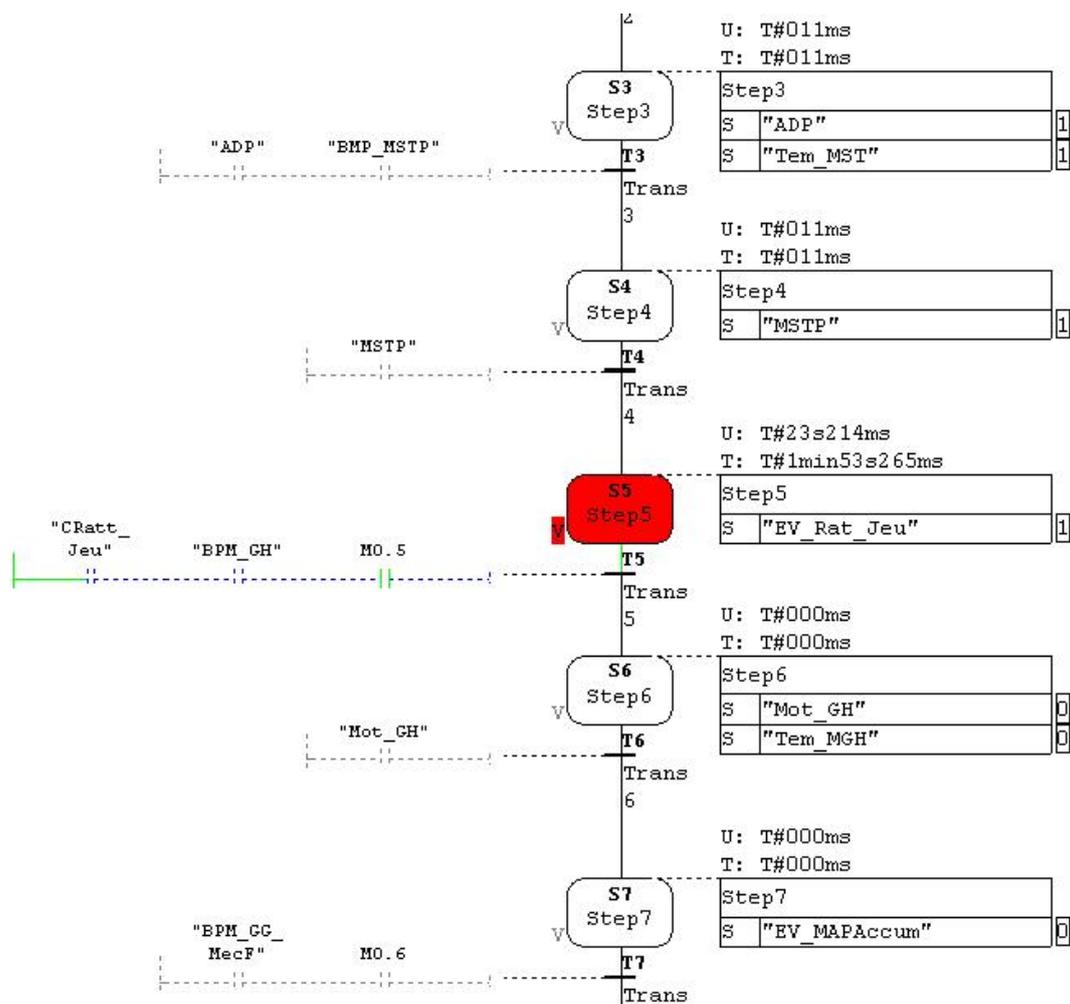


Figure V -13 : Supervision de l'étape S5.

**Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons configuré l'API S7-300 avec le matériel adéquat en tenant compte des contraintes imposées par la machine. Ce qui nous a permis d'employer le modèle GRAFCET que nous avons élaborés dans le chapitre III pour la programmation des séquences de la machine en utilisant le S7 GRAPH. Ceci constitue l'avantage principal du S7 GRAPH pour la programmation séquentiel.

Le programme développé a respecté autant que possible les contraintes imposées dans le modèle.

La validation de programme que nous avons développé a été effectué en utilisant le simulateur de modèle physique S7-PLCSIM, qui offre un avantage certain en donnant la possibilité de rattraper les erreurs commises pendant la programmation avant son chargement dans la station réelle.

## Conclusion générale

---

Notre étude a été l'occasion de traiter de manière détaillée les voies et les moyens de transformation d'une commande câblée en technologie programmable et d'approfondir nos connaissances dans la théorie des automates programmables industriels, ce qui enrichi notre formation dans ce domaine.

Le stage pratique menait à la DVI nous a permis non seulement de nous imprégner du domaine pratique, mais aussi de s'adapter avec le milieu professionnel et les politiques de transformation actuelles des entreprises.

Pour cette étude nous avons procédé à une étude détaillée des différentes parties de la machine, afin de déterminer ces paramètres et le choix judicieux du système à mettre en place.

Par la suite, nous avons entrepris les différents outils d'automatisation (GRAPHCET, GEMMA) qui nous a permis de décrire le fonctionnement de la machine et le choix de l'automate S7-300.

Cette étude nous a permis :

- Initialisation à la programmation avec le langage S7 GRAPH,
- Utilisation du logiciel de réalisation de schémas X-RELAIS,
- Familiarisation avec les automates programmables industriels SIMATIC S7-300,
- La simulation logiciel avec le S7PLCSIM, ce qui nous a permis de visualiser le comportement de la machine avec succès,

Ce modeste travail nous a donné l'occasion de se confronter à un cas réel d'application de nos connaissances dans le milieu industriel. En fin ce travail n'est qu'une infirme proposition d'amélioration, donc il admet la modification et l'enrichissement. Elle n'est valable que si elle tient compte de la position de la machine dans son milieu c'est-à-dire que si les machines situées en aval et en amont sont elles aussi automatisées. Nous proposons donc pour les projets à venir d'en tenir compte afin de faire une étude complète et d'intégrer bien sûr notre travail. Aussi nous voulons dire que cette étude nécessite une étude complémentaire économique pour voir le rapport à l'entreprise. Nous laisserons tout cela aux promotions à venir.

