



REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

# Mémoire

de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Automatique

**Thème :**

**ETUDE ET CONCEPTION D'UNE  
AUTOMATISATION PROGRAMEE DE LA  
COMMANDE D'UNE MACHINE OUTIL « GSP »  
DE TYPE ALESEUSE**

Réalisé par :

M<sup>elle</sup> Noura HADJ MAHFOUD

M<sup>elle</sup> Taous MENOUS

Promoteur

M<sup>r</sup> : S. DJENNOUNE

Encadreur :

M<sup>r</sup> : K. HADJ ALI

Promotion : 2008/2009

# Remerciements

## Remerciements

*Nous exprimons toute notre gratitude à Mr : S. DJENNOUNE qui a dirigé ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance pour son soutien, son aide, ses conseils et sa patience tout au long de ce travail.*

*Nous exprimons aussi notre vive reconnaissance au personnel de la DVI, nous pensons particulièrement à notre encadreur Mr:K, HADJ ALI pour son aide, sa disponibilité et ses orientations, sans oublier de remercier; Mrs: M. HARGAS, R. SAIH, K RAOUDA et Abn. DJEBILI de nous avoir aidés durant notre stage.*

*Nous remercier également les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger et évaluer ce travail.*

*Que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à ce travail par des renseignements, des conseils ou par des rapports documentaires soient assurés de notre vive reconnaissance. Sans oublier tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.*

# Dédicaces

## Dédicaces

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers Parents,*

*Mes Frère,*

*Mes Sœurs,*

*Mes Oncles,*

*Toute ma famille,*

*Tous mes amis.*

*N. Hadj Mahfoud*

# Dédicaces

## Dédicaces

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chères Parents ;*

*Mon cher Frère Karim et sa femme Razika ainsi à leurs  
deux adorables fils : Massinissa et Akhil;*

*Mes chères Sœurs : Farida, Hayat, Lynda et Amina ;*

*Mes deux grands mères et à la mémoire de mes deux grands  
parents ;*

*Mes oncles, mes tantes ainsi à tous mes cousins et cousines ;*

*Toute la famille MENOUS et la famille ALLEK;*

*Bien sûr à mon binôme Noura ainsi qu'à tous mes amis.*

**T. MENOUS**

# Sommaire

Préambule

Introduction générale.....01

## Chapitre I

### Etude de fonctionnement de la machine à automatiser

**Introduction .....03**

**I.1. Structure générale d'un système automatisé de production.....04**

**I.2. Description de l'aléuseuse « GPS ».....06**

I.2.1. Fonctionnement général de la machine.....06

I.2.2. Partie opérative.....07

I.2.2.1. Partie mécanique.....07

I.2.2.1.1. Chariot porte broche.....07

I.2.2.1.2. La table tournante.....07

I.2.2.2. Partie hydraulique.....08

I.2.2.2.1. Installation hydraulique.....08

I.2.2.2.2. Principe de fonctionnement.....09

I.2.2.3. Partie pneumatique.....11

I.2.2.3.1. Installation pneumatique.....11

I.2.2.3.2. Principe de fonctionnement.....12

I.2.2.4. Partie électrique.....13

I.2.2.4.1. Alimentation des différents circuits.....13

I.2.2.4.2. Les transformateurs.....13

I.2.2.4.3. Les moteurs.....13

I.2.2.4.4. Les embrayages.....13

I.2.2.4.5. Les freins.....14

I.2.3. La partie commande.....14

I.2.3.1. Pupitre de commande de la machine.....14

I.2.3.2. Description de fonctionnement de la machine .....15

**I.3. Les différents composants utilisés dans la machine.....18**

I.3.1. Les composants électriques.....18

I.3.2. Les composants hydrauliques et pneumatiques.....24

Conclusion.....25

## Chapitre II

### Modélisation de fonctionnement de l'aléreuse « GPS »

<b>Introduction.....</b>	<b>29</b>
<b>II.1. Cahier des charges.....</b>	<b>29</b>
<b>II.2. Généralités sur le GRAFCET.....</b>	<b>29</b>
II.2.1. Définition du GRAFCET.....	29
II.2.2. Règles d'établissement du GRAFCET.....	30
II.2.3. Règles d'évolution.....	32
II.2.4. Représentation des diverses séquences.....	33
<b>II.3. Mise en équations du GRAFCET.....</b>	<b>35</b>
II.3.1. Mise en équation des étapes.....	36
II.3.1. Equations des actions.....	37
II.3.2. Equations logiques de la transition.....	37
<b>II.4. Application du GRAFCET pour modéliser la machine.....</b>	<b>38</b>
II.4.1. Liste des actionneurs, pré-actionneurs et capteurs.....	38
II.4.1.1. Actionneurs et pré-actionneurs.....	38
II.4.1.2. Capteurs et boutons poussoirs.....	38
II.4.2. GRAFCET de sûreté « niveau 1 ».....	42
II.4.3. GRAFCET de graissage « niveau 1 ».....	42
II.4.4. GRAFCET de fonctionnement « niveau 1 ».....	43
II.4.5. GRAFCET de sûreté « niveau 2 ».....	44
II.4.6. GRAFCET de graissage « niveau 2 ».....	44
II.4.7. GRAFCET de fonctionnement « niveau 2 ».....	45
<b>Conclusion.....</b>	<b>46</b>

## Chapitre III

### Implantation sur l'automate

<b>Introduction.....</b>	<b>47</b>
<b>III.1. Définition des API.....</b>	<b>47</b>
III.1.1. Architecture des API.....	47
III.1.1.1. Le microprocesseur.....	48
III.1.1. 2. La mémoire.....	48
III.1.1.3. Les interfaces d'entrées/Sorties.....	49
<b>III.2. Cycle de fonctionnement d'un API.....</b>	<b>50</b>
<b>III.3. Les avantages et les inconvénients d'un API.....</b>	<b>51</b>
<b>III.4. Choix de l'automate.....</b>	<b>52</b>
III.4.1. Critère opérationnels.....	52
III.4.2. Critères fonctionnels.....	52
III.4.3. Critères technologiques.....	53
III.4.4. Critères économiques.....	53
<b>III.5. Etude de l'automate S7-300.....</b>	<b>53</b>
III.5.1. Console de programmation PG ou PC SIMATIC.....	53
III.5.2. Module de l'automate S7-300.....	54
III.5.2.1. Module d'alimentation.....	54
III.5.2.2. Module de l'unité centrale.....	55
III.5.2.3. Les modules d'entrées/Sorties.....	57
<b>III.6. Langage de programmation S7-300.....</b>	<b>58</b>
III.6.1. Les opérations de langage de programmation STEP 7.....	61
III.6.2. Adressage de l'entrées/Sorties.....	61
III.6.2.1. Adressage direct.....	62
III.6.2.2. Adressage symbolique.....	62
III.6.2.3. Mémentos.....	62
III.6.3. Les blocs de STEP 7.....	63
III.6.3.1. Les blocs systèmes.....	63
III.6.3.2. Les blocs utilisateurs.....	63
III.6.4. Structure du programme.....	64
III.6.5. Création d'une solution d'automatisation dans STEP 7.....	65
III.6.5.1. Création du projet et la configuration matérielle.....	66

<b>III.7. Les étapes de simulation d'un projet.....</b>	<b>69</b>
III.7.1. Visualisation de l'état de programme.....	71
<b>Conclusion.....</b>	<b>72</b>

<b>Conclusion générale.....</b>	<b>73</b>
---------------------------------	-----------

## **Bibliographie**

**Annexe I :** Schéma électriques en logique câblée

**Annexe II :** Programme de fonctionnement

**Annexe III :** La logique programmée

*Préambule*

## Préambule

La S.N.V.I (Société National des Véhicules Industriels) est une usine de poids lourds, construite en 1957 sous le nom « Berliet ». En 1967 fut nationalisée et dénommée « SONACOME » (SOciété NAtional de COnstruction MEcanique). Elle est située dans la zone industrielle de Rouiba à une trentaine de kilomètres à l'est d'Alger. Elle a une superficie totale de 440 000m<sup>2</sup> et comporte 8000 travailleurs.

L'entreprise est organisée en unité de production, de distribution et une unité de recherche. Les unités de production :

- La division véhicule industriel (DVI).
- La division fonderie Rouiba (DFR).
- La division gestion production (DGP).
- La division carrosserie Rouiba (DCR).

L'unité de distribution :

Les unités de distributions et prestation de service sont au nombre de 22, elles sont implantées sur tout le territoire national.

La DVI (direction véhicule industriels) est l'une des plus importantes unités de la société, et se compose de :

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

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

# *Introduction Générale*

## **Introduction Générale**

Les solutions d'automatisations industrielles deviennent un facteur de compétitivité de plus en plus important pour les grandes et moyennes entreprises de notre pays. C'est souvent dans ce domaine que se décide la réussite d'une entreprise.

L'automatisation d'une entreprise consiste d'une manière générale à réduire l'intervention de l'opérateur humaine dans la chaîne de production. Créées principalement dans des années soixante dix à l'époque de la révolution industrielles, les entreprises algériennes fonctionnaient d'une manière semi-automatique ou l'intervention de l'opérateur humaine était prépondérante.

Face à une avide concurrence due à l'ouverture des marchés et à la mondialisation, ces solutions semi-automatisées basées sur une logique câblée, sont devenues très vite obsolètes. La rénovation s'impose donc, et une automatisation complète s'avère nécessaire.

L'évènement de solutions informatiques véhiculées par les automates programmables industrielles (API) a permis généralement d'envisager et mettre en place une automatisation complète, cette automatisation passe par une rénovation de la technologie à savoir une robotisation des postes de travail, une modernisation des installations de sécurités, de commande et de conduite des processus de fabrication. A l'égard de toutes les entreprises industrielles nationales, la société nationale de véhicule industriel (SNVI de Rouiba) a lancé un vaste programme d'automatisation de ses ateliers de fabrication.

Le travail qui nous a été confié est d'étudier et de proposer une conception d'une automatisation des opérations d'une machine d'usinage mécanique réalisant des alésages des carter ponts de véhicule. La conduite de cette machine est actuellement assurée par un système de commande à logique câblée.

L'objectif est donc de remplacer cet automatisme à logique câblée par une solution automatisée programmable et ce par l'insertion d'un API.

Notre travail effectué en grande partie au sein de l'entreprise SNVI est ramené dans ce mémoire organisé comme suit :

Dans le premier chapitre une description de la machine, et des différents éléments assurant son fonctionnement est donnée, une étude détaillée des schémas électriques du système de commande à logique câblée a permis de comprendre d'une manière approfondie le fonctionnement de la machine.

Le second chapitre est consacré à la modélisation du fonctionnement de la machine et ce au moyen de l'outil GRAFCET.

Dans le dernier chapitre une solution programmée au moyen d'un API. Après avoir décrit les différents entrées/sorties de l'automate nous avons réalisé le programme de fonctionnement de la machine en utilisant le langage LADDER. Des tests sur PC ont été effectués pour valider le travail réalisé. Enfin en conclusion, nous donnons quelques perceptions à notre travail.

# Chapitre I

*Etude de fonctionnement  
de  
La machine à automatiser*

## Introduction

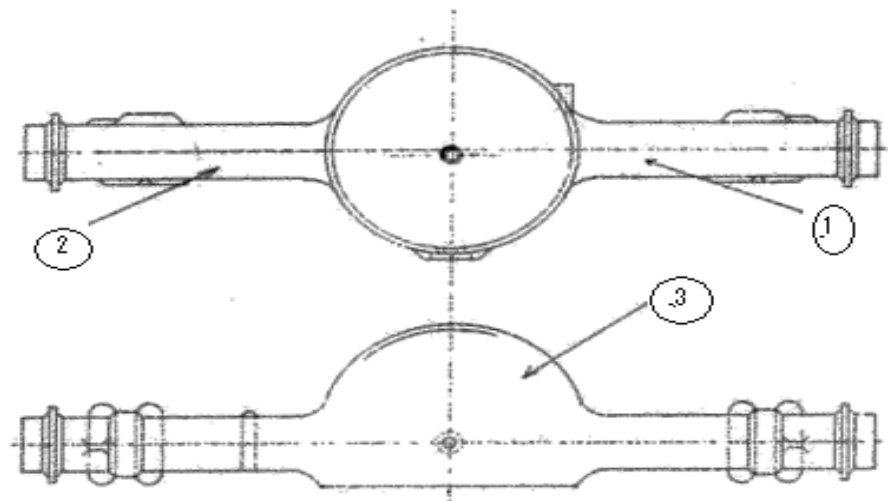
Notre étude se porte sur une aléuseuse GSP. C'est une machine d'usinage mécanique qui s'occupe de l'alésage des carters ponts, ces derniers sont destinés aux différents camions et autobus fabriqués par l'entreprise.

L'alésage est une opération d'usinage d'enlèvement de matière par développement à l'aide d'outils spécifiques et durs. Il comporte deux opérations essentielles :

L'ébauche : ça consiste à enlever une quantité importante de matière de la surface intérieure du pont afin d'éliminer les pleines matières ou trous venus de fonderie, et obtenir un rayon précis.

La finition : ça consiste à enlever une petite quantité de matière et l'obtention d'un bon état de surface interne du pont.

### ❖ Représentation de la pièce usinée (carter pont)



**Figure I.1** : carter pont

- 1- bras droit
- 2-bras gauche
- 3-diamètre centrale

Notre objectif est de remplacer la commande câblée par la commande programmée (automatisation du cycle de fonctionnement).

Avant de passer à la description de la machine étudiée, on va définir et représenter la structure générale d'un système automatisé de production.

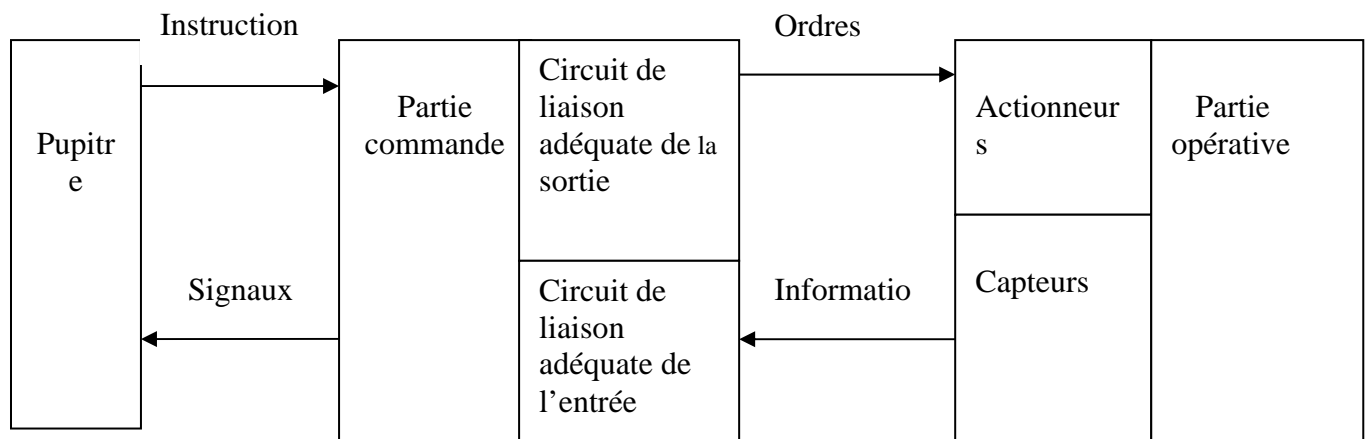
### I.1. Structure générale d'un système automatisé de production

On peut décomposer fonctionnellement un système automatisé de production en deux parties :

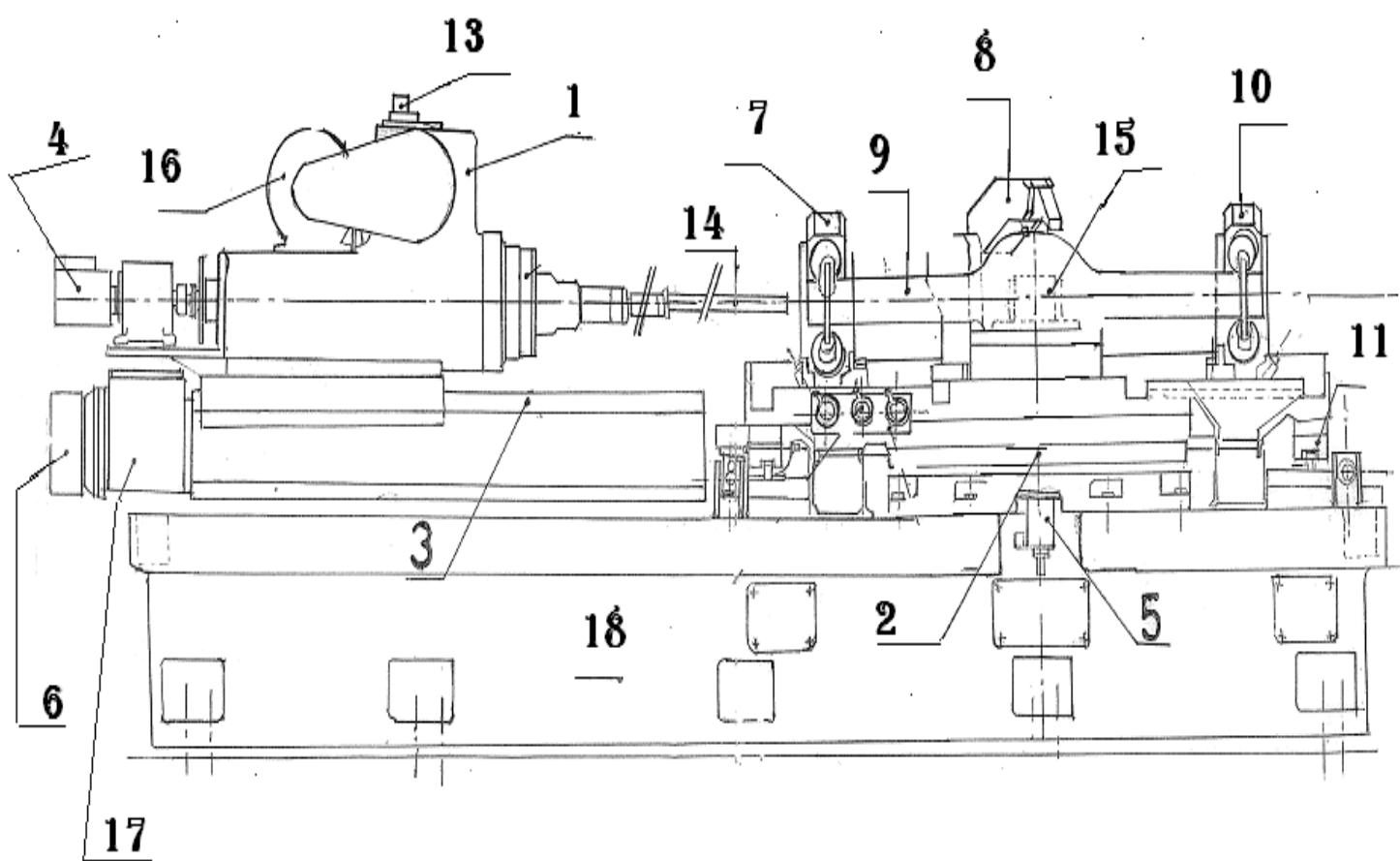
➤ **Partie opérative (PO) :** Regroupe le mécanisme, les actionneurs et leurs pré actionneurs ainsi que les capteurs machine nécessaire au contrôle du déplacement des actionneurs et au contrôle de présence des objets. Elle comporte une partie mécanique, électrique, hydraulique et pneumatique.

➤ **Partie de commande (PC) :** Regroupe les constituants et les composants destinés au traitement des informations (signaux) émises par les capteurs opérateurs (bouton poussoir, commutateur interrupteur...etc.) de la partie relation et les capteurs machines (fin de course de vérins, détecteur de position ...etc.) de la partie opération. les éléments de la partie commande sont contenus dans l'armoire de commande.

Les émissions d'ordre ou de signaux de commande vers la partie opérative sont transmises par les pré-actionneurs, les comptes rendus sont fournis à la partie commande par les capteurs



**Figure I.2 :** schéma de la structure d'un automatisme



**Figure I.3 : vue d'ensemble de la machine**

## **I.2. Description de l'aléreuse « GSP »**

### **❖ Représentation de la l'aléreuse**

La figure I.1 illustre l'allure de cette machine :

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1- Unité de glissement       | 10- Bridage pièce droite        |
| 2- Support table             | 11- Système de blocage table    |
| 3- Glissière                 |                                 |
| 4- Moteur orientation broche | 13-Indicateur de niveau d'huile |
| 5- Vérin indexage table      | 14- Broche porte outil          |
| 6- Moteur avance rapide      | 15- Support pièce               |
| 7- Bridage pièce gauche      | 16- Moteur broche               |
| 8- Bridage pièce centrale    | 17- Moteur avance lente         |
| 9- Pièce (carter pont)       | 18- Bâtie                       |

### **I.2.1. Fonctionnement générale de la machine**

- 1) Mise en marche du groupe hydraulique.
- 2) Chargement manuel de la pièce (9) sur la table.
- 3) Bridage de la pièce est assuré par neufs vérins, quatre vérins pour le bridage droit (10), et quatre vérins pour le bridage gauche (7) et un vérin pour le bridage central (8).
- 4) L'unité d'alésage (1) se déplace longitudinalement (avance rapide avec le moteur rapide (6)), arrivée au premier capteur qui détecte la fin de l'avance rapide et le début de l'avance semi lente (entraînement du moteur lent (17)) ainsi la rotation de la broche (16) s'effectue. mettre en service l'arrosage.
- 5) Arrivée au deuxième capteur qui détecte la fin de l'avance semi lente et le début de l'avance lente pour commencer l'opération d'usinage du premier bras de la pièce (ébauche ou finition).
- 6) Une fois l'opération est achevée, l'unité recule lentement après un certain temps elle se dégage rapidement.
- 7) Débridage de la table : désindexage (5), déblocage (11) et faible montée table.

- 8) Rotation de la table de 180°, pour effectuer l'usinage du deuxième bras de la pièce.
- 9) Bridage de la table.
- 10) Refaire les opérations 3, 4, 5, 6.
- 11) Dérillage et déchargement manuel de la pièce.

## **I.2.2.Partie opérative**

### **I.2.2.1 Partie mécanique**

Les différents mouvements de la machine sont commandés de la façon suivante :

-le glissement du chariot porte broche est obtenue automatiquement ou manuellement.

-la rotation de la table (plateau) est obtenue manuellement.

#### **I.2.2.1.1 Chariot porte broche**

C'est l'une des parties mobiles de la machine guidée par les glissières, elle supporte :

- Un moteur électrique pour entraîner la broche.
- Un moteur électrique pour orienter la broche.
- La broche et l'outil de coupe.
- Un ensemble d'organes de transmission.

#### **I.2.2.1.2. La table tournante**

C'est la deuxième partie mobile de la machine sur laquelle on pose la pièce à usiner. Elle supporte le système de bridage de la pièce. Elle est conçue de telle sorte qu'elle puisse pivoter de 180°.

Le guidage de rotation de la table assurée par une bague placée entre la table et son support et plus particulièrement par un coussin d'air qui se localise entre les deux parties de la machine.

## **I.2.2.2. Partie hydraulique**

### **I.2.2.2.1. Installation hydraulique**

#### **A / Une centrale hydraulique**

Une centrale hydraulique fournit l'huile nécessaire à tout le système hydraulique pour l'alimentation de différents vérins.

Elle comprend :

- une pompe à palettes pour l'alimentation du circuit avec l'énergie hydraulique, fixée sur le bac de stockage d'huile ;
- une crépine d'aspiration ;
- une valve d'arrêt ;
- un filtre ;
- un manomètre + robinet d'isolement permettant le contrôle de la pression ;
- Une petite pompe hydraulique fixée sur le bac d'arrosage, sert à l'arrosage de l'outil (refroidissement) ;
- Une petite pompe hydraulique montée sur petit bac de stockage d'huile de graissage, pour le graissage des glissières ;
- Une micro pompe hydraulique émergée dans le bac d'huile du renvoi d'angle de la broche pour le graissage de la tête de broche.

#### **B / Un ensemble de vérins constituant**

- partie indexage et desindexage table (un vérin).
- partie bridage et debridage table (4 vérins).
- partie fixation pièce (9 vérins).

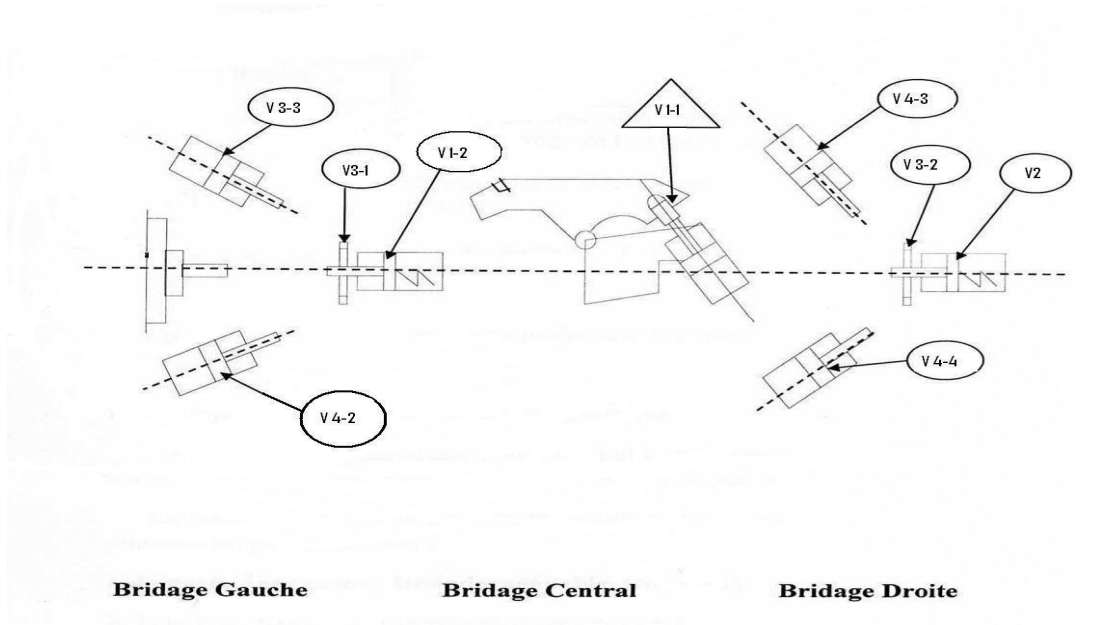
#### **C / appareille de distribution et de conditionnent**

Préactionneurs hydrauliques :

- **3** distributeurs **4/2** bistable à commande manuelle.

- 2 distributeurs 4/2 bistable à commandes électromagnétique.
- 1 distributeur 3/2 monostable à commande électromagnétique.
- 7 réducteurs de débit unidirectionnel.

❖ **Ensemble des vérins de bridage de la pièce**



**Figure I.4** : ensemble des vérins de bridage de la pièce

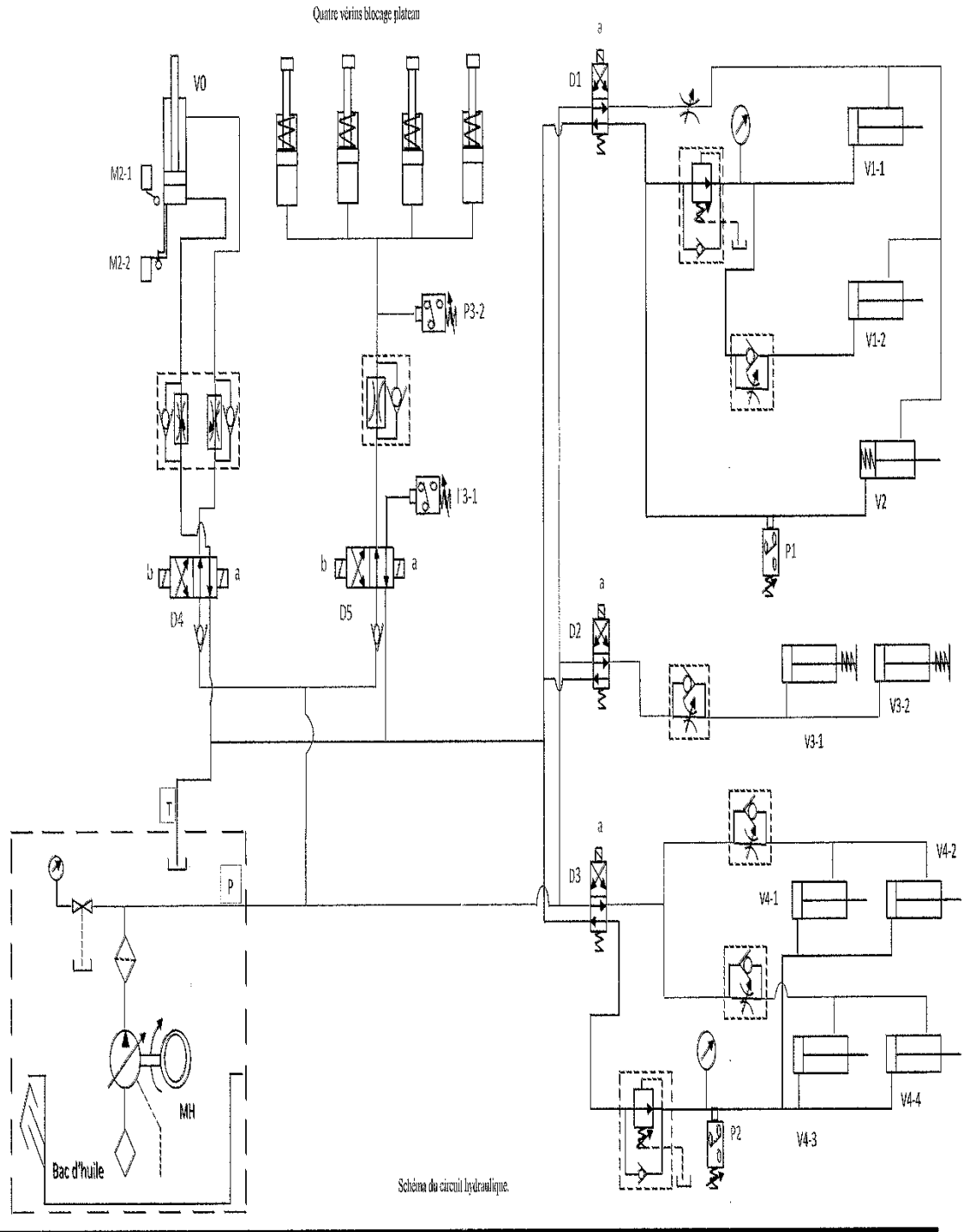
❖ **Nomenclature d'ensemble des vérins**

Repère	Rôle
V3-3, V4-2, V1-2, V3-1	Bridage gauche
V1-1	Bridage central
V4-4, V4-3, V2, V3-2	Bridage droit

**I.2.2.2.2. Principe de fonctionnement (basé sur les schémas hydraulique)**

La pompe hydraulique aspire l'huile à partir du bac à travers la crépine, et la refoule dans les conduites vers les vérins en passant par les distributeurs (électrovannes) et les régulateurs de débit et de pression afin de contrôler ces deux grandeurs.

*Etude Technologique de l'Alésense GSP*



Les deux petites pompes de graissage, aspirent l'huile à partir de leurs propres bacs et la refoulent vers les glissières et la tête de broche respectivement.

La pompe d'arrosage elle aussi aspire le fluide de refroidissement de son propre bac et le refoule vers l'outil de la broche en passant par une électrovanne.

### **I.2.2.3. Partie pneumatique**

#### **I.2.2.3.1. Installation pneumatique**

L'installation pneumatique de l'aléuseuse GSP se divise en plusieurs composants suivants :

- La source d'air de pression (réseau d'air comprimé).
- Robinet (commande manuelle) : sert à alimenté ou désalimenté le circuit.
- Filtre d'air : pour avoir un bon fonctionnement dans le circuit et assure la séparation du fluide des particules indésirables.
- Soupape de réduction de pression : le tendeur permet de régler la pression désirée, et réussir à maintenir cette pression constante.
- Manomètre : il indique la pression qui passe dans le circuit.
- graisseur : permet une lubrification permanente et intermittente du distributeur et des récepteurs à fin de diminuer les frottements et l'usure prématurée.
- Distributeur pneumatique 3/2 : appareille à commande électrique qui permet de mettre le récepteur soit sous pression soit libre.
- Coussin d'air : qui permet de soulever la table porte pièce à fin de la faire tourner dans le sens voulu.

## ❖ circuit pneumatique

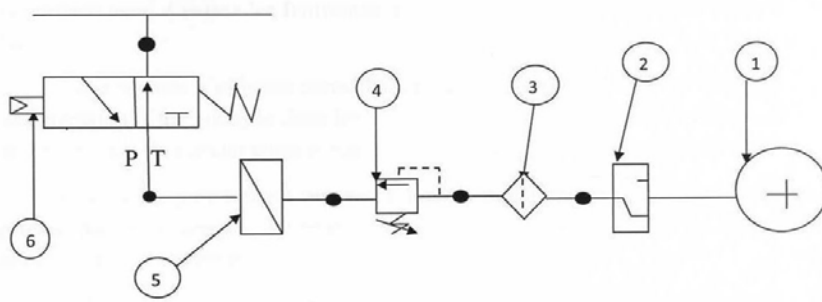


Figure I.6 : circuit pneumatique d'air comprimé

## ❖ Nomenclature

Repère	désignation
1	Réseau d'air comprimé
2	Robinet (commande manuelle)
3	Filtre
4	Soupape de réduction de pression réglée à 3bars maximum
5	graisseur
6	Distributeur pneumatique 3/2

### I.2.2.3.2. Principe de fonctionnement

L'Arrivé de la source d'air (1), action sur le robinet (2) (commande manuelle) l'air comprimé passe dans : le filtre (3), la soupape de réduction de pression (4) et dans le graisseur (5).

Commande électrique du distributeur pneumatique 3/2 permet le passage d'air au coussin d'air .par pression sur les parois de la table celle-ci est soulevée pour permettre son pivotement et d'éviter les frottements de la surfaces de contact.

#### **I.2.2.4. Partie électrique**

##### **I.2.2.4.1 Alimentation des différents circuits**

- Le circuit de puissance : 380 v (~) 50hz.
- Le circuit de commande : 110v (~).
- Circuit d'embrayage : 30v (=).
- Circuit de graissage : 110v.

##### **I.2.2.4.2 Les transformateurs**

- Deux transformateurs :
- Abaisseur de tension de 380v à 110v.
- Abaisseur de tension de 380v à 30v.

##### **I.2.2.4.3. Les moteurs**

La machine comporte un moteur monophasé (moteur graissage) et 07 moteurs asynchrones, dont :

- Trois sont à démarrage triangle et un seul sens de rotation (hydraulique, graissage tête, arrosage, broche, orientation broche).
- Un moteur à démarrage triangle et deux sens de rotation (moteur rapide).
- Un moteur à démarrage étoile /triangle (deux vitesses) et deux sens de rotation (moteur lent).

##### **I.2.2.4.4. Les embrayages**

Les embrayages sont des organes qui permettent de réunir ou d'isoler deux arbres mécaniques, ils ont pour but de transmettre temporairement le mouvement de rotation d'une partie motrice à une partie réceptive.

La machine comporte deux embrayages :

- L'un pour l'avance lente (embrayage lent 4EM1)
- L'autre pour l'orientation broche (embrayage orientation broche 4EM2).

##### **I.2.2.4.5. Les freins**

Les freins sont des organes permettant de ralentir, voir d'immobiliser un mouvement d'une machine en cour de déplacement.

La machine comporte un frein (FMB), qui s'occupe de l'arrêt de la broche.

## I.2. 3. Partie commande

### I.2.3.1. Pupitre de commande de la machine

Le pupitre de commande nous permet de contrôler la machine pendant la production et la mise en marche.

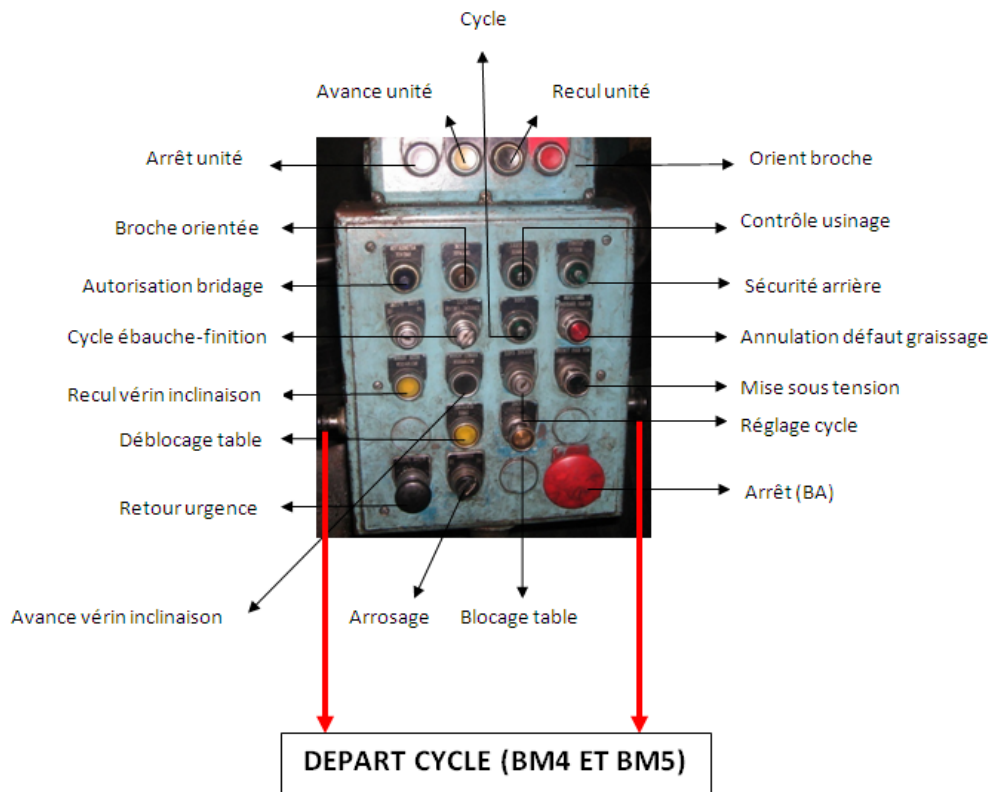


Figure I.7 : le pupitre de commande

### I.2.3.2. Description de fonctionnement de la machine à partir des schémas électriques (Annexe I)

- La fermeture de l'interrupteur principal « SG » met l'armoire électrique sous tension, la lampe H1 s'allume.
- **La mise en marche du moteur hydraulique :**
  - Une impulsion sur BP « BM1 », l'excitation de la bobine  $KM_{HY}$  et la fermeture des contacts principaux de HY, implique la mise en marche du moteur hydraulique.
- L'excitation de  $K_{MST}$  implique la fermeture de MST, la lampe H2 s'allume.
- Le graissage :

- A un niveau suffisant d'huile (détecté par un capteur de niveau : flotteur) le contacte Hn se ferme, l'excitation de  $KM_G$ .
- Dès l'excitation de  $KM_{MST}$ , le moteur de graissage tête s'actionne automatiquement. Le contacte temporisé G reste fermé pendant un certain temps, pour assurer un bon graissage.
- La mise en marche du moteur de graissage (monophasé) pour le graissage de glissières.
- Pression graissage atteinte, fermeture de P0, remise à zéro compteur.
- L'arrosage :
  - Le commutateur C1 à la position ES : l'excitation de  $KM_{PA}$  et la fermeture des contactes principaux de PA d'où la mis en marche du moteur d'arrosage.
- Le commutateur C2 sur la position 2,  $KM_{CY}$  s'excite, on travail en mode automatique (en cycle), et à la position 1 excitation de  $KM_{RE}$  (mode manuel).
- Le commutateur C3 à la position 2 sélectionne le cycle ébauche et à la position 1 le cycle finition.
- Bridage de la pièce :
  - L'appui sur « BM2 » permet l'excitation de  $KM_{BP}$  et la fermeture de son auto-maintien en même temps on aura l'excitation de  $KM_{AV}$ .
  - Après la fermeture de AV, excitation D1a (avances vérins) ;
  - Le pressostat P1 nous donne l'information que la pression avance vérins est atteinte (le contacte P1 fermé), excitation de  $KM_{AVV}$  ;
  - Excitation de D2a (avance vérin verrouillages) ;
  - Excitation de D3a (avance vérins bridages) ;
  - Fermeture de PB, et la lampe de H4 est allumé « pièce bridée ».
- Blocage plateau (table) :
  - M1-2 est en buté indique que la table est à gauche : excitation  $KM_{TG}$ .
  - M1-1 est en buté indique que la table est à droite : excitation  $KM_{TD}$ .
  - On positionne la table à gauche ou à droite, et par une impulsion sur le bouton poussoir « BM7 » implique l'excitation  $KM_{AI}$ , la fermeture de

l'auto-maintien AI, et l'excitation de l'électrovanne D4a (avance indexage).

- Après l'indexage,  $KM_{BT}$  excité cela implique le blocage de la table et l'excitation de D5b. le contrôle table est détecté par le pressostat P3-1 et la lampe H5 s'allume « table bloquée ».

**Remarque :** le bridage de la table et la pièce sont nécessaire pour les étapes suivantes dans les opérations d'ébauche et finition (conditions principaux).

- **Orientation manuelle de la broche (pour la finition) :**
  - C2 en position 1 : excitation de  $KM_{RE}$  ;
  - Impulsion sur BM9 excitation de  $KM_{EOB}$ ,  $KM_{OBT}$ ,  $KM_{OB}$ ,  $KM_{BO}$  et allumage de la lampe H6 (broche orientée).
  - Désexcitation de  $KM_{OBT}$ ,  $KM_{OB}$  (arrêt du moteur orientation broche),  $KM_{EOB}$ ,  $KM_{FB}$  (freinage de broche).
- **Départ cycle :** on appui sur les boutons poussoirs « BM4 » et « BM5 » en même temps excitation  $KM_{DC}$ .
- **Avance de l'unité à une vitesse rapide (pour ébauche et finition) :**
  - $KM_{AVR}$  excité et les contacts AVR se ferment d'où la mis en marche du moteur rapide (déplacement rapide).
- **Avance unité à une vitesse lente (pour l'ébauche et la finition) :**
  - M4, M14 en butés indique que le plateau est à gauche et à droite respectivement implique l'excitation de  $K_{DL}$  ;
  - Le contact DL fermé, excitation DE  $KM_L$  (avance unité lentement).
- **Avance unité à une vitesse semi-lente (pour l'ébauche et la finition) :**
  - Désexcitation de SA (unité n'est plus en arrière) ;
  - M3, M13 en butés (à gauche et à droite respectivement), excitation de  $KM_{DSL}$  et désexcitation de  $KM_{AVR}$  (arrêt du moteur rapide).
  - Excitation de  $KM_{FB}$  (libération broche), excitation de  $KM_B$  d'où la mise en rotation du moteur de la broche.
  - Excitation de  $KM_{CSL}$ ,  $KM_{SL}$ ,  $KM_{EL}$  implique la mise en marche du moteur lent (avance unité semi-lentement).

- Retour unité ébauche :
  - Excitation de  $KM_{RU}$ ,  $KM_{RL}$ ,  $KM_L$ ,  $KM_{EL}$  (mise en marche du moteur lent : retour unité lentement) ;
  - Excitation de  $KM_{DV}$  : remise en état de repos de SAV ;
  - Désexcitation de  $KM_{RL}$ ,  $KM_{EL}$ ,  $KM_L$  (retour unité lent) ;
  - Excitation de  $KM_{RR}$  (retour unité rapidement),  $KMSA$  et l'allumage de la lampe H8 ;
  - Désexcitation de  $KM_{RU}$  et  $KM_{RR}$  (arrêt du moteur rapide et fin retour unité).
  
- Retour unité finition :
  - M5, M15 en butés (à gauche et à droite respectivement), excitation de  $KM_{CU}$ ,  $KM_{FA}$  et la lampe H7 est allumée ;
  - Désexcitation :  $KM_{AVL}$  (arrêt du moteur),  $KM_{EL}$ ,  $KM_B$  (arrêt broche),  $KM_{RBT}$ ,  $KM_{FB}$  (freinage broche) ;
  - Excitation de  $KM_{EOB}$  ainsi l'embrayage EM2 (adhérence de broche avec MOB) ;
  - Excitation de  $KM_{FB}$ ,  $KM_{OB}$ ,  $KM_{BO}$ , et allumage de H6 (broche orientée) ;
  - Désexcitation de  $KM_{OBT}$ ,  $KM_{OB}$ ,  $KM_{EOB}$ ,  $KM_{FB}$  ;
  - Excitation de  $KM_{AR}$ ,  $KM_{RU}$ ,  $KM_{RR}$  (mise en marche du moteur rapide : retour unité rapide) ;
  - Excitation de  $KM_{SA}$ , la lampe H8 s'allume ;
  - Désexcitation : de  $KM_{RU}$  et de  $KM_{RR}$  (arrêt de moteur rapide et fin retour unité).
  
- Déblocage plateau / Dérillage pièce :
  - On appui sur BM6, excitation de  $KM_{DT}$  ainsi l'excitation de D5a (déblocage plateau) ;
  - Excitation de  $KM_{RI}$  et excitation de D4b (recul indexage) ;
  - Excitation de PDa (monté table) ;
  - Impulsion sur BM3 : excitation de  $KM_{DP}$ .
  - Désexcitation de  $KM_{AVB}$ ,  $KM_{AVV}$ ,  $KM_{AV}$ ,  $KM_{BP}$ .

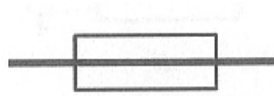
## I.3. Les différents composants utilisés dans la machine

### I.3.1. Les composants électriques

#### 1) Les conducteurs et câble

- a) **Les conducteurs** : L'âme peut être constituée d'un ou plusieurs matériaux :
- en cuivre recuit, nu ou pourvu d'une couche métallique (étain, alliage d'étain ou de plomb).
  - en aluminium ou alliage d'aluminium, nu ou pourvu d'une couche métallique (cuivre, nickel ou étain).
  - en aluminium plaqué de métal pourvu ou non d'une couche métallique.
- b) **Le câble** : Le câble est un ensemble d'éléments constitué de façon la suivante :
- un ou plusieurs conducteurs isolés.
  - un revêtement individuel.
  - une protection d'assemblage.
  - un ou plusieurs revêtements de protection.
  - peut aussi être pourvu d'un ou plusieurs conducteurs isolés.

2) **Fusible** : La fonction du fusible est d'assurer la protection des circuits électriques contre les courts-circuits. Le principe est le suivant, lorsque que le courant demandé par le circuit électrique dépasse le **calibre** du fusible, la partie conductrice intérieure fond et ainsi ouvre le circuit.



**Figure I.8** : Représentation graphique d'un fusible

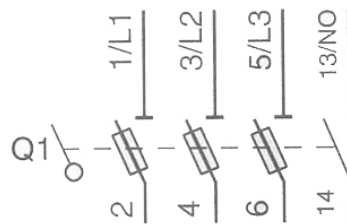
Il existe plusieurs types de fusibles, on va se limiter aux types de fusibles utilisés dans notre machine qui sont « les fusibles aM ».

Les fusibles aM sont des fusibles dit « accompagnement moteur », protègent les circuits contre les fortes surcharges ainsi que les courts-circuits. Ils sont conçus pour résister à une surcharge de courte durée tel le démarrage d'un

moteur. Ils seront associés à un système de protection thermique contre les faibles surcharges.

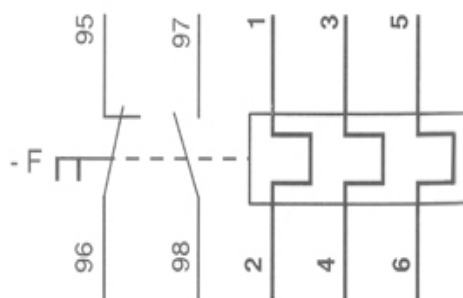
**3) Les sectionneurs :** Comme son nom l'indique, le sectionneur assure un sectionnement dans un circuit électrique. Il permet d'isoler électriquement une installation ou un circuit électrique.

Ils sont équipés généralement de fusibles (protection court-circuit).



**Figure I. 9 :** Représentation graphique d'un sectionneur

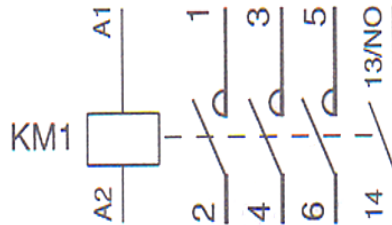
**4) Le relais thermique :** Le relais assure une protection contre une surcharge faible prolongée (par effet joule) pour un moteur par exemple (associé à des fusibles). En cas de déclenchement, rechercher la cause avant le réarmement. Il ne possède aucun contact de puissance mais sont généralement pourvu de 2 contacts de commande, un NO et un NC (NO = normalement ouvert, NC = normalement fermé).



**Figure I.10 :** Représentation graphique d'un relais thermique

**5) Le contacteur (pré-actionneur) :** Il permet d'établir ou d'interrompre l'alimentation d'un circuit électrique. Un contacteur est pourvu en général de contact de puissance, d'un ou plusieurs contacts de commande et de 2 bornes d'alimentation de sa bobine interne.

- **Principe de fonctionnement :** lorsque sa bobine est alimentée, elle crée un champ magnétique qui attire les contacts liés mécaniquement et ainsi ferme le circuit. La bobine généralement branchée sur le circuit de commande.



**Figure I.11 :** Représentation graphique d'un contacteur

**6) Les moteurs (actionneur) :** Le moteur transforme une énergie électrique en énergie mécanique. On lui fournit une puissance électrique qu'il va transformer en puissance mécanique, mais cela a un coût. En effet le moteur chauffe ce qui entraîne des pertes thermiques (par effet joule) et des pertes causées par les frottements. Il existe plusieurs types de moteurs, on va se limiter à l'étude des moteurs asynchrone utilisés dans notre machine.

- **Les moteurs asynchrones**

Les moteurs asynchrones sont les plus utilisés dans l'industrie. Ce sont des moteurs à courant alternatif le plus souvent alimentés en triphasé. Le rotor et le stator sont indépendants l'un de l'autre. Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil.

- **Fonctionnement du moteur asynchrone**

Les moteurs asynchrones fonctionnent en courant alternatif triphasé, ils peuvent être modifiés pour fonctionner en monophasé (avec un condensateur). La vitesse de rotation dépend du nombre de pôles du moteur mais aussi de la fréquence du réseau : nombre de cycles par seconde et 50 HZ.

Pour changer le sens de rotation d'un moteur asynchrone, il faut croiser deux des fils d'alimentation, ils ont besoin d'un courant pouvant être jusqu'à 4 à 8

fois supérieur à leur courant minimale (celui est indiqué sur la plaque). Il est possible de faire un démarrage étoile/triangle pour diminuer le courant de démarrage, ce genre de démarrage est obtenu par un câblage extérieur au moteur.

**7) Les électrovannes :** Une électrovanne est un dispositif commandé électriquement permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique, la circulation d'un fluide ou d'un gaz dans un circuit.

Il existe deux types d'électrovannes : "tout ou rien" et "proportionnelle". Les "tout ou rien" sont soit ouvertes soit fermées. Dans l'alésuseuse, on utilise les électrovannes « tout ou rien ».

### **8) Les capteurs (détection) :**

**a) définition :** les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande. Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles. Pour pouvoir être traitée ; cette information sera portée par un support physique (énergie), on parlera alors du signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.

Dans les systèmes automatisés séquentiels, la partie commande traite des variables logiques ou numériques. L'information délivrée par un capteur pourra être logique (2 états), numérique (valeur discrète), analogique (dans ce cas il faudra adjoindre à la partie commande un module de conversion

Mesure d'une grandeur physique  
(Temps, vitesse, position,  
présence, ...)



On peut caractériser les capteurs selon deux critères :

- En fonction de la grandeur mesurée ; on parle alors de capteur de position, de température, de vitesse, de force, de pression, etc.

- En fonction du caractère de l'information délivrée ; on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.

On peut classer les capteurs en deux catégories, les capteurs à contact qui nécessite un contact direct avec l'objet à détecter et le capteur de proximité. Chaque catégorie peut être subdivisée en trois catégories de capteurs :

Les capteurs mécaniques, électriques, pneumatiques.

#### **b) Les différents types de capteurs utilisés dans la machine**

- **Détecteur de proximité** : Un détecteur de proximité est un transmetteur de signaux électriques. Il se différencie d'un interrupteur de fin de course mécanique par le fait que la commande est déclenchée lors de l'approche, donc sans contact mécanique et qu'il fonctionne électroniquement, donc sans contact électrique.
- **les capteurs de position (micros)** : Les capteurs mécaniques de position appelée aussi interrupteur de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction de détecter la position. On parle aussi de détecteur de présence.
- **Pressostats** : Un pressostat est un dispositif détectant le dépassement d'une valeur prédéterminée, de la pression d'un fluide. L'information rendue peut être électrique, pneumatique, hydraulique, ou mécanique.  
Ces appareils sont également appelés manostats ou encore manocontacts en transformant une ou plusieurs valeurs de pression déterminées qu'ils subissent en informations électriques ou mécanique.  
Ils sont utilisés dans de nombreuses applications de systèmes de contrôle ou de régulation.
- **Capteur de niveau (flotteur)** : Le flotteur se maintient à la surface du liquide. Il est solidaire d'un capteur de position qui délivre un signal électrique correspondant au niveau. Sa position est peu dépendante de la masse volumique de liquide.

### **I.3.2. Les composants hydrauliques et pneumatiques**

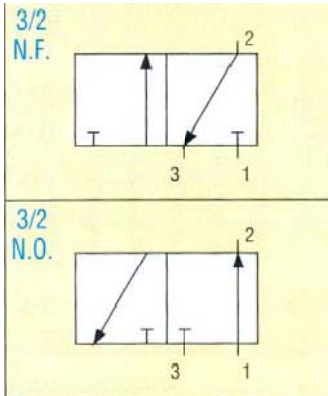

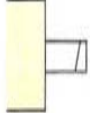

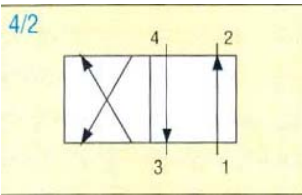



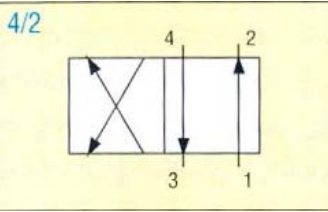


**1) Les vérins (actionneurs) :** les vérins hydrauliques et sont les plus utilisés en industrie, ils sont classés en vérins à double effet et en vérins à simple effet.

- **Les vérins à simple effet :** Ce sont les récepteurs linéaires les plus simples. L'effort hydraulique s'exerce dans une seule direction : le fluide pénétrant dans le Corps du vérin oblige le piston à sortir mais comme il n'y a pas de dispositif pour ramener hydrauliquement ce piston à sa position de départ, on utilise fréquemment pour cela la gravité ou un moyen mécanique, un ressort par exemple.
- **Les vérins à double effet :** Contrairement aux vérins à simple effet, ce type de vérin développe une force disponible à l'aller comme au retour pour produire un travail. Donc ce vérin doit être rappelé en position initiale par inversion d'alimentation de deux chambres. Un tel vérin peut produire un effort dans le sens de la sortie de tige, comme dans le sens inverse.

**2) Les distributeurs (pré-actionneur) :** Le distributeur à pour fonction, comme son nom l'indique, de distribuer le fluide ou l'air dans une partie de l'installation. Il permet aussi d'ouvrir le passage du fluide dans un sens comme dans l'autre, les possibilités tellement diverses et variées.

- a) Distributeurs monostables :** Distributeur ayant une seule position stable. Dans ce type de construction, un ressort de rappel ramène systématiquement le dispositif dans sa position initiale, ou repos, dès que le signal de commande ou d'activation est interrompu.
- b) Distributeurs bistables :** Admet deux positions stables ou d'équilibre. Pour passer de l'une à l'autre, une impulsion de commande est nécessaire. Le maintien en position est assuré par adhérence ou par aimantation. Leur fonctionnement peut être comparé à celui d'une mémoire à deux états : 0 ou 1, oui ou non.

❖ Les différents types de distributeurs utilisés dans l'aléuseuse :

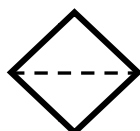
Symbole en pneumatique	Symbole en hydraulique	Symbole de pilotage
		 1 enroulement
	 <p><b>Distributeur bistable</b></p>	 1 enroulement   1 enroulement
	 <p><b>Distributeur monostable</b></p>	 1 enroulemen   ressort

3) **Le clapet anti-retour** : Le clapet anti-retour a pour fonction d'autoriser le passage du fluide ou de l'air dans un sens et de le refuser dans l'autre.



Figure I.12 : le clapet anti-retour

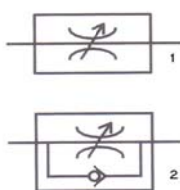
**4) Le filtre :** En effet il permet de retenir la pollution avant quelle entre dans le circuit. Il permet ainsi d'éviter une usure prématurée des différents composants de l'installation. Le filtre est constitué en général d'un élément filtrant qui retient les particules polluantes plus ou moins grosses. Ces éléments filtrants peuvent être constitués de tissus métalliques, plastiques, en céramique, en fibres.



**Figure I.13 :** Représentation graphique d'un filtre

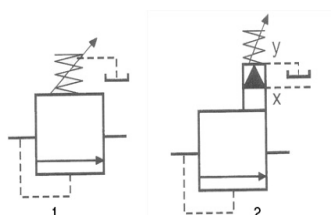
**5) Limiteur de débit :** Le limiteur de débit a pour fonction de limiter le débit d'air ou d'un fluide dans une installation. Le limiteur de débit est en fait un étrangleur réglable. En effet si on réduit le diamètre de passage, la quantité d'air ou fluide sera ainsi réduite. Certains modèles fonctionnent dans un seul sens, ils sont pourvus d'un clapet anti-retour dans le sens inverse.

- 1 - Limiteur de débit multidirectionnel ;
- 2 - Limiteur de débit unidirectionnel ;



**Figure I.14 :** Représentation graphique d'un limiteur de débit

**6) Limiteur de pression :** Le limiteur de pression a pour fonction de limiter la pression dans une installation.



**Figure I.15 :** Représentation graphique d'un limiteur de pression

1 - Limiteur de pression réglable

2 - Limiteur de pression réglable, piloté hydrauliquement

**7) Manomètre :** Le manomètre est un instrument de contrôle, il permet d'afficher la pression dans une installation.



**Figure I.16 :** Représentation graphique d'un manomètre

## **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons étudié et cité en détail les diverses parties de l'aléreuse. Et par conséquent, nous avons conclu que l'aléreuse est déjà équipée d'un automatisme à logique câblée assurant la majorité des opérations. Notre étude consiste à remplacer l'automatisation à logique câblée par un automate programmable. La rotation de la table est maintenue manuellement. L'étude approfondie du fonctionnement des différentes parties particulièrement de la partie électrique, nous a permis d'élaborer un modèle de fonctionnement. Cet aspect est l'objet du chapitre suivant.

## Chapitre II

*Modélisation du fonctionnement*

*de*

*L'Aléseuse GSP*

## Introduction

La création d'une machine automatisée nécessite un dialogue entre le client qui définit le cahier des charges (qui contient les besoins et les conditions de fonctionnement de la machine) et le constructeur qui propose des solutions. Ce dialogue n'est pas toujours facile : le client ne possède peut-être pas la technique lui permettant de définir correctement son problème. D'autre part, le langage courant ne permet pas de lever toutes les ambiguïtés dues au fonctionnement de la machine (surtout si des actions doivent se dérouler simultanément). C'est pourquoi l'ADEPA (Agence pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie) a créé le GRAFCET.

### II.1. Cahier des charges

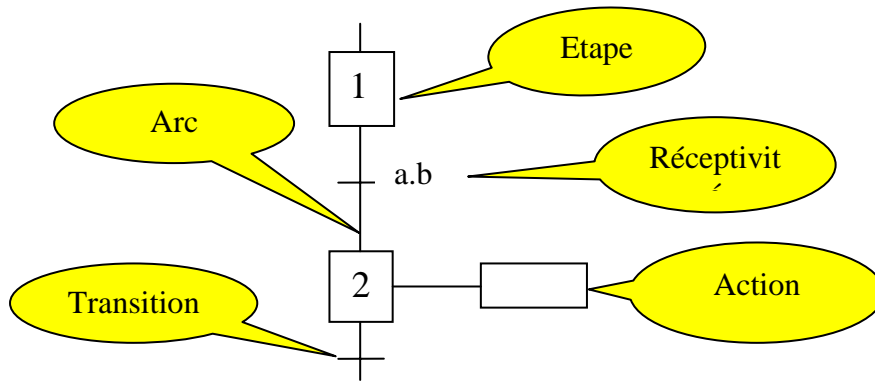
Le cahier des charges d'un automatisme est une description fonctionnelle faite par l'utilisateur, il analyse le comportement de la partie commande vis-à-vis la partie opérative qui permet au concepteur de comprendre ce que l'automatisme doit faire face aux différentes situations pouvant se présenter.

### II.2. Généralités sur le GRAFCET

#### II.2.1. Définition du GRAFCET

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions) est un modèle de représentation graphique d'un cahier des charges. Le fonctionnement d'un automatisme logique peut être représenté graphiquement par un ensemble de :

- **Etapes** : auxquelles sont associées des **actions**.
- **Transition** : auxquelles sont associées des **réceptivités**.
- **Liaison (arc) orientée**.



**Figure II.1 :** les éléments de GRAFCET

Il est représenté selon deux niveaux :

- **GRAFCET du niveau 1 :** Ce GRAFCET décrit sous forme d'actions fonctionnelles le comportement de la partie opérative pour obtenir les actions désirées. Dans ce GRAFCET le système sera décrit sous forme littérale, sans tenir compte de la technologie utilisée. Il est l'outil idéal pour expliquer un système à des non professionnels ou établir un cahier des charges.
- **GRAFCET du niveau 2 :** À ce niveau, le concepteur s'implique dans le système de la partie commande. le langage est codé, il reçoit des informations et émet des ordres, le choix technologique est retenu. Ce GRAFCET est utilisé pour la réalisation ou le dépannage des systèmes automatisés.

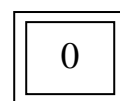
### II.2.2. Règles d'établissement du GRAFCET

Chaque liaison orientée relie une étape à une transition ou une transition à une étape.

**a) Etape :** correspond à une situation dans laquelle le comportement de tout ou une partie du système par rapport à ses entrées et à ses sorties est invariant. L'étape se représente par un carré ou un rectangle repéré numériquement. L'étape se représente par un carré ou un rectangle repéré numériquement. L'étape initiale est représentée par un carré double, elle permet de définir les conditions de départ.

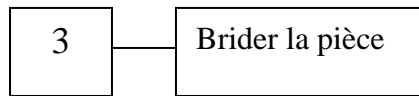


**Figure II.2 :** Etape

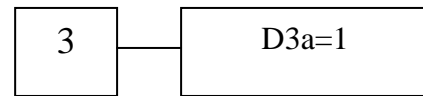


**Figure II.3 :** Etape initial

**b) Action :** on précise pour chaque étape les **actions** à effectuer et les caractéristiques de la situation du système, elle est représentée par un rectangle. Ces actions ne sont effectuées (exécutées) que lorsque l'étape est active. Elles sont décrites de façon littérale (niveau 1) ou symbolique (niveau2) à coté de l'étape.



**Figure II.4 :** Action GRAFCET N°1

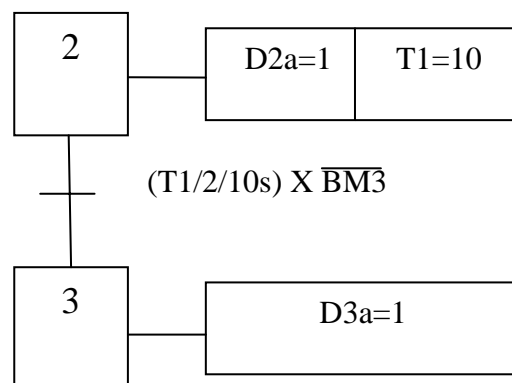


**Figure II.5 :** Action GRAFCET N°2

**c) Transition :** une transition indique la possibilité d'évolution entre étapes. On associe à chaque transition une condition logique appelée réceptivité, elle est représentée par une barre. Il y'a toujours une seule transition entre les étapes.

**d) Réceptivité :** écrite sous forme de proposition logique est une fonction combinatoire d'informations logiques.

- **Une réceptivité particulière (temporisation) :** la temporisation est une réceptivité qui permet une prise en compte de temps, implique l'utilisation d'un temporisateur. Ce genre de réceptivité noté comme suit  $T/Xi/q$  OU  $T/Xi/q$  ou **i** est le numéro de l'étape comportant l'action de la temporisation, et **q** est la durée écoulée depuis l'activation de l'étape Xi.



**Figure II.6 :** réceptivité particulière (temporisation)

**b) Liaison orientée :** Ce sont des lignes qui relie les étapes entre elles. Elles sont orientées du haut en bas, suivant le sens d'évolution, dans le cas contraire ; une flèche sur la liaison indique le sens de parcours.

### **II.2.3. Règles d'évolutions**

#### **a) Règle N°1 : situation initiale**

Les étapes initiales sont celles qui sont activées au début du fonctionnement. On appelle début du fonctionnement le moment où le système n'a pas besoin de souvenir de ce qui se passe auparavant (allumage du système, bouton « reset » ...). Les étapes initiales sont souvent des étapes d'attente pour ne pas effectuer une action dangereuse par exemple à la fin d'une panne de secteur.

#### **b) Règle N°2 : franchissement validation d'une transition**

Une transition est soit validée ou non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes (dites étape d'entrée de la transition) sont actives. Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et que sa réceptivité est vraie. Elle est alors obligatoirement franchie.

#### **c) Règle N°3 : évolutions des étapes actives**

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes (toutes se limitant à 1 s'il n'y a pas de double barre).

#### **d) Règle N°4 : évolution simultanée (synchrone)**

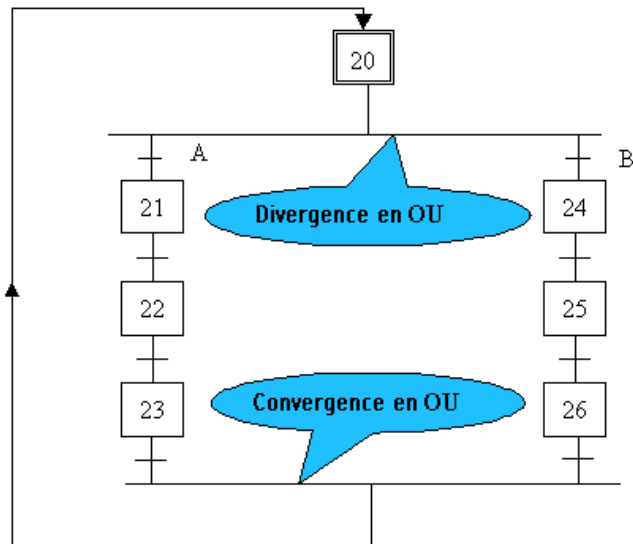
Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

#### **e) Règle N°5 : activation et désactivation simultanées**

Si une étape doit être à la fois activée et désactivée, elle reste active. Une temporisation ou un compteur actionné par cette étape ne sera pas réinitialisé. Cette règle est prévue pour lever toute ambiguïté dans certains cas particuliers qui pourraient arriver.

### **II.2.4. Représentation des diverses séquences (structures de base)**

**1) Divergence et convergence en « OU » :** on appelle barre de ou la barre symbolisant les entrées et les sorties multiples des étapes.

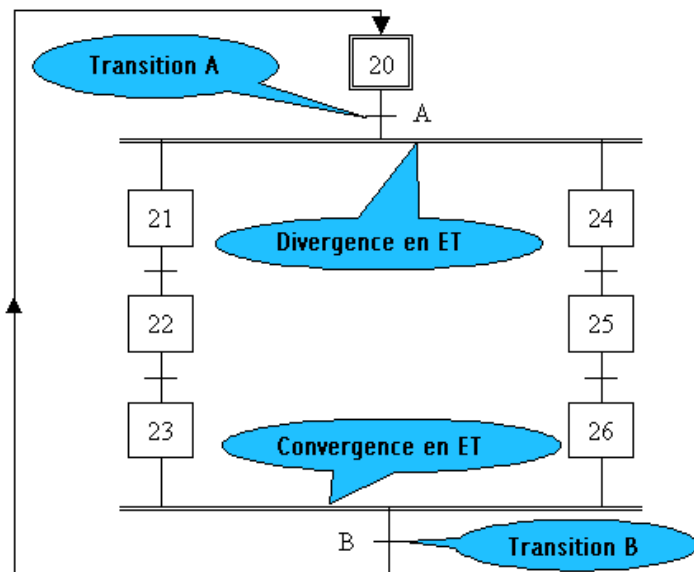


**Figure II.7** : divergence et convergence en « OU »

## 2) Divergence et convergence en « ET »

Divergence en ET : lorsque la transition A est franchie, les étapes 21 et 24 sont actives. Convergence en ET : la transition B sera validée lorsque les étapes 23 et 26 seront actives. Si la réceptivité associée à cette transition est vraie, alors celle-ci est franchie.

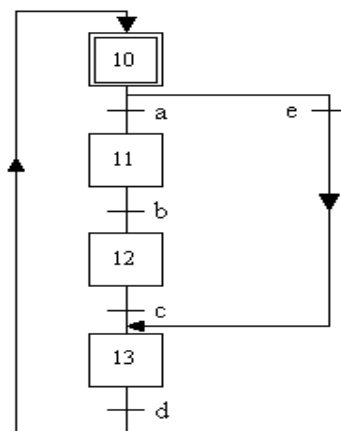
**Remarques** : Après une divergence en ET, on trouve une convergence en ET. Le nombre de branches parallèles peut-être supérieur à 2. La réceptivité associée à la convergence peut-être de la forme  $= 1$ . Dans ce cas la transition est franchie dès qu'elle est active.



**Figure II.8 :** la convergence et la divergence en « ET »

### 1) Saut de phase :

**a) Saut en avant (saut de phase) :** Le saut en avant permet de sauter une ou plusieurs étapes, lorsque les actions à réaliser deviennent inutiles.



**Figure II.9 :** saut en avant

**b) Saut en arrière (reprise de phase) :** Le saut en arrière permet de reprendre une séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives.

Pour passer à la programmation nous devons écrire les conditions d'activations et désactivation de chaque étape et leurs actions associées.

### II.3. Mise en équation d'un GRAFCET

Pour passer de l'étape de modélisation du procédé par le GRAFCET à l'état de programmation, Nous devons traduire le GRAFCET sous forme d'équations logique.

Nous utilisons le GRAFCET de niveau 2, on précisant les conditions d'activations et de désactivations, ainsi que l'initialisation et les arrêts d'urgences d'une étape et de l'action associé.

- L'état d'une étape  $X_n$  est noté comme suit :

$X_n=1$  si l'étape est active.

$X_n=0$  si l'étape est inactive.

- la réceptivité  $t_n$  étant une variable binaire à pour valeur

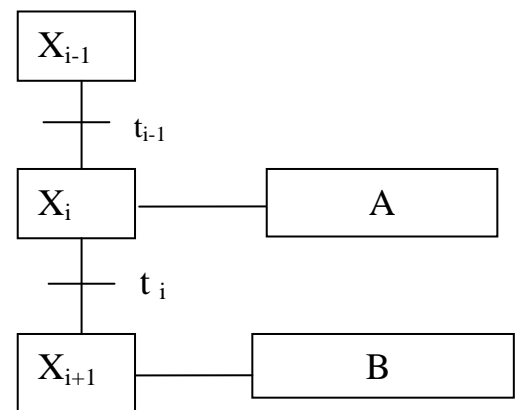
$t_n=0$  si la réceptivité est fausse.

$t_n=1$  si la réceptivité est vraie.

### II.3.1. Mise en équation des étapes

- Soit le GRAFCET suivant :
- la traduction de la règle 2, donne la condition d'activation de l'étape  $i$  :

$$CA X_i = X_{i-1} \cdot t_{i-1}$$



- La traduction de la règle 3 donne la condition de désactivation de l'étape  $i$  :  $CD X_i = X_i \cdot t_i = X_{i+1}$
- L'équation logique d'une étape sera comme suit :

$$X_i = CA \bar{X}_i + X_i \cdot CD X_i$$

#### a) Equation d'une étape initiale

- Soit la variable Initial tel que :

**INIT=1** initialisation du GRAFCET : mode arrêt.

**INIT=0** déroulement du cycle : mode marche.

- Soient les variables arrêt d'urgence (AUDur et AUDoux) tel que :

**AUDur=1** désactivation des toutes les étapes.

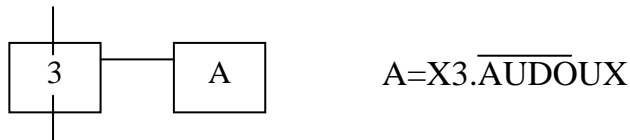
**Audoux=1** désactivation des actions, les étapes restant active.

CAX <sub>i</sub>	CDX <sub>i</sub>	Equation de X <sub>i</sub>
$X_{i-1} \cdot t_{i-1} + \overline{\text{INIT}}$	$X_{i+1} \cdot \overline{\text{INIT}}$	$X_i = (\overline{\text{CAX}_i + \overline{\text{CDX}_i} \cdot X_{i+1} + \overline{\text{INIT}}) \cdot \overline{\text{AUDur}}$

### b) Equation d'une étape non initiale

CAX <sub>i</sub>	CDX <sub>i</sub>	Equation de X <sub>i</sub>
$X_{i-1} \cdot t_{i-1} \cdot \overline{\text{INIT}}$	$X_{i+1} + \overline{\text{INIT}}$	$X_i = (\overline{\text{CAX}_i + \overline{\text{CDX}_i} \cdot X_{i+1}) \cdot \overline{\text{INIT}} \cdot \overline{\text{AUDur}}$

### II.3.2. Equation des actions



### II.3.3. Equation logique de la transition

$Y_i = X_i \cdot t_i$
-----------------------

**Remarque 1 :** la transition « Yi » donne un niveau logique 1. Lorsque l'étape qui la procède « Xi » est active et lorsque la réceptivité « ti » est vrai (franchissable).

**Remarque 2 :** a l'exception des étapes initiales et l'étape X202, on a ajouté aux équations des étapes les deux conditions d'arrêt général « RtH et BA » (GRAFCET de sûreté).

Alors ces équations seront de forme :

$$X_i = [(Y_{i-1} + X_i \times Y_i)] \times \overline{\text{RtH}} \times \overline{\text{BA}}$$

## **II.4. Application du GRAFCET pour modéliser la machine**

L'étude des schémas électrique décrivant le système de commande actuelle de machine nous a permis de comprendre le fonctionnement de la machine et donc de pouvoir de modéliser les différentes étapes au moyen du GRAFCET. Nous donnons ci-dessous les modèles obtenues pour les différentes parties.

### **II.4.1. Liste d'actionneurs, pré-actionneurs et capteurs**

#### **II.4.1.1. Actionneurs et pré-actionneurs**

- **Vérins, distributeurs**

D1a : distributeur qui commande l'avance des vérins V1-1, V1-2 et V2.

D2a : distributeur qui commande l'avance des vérins V3-1, V3-2.

D3a : distributeur qui commande l'avance des vérins V4-1, V4-2, V4-3 et V4-4.

D4a : distributeur qui commande l'avance V0.

D4b : distributeur qui commande le recule V0.

D5a : distributeur qui commande Les quarte vérins du déblocage plateau.

D5b : distributeur qui commande Les quarte vérins du blocage plateau.

PDa : distributeur qui commande la monté du plateau.

ADa : commande du circuit d'arrosage.

- **Moteurs et pompes**

HY : rotation pompe du groupe hydraulique.

B : rotation de la broche.

R : translation rapide unité (AVR, RR).

L : translation moyenne et lente de l'unité (AVL, SL, CSL, L, RL).

OB : orientation de la broche.

GT : rotation pompe graissage tête.

MG : graissage des glissières.

MA : rotation pompe d'arrosage (PA).

- **Embrayages et freins**

EOB : embrayage pour la rotation de la broche.

El : embrayage pour le moteur lent.

FB : frein de la broche.

## II.4.1.2. Capteurs et boutons poussoirs

### 1) capteurs

- **Fin de course**

M1-1 : plateau à gauche

M1-2 : plateau à droite

M2-1 : plateau indexé.

M2-2 : plateau désindexé

M3-1 : fin de recul supplémentaire

M3-2 : sécurité arrière

M3 : début d'avance semi-lente, plateau à gauche.

M13 : début d'avance semi-lente, plateau à droite.

M4 : début d'avance lente, plateau à gauche.

M14 : début d'avance lente, plateau à droite.

M5 : fin des avances, plateau à gauche.

M15 : fin des avances, plateau à droite.

M6 : sécurité des avances.

- **pressostat**

P0 : pression graissage.

P1 : dégauchissage de la pièce (centrage).

P2 : bridage de la pièce.

P3-1 : blocage du plateau.

P3-2 : déblocage du plateau.

- **Autres capteurs**

Hn (flotteur) : niveau d'huile de graissage.

CP (capteur de proximité inductif de contacte) : orientation de la broche.

CI : contacte minuterie (début de graissage automatique).

### 2) Boutons poussoirs

BA : arrêt général.

BM1 : mise sous tension générale.

BM2 : bridage pièce.

BM3 : débridage pièce.

Bm4-BM5 : départ cycle.

BM6 : déblocage, desindexage et monté plateau.

BM7 : blocage et indexage plateau.

BM8 : annulation défaut graissage.

BM9 : orientation broche.

BM10 : recul supplémentaire unité.

BM11 : retour d'urgence unité.

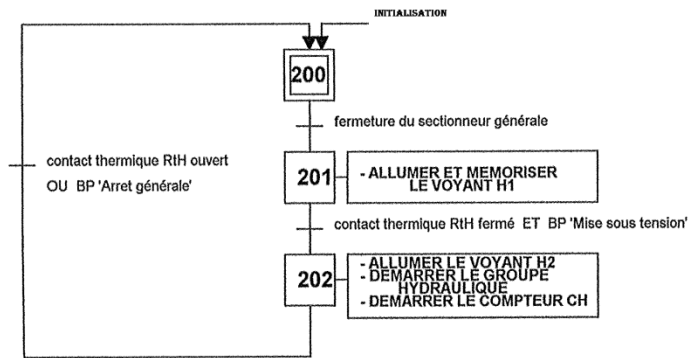
### **3) Les commutateurs**

C1 : mise (en/hors) service arrosage.

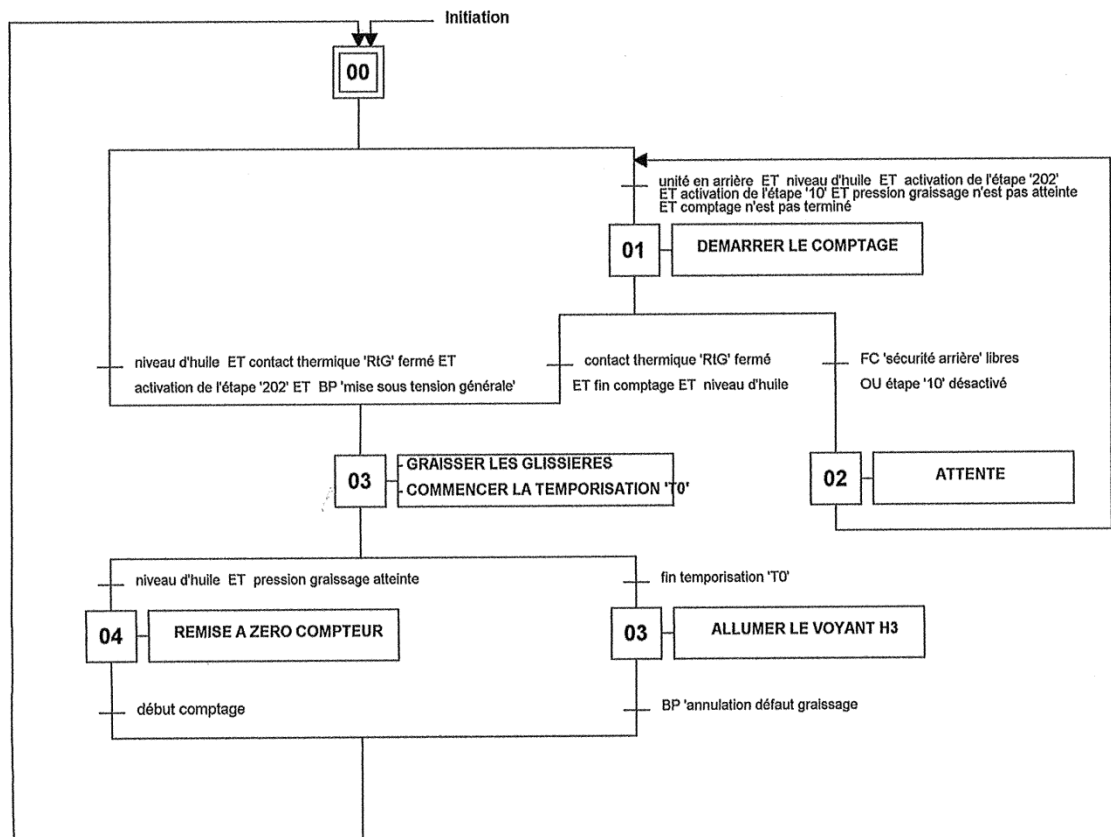
C2 : sélection de mode (réglage/cycle).

C3 : sélection de cycle (ébauche/finition).

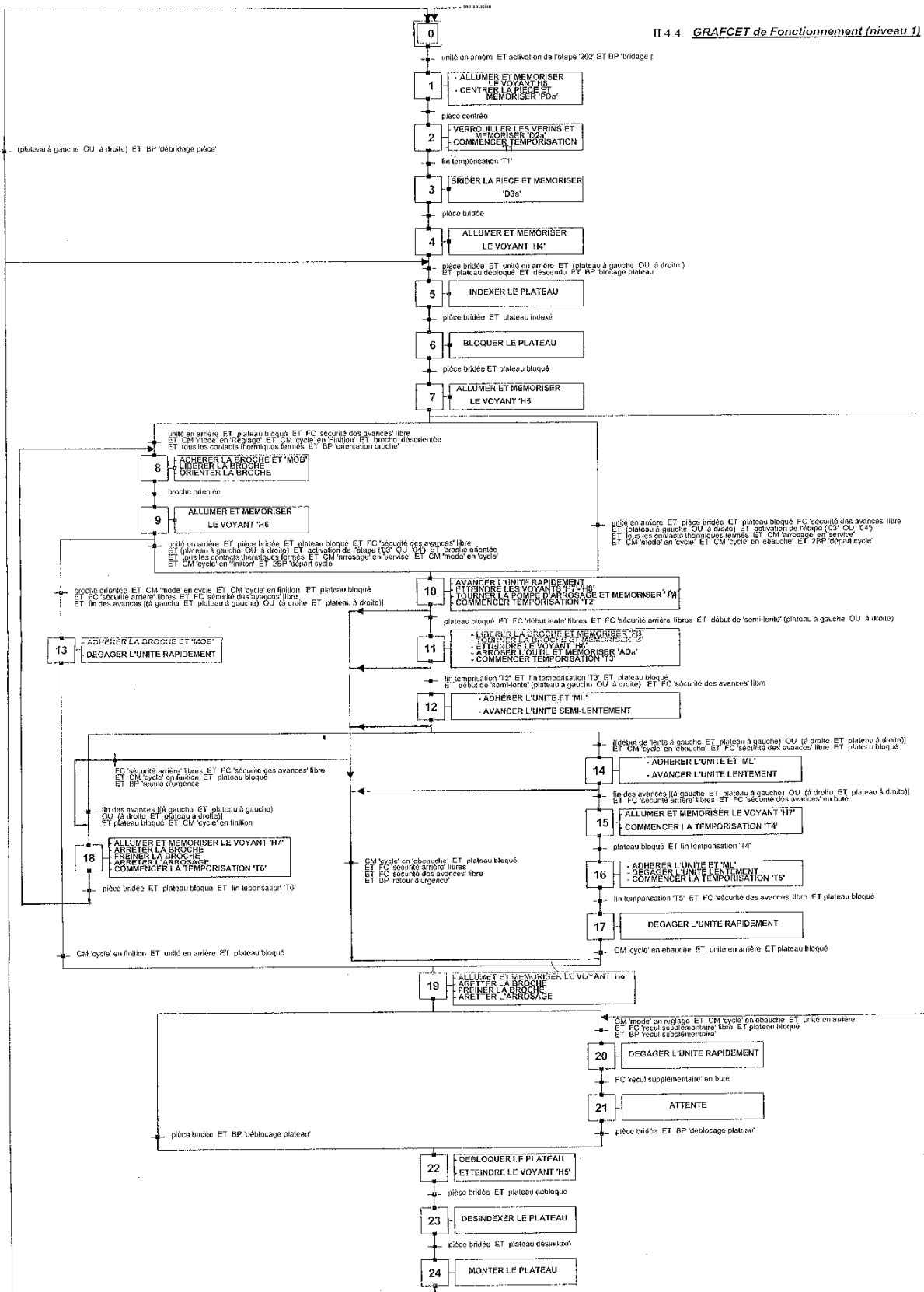
## II.4.2. GRAFCET de Sureté (niveau 1)



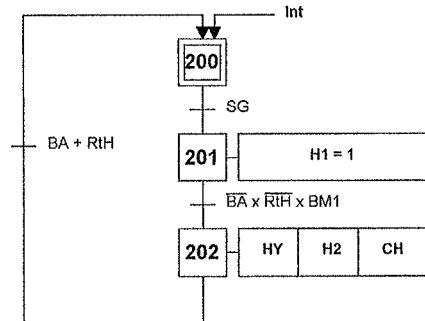
## II.4.3. GRAFCET de Graissage (niveau 1)



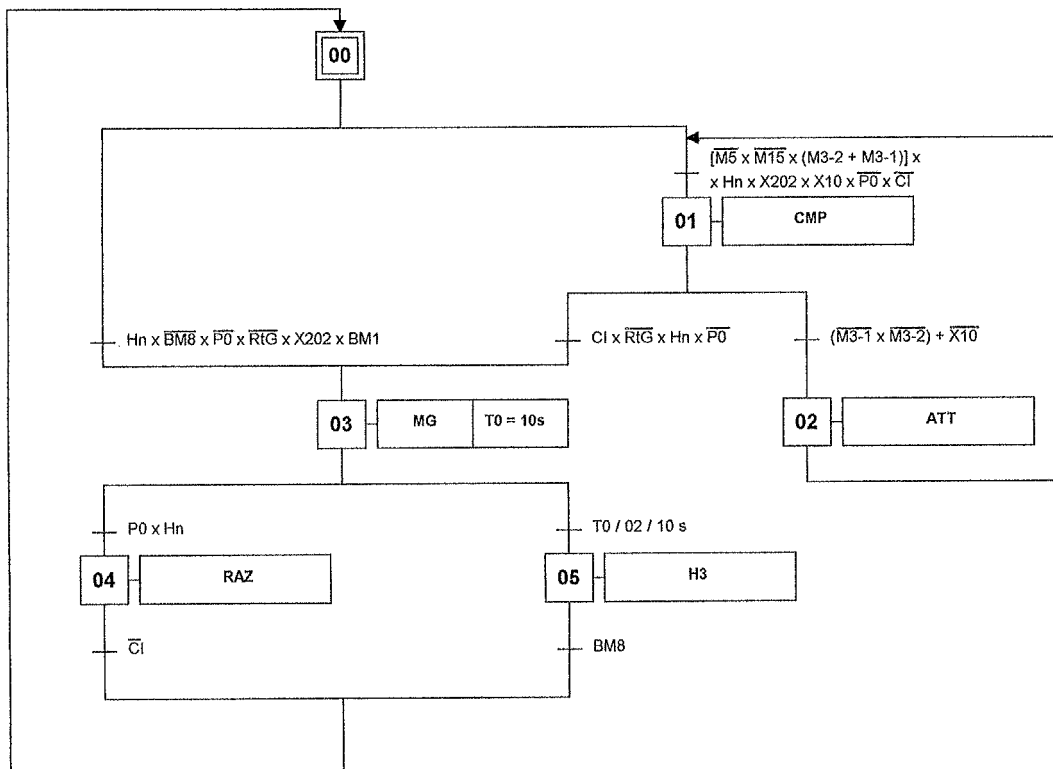
II.4.4. **GRAFNET de Fonctionnement (niveau 1)**



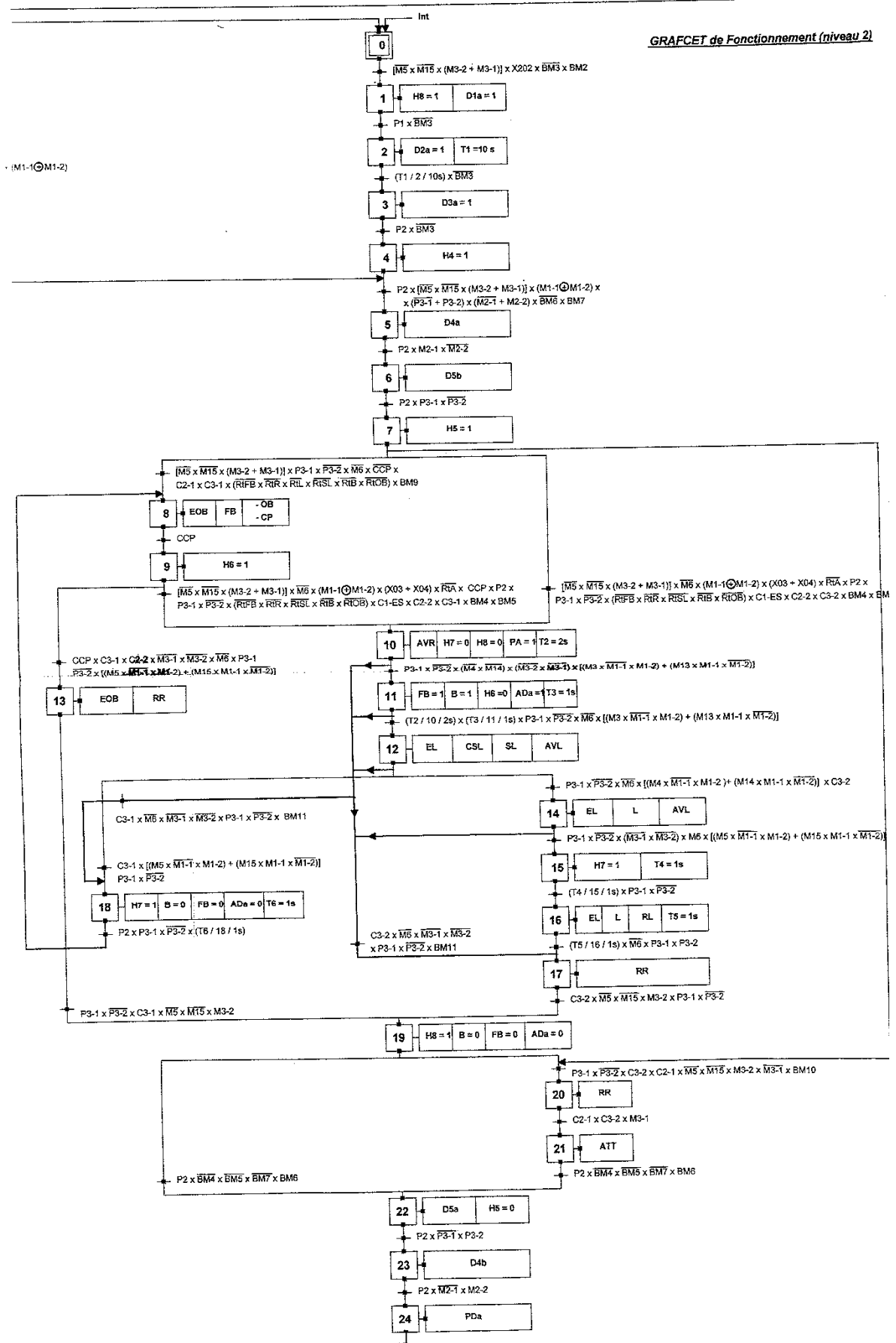
II.4.5. GRAF CET de Sureté (niveau 2)



II.4.6. GRAF CET de Graissage (niveau 2)



**GRAFCEC de Fonctionnement (niveau 2)**



## **Conclusion**

On analysant les schémas électriques et hydraulique, nous sommes arrivés à tracer le cahier des charges de l'aléuseuse, et en utilisant l'outil GRAFCET, nous avons modélisé son fonctionnement étape par étape. Le premier pas de conversion du GRAFCET, on programme les équations des étapes qui nous permettront d'accéder à la dernière étape qui est la programmation de ces équations.

# Chapitre III

## *Implantation sur L'automate*

## Introduction

Les automates programmables industriels (API) sont apparus aux états unis vers 1969 où ils répondaient aux désires des industries des automobiles, de développer des chaînes de fabrications automatisés qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués. Du fait de l'évolution des microprocesseurs, des mémoires et des périphériques. L'automate trouve sa place dans les domaines les plus variés comme dans la chaîne de fabrication, il assure les fonctions les plus complexes comme la régulation des systèmes.

Le but de toute automatisation est de trouver une solution aux problèmes posés. A l'époque les concepteurs ont utilisé la logique câblée. Le développement de la macro électronique a donné naissance aux calculateurs, microprocesseurs qui ont ouvert le chemin à la logique programmé comme une bonne solution de commande pour les procédés simples et complexes.

### III.1.Définition des API

Un automate programmable industriel est une machine électronique capable d'assurer la commande d'un processus industriel. Son rôle dans un système automatisé de production est de gérer et d'assurer la commande d'un système, il se compose de plusieurs parties et notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit dans un langage d'application propre à l'automate, des directives concernant le déroulement du processus à automatiser. Donc son rôle consiste à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis.

#### III.1.1. Architecture des API

Un API se compose de trois grandes parties comme la montre la figure III.1 :

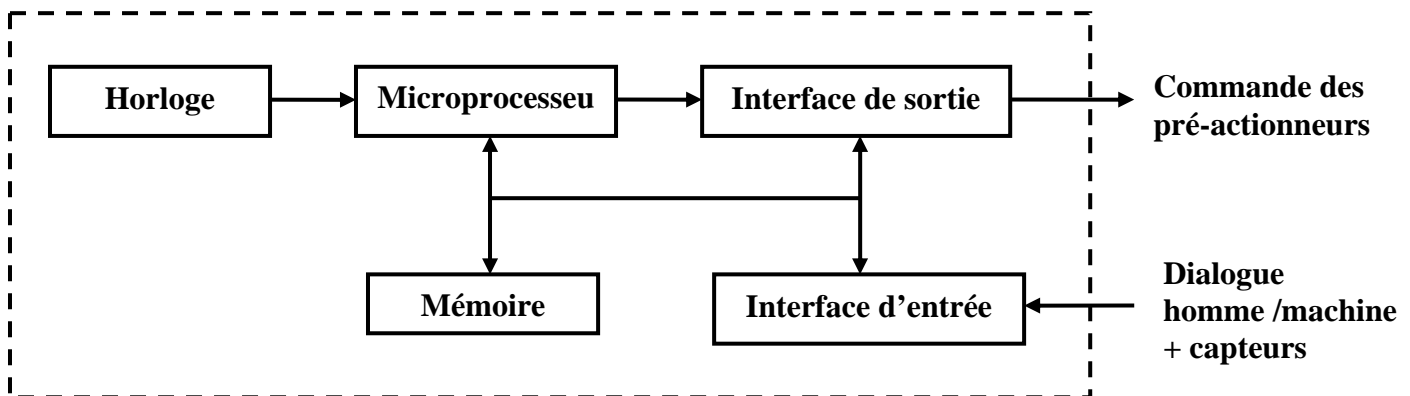


Figure III.1 : schéma représentatif de l'architecture d'un API

### III.1.1.1. le microprocesseur

Son rôle consiste d'une part à organiser des différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrées et des sorties et d'autre part à gérer les instructions du programme.

Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interfaces entrée/sorties) par des liaisons parallèles appelées « BUS » qui véhiculent les informations sous forme binaire.

### III.1.1.2. la mémoire

Elle est conçue pour recevoir, stocker des informations issues des différents secteurs du système qui sont :

- Le terminale programmation : introduction du programme.
- Le processeur qui gère et exécute le programme.

Elle reçoit également des informations en provenance de capteurs.

**Remarque :** les mémoires des API sont équipés d'une batterie rechargeable pour assurer la sauvegarde du programme emmagasiné, alors de coupure du courant d'alimentation.

- Action possible sur une mémoire

- ✚ Ecrire : pour modifier le contenu d'un programme.
- ✚ Effacer : pour faire disparaître des informations qui ne sont plus nécessaires.
- ✚ Lire : pour lire le contenu d'un programme sans le modifier.

- Technologie des mémoires

- ✚ RAM (Random Access Memory) : mémoire vive dans laquelle on peut lire et écrire, il s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate.
- ✚ ROM (Read Only Memory) : mémoire morte accessible uniquement en lecture.
- ✚ EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire morte, reprogrammable en utilisant l'effaceur aux rayons ultra- violets.

- ✚ EEPROM (Electric EPROM) : seul la lecture est possible, ces mémoires sont mortes, reprogrammables, en utilisant l'effaceur électrique.

### III.1.1.3. Les interfaces d'entrées/sorties

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

**a) Les interfaces d'entrées :** les interfaces d'entrées comportent des adresses d'entrées capteurs. Ils sont repartis en deux modes qui sont :

❖ **Les interfaces d'entrées TOR :** ils permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logique tel que :

- ✚ Bouton poussoir ;
- ✚ Fin de course ;
- ✚ Capteur de proximité inductif ou capacitif ;
- ✚ Capteur photoélectrique.

• Branchement des entrées TOR

Le principe de raccordement consiste à envoyer un signal électrique à l'entrée choisit sur l'automate dès que l'information se présente.

L'alimentation électrique peut être fournit par l'automate ou par une source extérieur. Un API peut être à logique positive ou négative.

❖ **Les interfaces d'entrées analogiques :** ils permettent de gérer des grandeurs analogiques et les transformer en valeurs numériques.

**b) Les interfaces de sorties**

Les interfaces de sorties sont équipées de connecteurs de raccordement pour faciliter leurs montages. Ils peuvent accepter les informations en courant ou en tension alternatif ou continu. On trouve la même répartition pour les interfaces de sorties c'est-à-dire qu'ils sont divisés en deux parties selon la nature du signal.

❖ **Les interfaces de sorties TOR** : ils permettent de raccorder à l'automate les différentes pré-actionneurs comme :

✚ Vannes, électrovannes ;

✚ Contacteur ;

✚ Voyants ;

✚ Relais.

❖ **Les interfaces de sorties analogique** : ces interfaces permettent de générer des grandeurs analogiques envoyées a la partie opérative.

• **Branchement de sortie**

Le principe de raccordement consiste à envoyé un signal électrique vers les pré-actionneurs connectés à la sorties choisit de l'automate dès que l'ordre est émis. L'alimentation électrique est fournit par une source extérieure à l'API.

### III.2.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 en même moment. Cette façon de procéder, représente le cycle de fonctionnement de l'API qui comporte trois phases :

**a) Phase A : lecture des entrées**

Lorsque l'automate est au mode Run (exécution du programme), le système d'exploitation (O.S) de l'automate commence d'abord a lire l'état de toutes les entrées physiques. Cette phase n'est pas à programmer par l'utilisateur, il s'exécute de façon automatique. Ces états sont copiés un à un dans la MIE (mémoire image des entrées).

**b) Phase B**

- Teste des entrées par le programme utilisateur : lors de l'exécution du programme utilisateur, les états des entrées doivent être testés.
- Ecriture de sorties par le programme utilisateur : certaines instructions de programme utilisateur concernant l'affectation de sorties. Ces instructions consistent à positionner à la sortie l'état 0 ou l'état 1 en fonction des états des étapes.

### c) Phase c : affectation des sorties

Lorsque toutes les instructions du programme utilisateur ont été exécutées, le programme système copie les états de la mémoire image de sorties sur les sorties physiques.

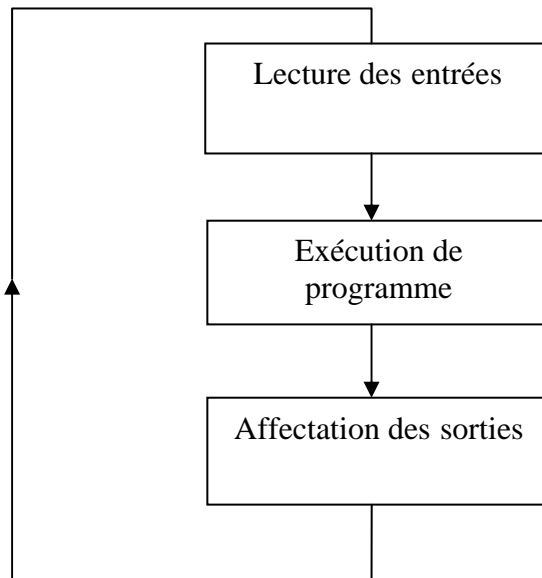


Figure III.2 : schéma de cycle de fonctionnement d'un API

### III.3. Les avantages et les inconvénients des API

#### ❖ Les avantages

- L'API est indépendant du procédé ; il est facilement réutilisable ;
- Il présente une grande souplesse de mise en œuvre ;
- Sa compressibilité conduit à une économie de place et une fiabilité accrue ;
- La maintenance préventive des systèmes est simplifiée ;
- Il facilite la documentation des applications ; donc la maintenance ;
- Il est bien adapté à la surveillance en ligne de fonctionnement de la loi de commande ; visualisation des E/S, des traitements logiques ;
- Les API permettent d'ajuster la disponibilité du système au besoin ;
- Il offre une sécurité totale en cas d'incendie, anomalie sur le processus.....etc.

#### ❖ Les inconvénients

- L'API ne supprime pas tous les câblages : il reste le câblage du circuit de puissance ;

- Les modules de recherches sont plus coûteux ;
- Sa vitesse peut s'avérer insuffisante dans quelque cas ;
- Le choix d'une machine nécessite une étude préalable approfondie de l'ensemble des matériels et donc la création d'une compétence API au niveau industriel ;

### **III.4. choix de l'automate**

Pour choisir le dispositif technologique approprié à la commande du procédé, on se base sur les principaux suivants :

- ✓ Adaptation optimale au procédé tant humaine que technique (Sécurité), aussi bien lors de l'implantation sur le site qu'en cours d'exploitation (robustesse et performance) ;
- ✓ Disponibilité d'équipement sur le marché avec un faible coût ;
- ✓ Simplicité de diagnostic et de maintenance.

Le choix est porté sur l'automate industriel S7-300, ce choix est du aux critères suivantes :

#### **III.4.1. 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.4.2. Critères fonctionnels**

En fonction de l'ampleur du programme et le nombre d'entrée/sortie, 63 entrées et 37 sorties, 100entrées/sorties au total du type (TOR), pour ce nombre, S7-300 offre une capacité mémoire suffisante. Ainsi avec S7-300 on peut profiter de la simulation de programme en utilisant le logiciel PLC-SIM avant le transfert vers l'automate, c'est un avantage qui n'est pas présent pour les S7-200.

### III.4.3. Critères technologiques

L'aléreuse comporte des pré-actionneurs et des capteurs électriques (TOR), l'automate S7-300 offre une grande variété d'E/S (TOR), ceux-ci présente la particularité d'être parfaitement adapter a la commande de cette aléreuse, a fin d'assurer la fiabilité des échanges d'informations.

### III.4.4. Critères économiques

Ils englobent d'une part ; les coûts d'investissement qui comprennent 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, ainsi la documentation est fortement contribué à ce choix. En conclusion cet automate est suffisant pour assurer notre tâche d'automatisation.

### III.5. Etude de l'automate S7-300

Comme les automates, le S7-300 est configurable selon les besoins de l'utilisateur. L'automate lui-même est constitué d'une configuration minimale composé d'un module d'alimentation PS, de la CPU et d'un module d'entrées et de sorties. On représentera dans ce qui suit la constitution général de l'automate S7-300

Les consoles de programmation SIMATIC sont des outils pour la saisie, le traitement et l'archivage des données du processus, ainsi que la supervision du programme. Actuellement les consoles de programmations tendent à être remplacées par des PC avec des environnements standards (Windows).



**Figure III. 3 :** console de programmation (PG)

### III.5.2. Modules de l'automate S7-300

Le S7-300 est muni d'une structure modulaire, il dispose d'une vaste gamme des modules qui peuvent être combinés à volonté pour constituer un automate particulier adapté à une application donnée (figure III.4). Dans ce qui suit on représentera ces différents modules.

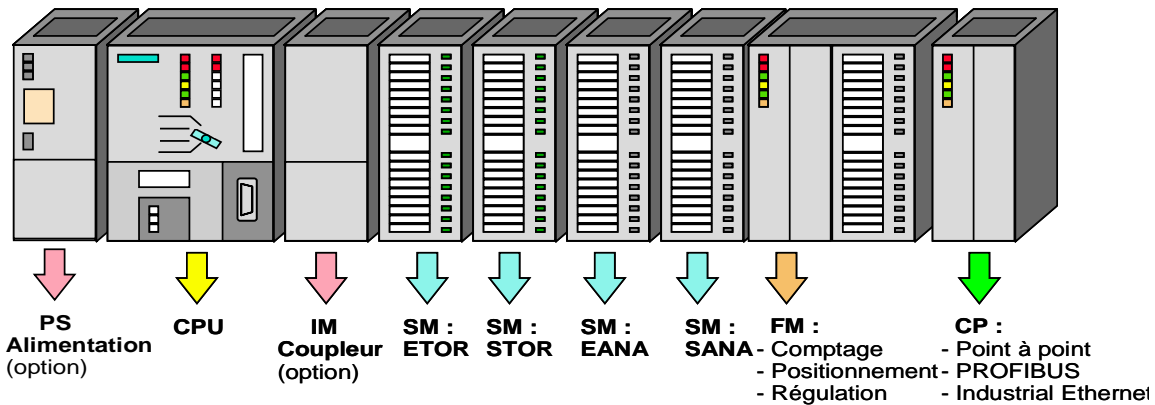


Figure III. 4 : vue de la structure modulaire de l'API S7-300

Le S7-300 nécessite une tension d'alimentation de  $24 V_{CC}$ . Le module d'alimentation assure cette exigence en convertissant la tension secteur  $120/230 V_{CA}$  en tension de  $24V_{CC}$ . Les modules d'alimentations PS 307 conviennent à l'alimentation des circuits internes des automates S7-300 de même qu'à l'alimentation des circuits des capteurs et pré-actionneurs.

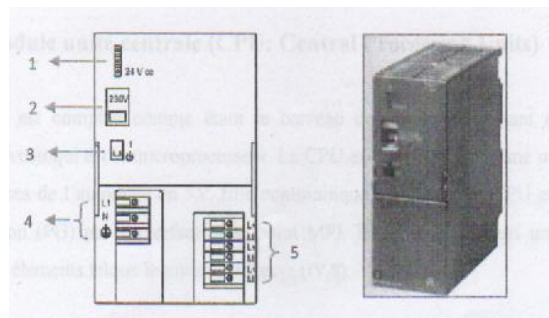


Figure III. 5 : module d'alimentation (PS)

### ❖ Nomenclature de la figure

1. LED signalant la présence de la tension de sortie  $24V_{CC}$  ;
2. Sélecteur de tension réseaux  $120 / 230 V$  ;
3. Sélecteur marche/arrêt pour  $24V_{CC}$  ;
4. Bornes de connections avec la tension de réseau et la terre ;
5. Bornes d'alimentation des autres modules avec  $24 V_{CC}$ .

Les modules d'alimentation suivants la gamme **S7** sont prévus pour être utilisés avec le **S7-300** sont de trois type en fonction de l'intensité du courant délivré

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

On a choisit le **PS 307** dont le courant de sortie est de **5A**, qui a les caractéristiques suivantes :

- Numéro de référence : **6ES7 307-1EA00-OAAO**.
- Fréquence secteur : **50/60Hz**.
- Courant d'entrée : **2A/ 1A pour 120V /230V** respectivement.

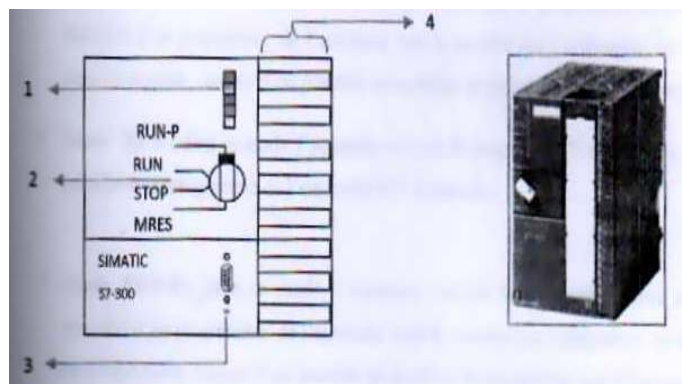
### III.5.2.2. Module unité centrale (CPU)

La CPU est comptée comme étant le cerveau de l'automate, étant donné qu'elle porte l'élément cerveau qui est le microprocesseur. Elle communique avec d'autres la console de programmation (PG) par l'interface multipoint MPI. Elle est logée dans un boîtier compact et comporte les éléments. Le S7-300 comporte toute une gamme des CPU ; distinguées par leur niveau de performances (capacité mémoire, vitesse de traitement d'information, fonction intégrées, nombre d'entrées/sorties, type de module à gérer...). Il existe trois classes des CPUs :

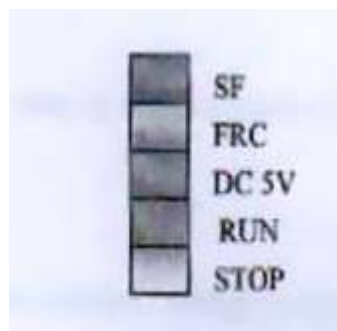
- ✓ CPU à utilisation standard : CPU 313, CPU 314, CPU 315, CPU 316.
- ✓ CPU avec fonction intégrées (comptage, fréquencemètre.....) : CPU 312 IFM et CPU 314 IFM.
- ✓ CPU avec périphérie décentralisé (pour les automates liés par un réseau) : CPU 315-2DP.

❖ **Choix de la CPU**

Selon le nombre et le type d'entrées et de sorties qu'on a sur l'alésuse (63 entrées TOR/ 37 sorties TOR), et on tenant compte du critère économique ; on a choisit la CPU 312 IFM.



**Figure III. 6** : module unité centrale (CPU) 312 IFM



**Figure III. 7** : LED de la (CPU 312 IFM)

❖ **Nomenclature des figures**

1. **LED** : elles indiquent les états des divers paramètres de la CPU :

- **SF** : voyants rouge signalant les défaillances des périphériques ;
- **DC 5V** : voyant vert signalant le bon fonctionnement de la tension 5V (le 1 logique) ;
- **FRCE** : voyant signalant qu'au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière permanente ;
- **RUN** : voyant vert signalant le mode RUN, lors de passage du mode stop au mode RUN, ce voyant clignote 3seconde ;
- **STOP** : Voyant jaune signalant le mode stop.

## 2. Commutateur du mode

- **Mode STOP** : dans ce mode, l'automate n'exécute pas le programme, avec possibilité de transfert d'un programme de l'automate vers la console (ou l'ordinateur) ou de la console vers l'automate, comme il est possible de modifier le programme dans l'automate ;
- **Mode RUN** : dans ce mode, l'automate exécute le programme.il est possible seulement un programme de l'automate vers la console ;
- **Mode RUN-P** : dans ce mode, l'automate exécute le programme, avec possibilité de transfert d'un programme de l'automate vers la console ou de la console vers l'automate, comme il est possible de modifier le programme dans l'automate.
- **Mode MERS** : ce mode permet d'effectuer un effacement général (formatage) de carte mémoire.

**3. Interfaces multipoint (MPI)** : pour la communication avec l'automate par une console ou un PC.

**4. Module collé à la CPU** : il porte les entrées/sorties intégrées.

### III.5.2.3. Les modules d'entrées/sorties (SM : signales modules)

Il existe des modules de 4, 8, 16 et 32 entrées ou sorties, comme il existe des modules mixtes 4/4, 8/8 ou 16entrées/sorties. Les modules d'entrées /sorties sont de type analogique ou 'TOR'.

Les modules d'entrées (ou les modules mixtes) où se connectent les capteurs, ils emmènent les informations issus par ces derniers sur la partie opérative, et la transportent à la CPU via les interfaces d'entrées, et ceux de sorties (ou les sorties des modules mixtes) se connectent avec les pré-actionneurs, ils alimentent ces derniers (directement ou bien avec l'adaptation) par l'ordre de la CPU via les interfaces de sorties.

L'aléreuse comporte uniquement des capteurs et pré-actionneurs de type « TOR », donc on ne choisit que des modules d'entrées/sorties « TOR ». Pour les 63 entrées ; on choisit deux modules de 32 entrées, et pour les 37 sorties ; on choisit deux modules à relais de 16 sorties, et pour les 5 sorties restantes, on leur correspond 5 sorties intégrées.

Enfin on aura « 1+10 entrées intégrées/1 sortie intégrée » libres, on les garde comme réserve en cas d'une amélioration (ajout de capteur ou d'alarme...).

- **Caractéristiques des modules 'TOR' choisis**

- 2 Modules d'entrées : SM 321 DI 32- 24Vcc ; référence : 6ES7 321- 1BL00-0AA0.
- 2 module de sorties : SM 322 DO 16 x Rel.120 V ca ; référence : 6ES7 322-1HH00-0AA0.

**Remarque :** l'API S7-300 comporte d'autres modules tels ; le module d'extension (IM), le module de communication en réseau (CP) et le module de fonction (FM) qui sont intitulés dans ce cas présent.

### **III.6. Langage de programmation du S7 300**

**STEP 7** est le logiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. STEP7 s'exécute sous les systèmes d'exploitation du micro soft à partir de la version Windows 95. Le logiciel de base STEP 7 existe en plusieurs versions :

- ✓ STEP 7-Micro/DOS et STEP 7- Micro/Win pour des applications autonomes simples sur SIMATIC S7-200.

- ✓ STEP 7 pour des applications sur SIMATIC S7-300/400, SIMATIC M7-300/400 et SIMATIC C7.

Lors de la création d'une solution d'automatisation, STEP 7 offre :

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




Avec le logiciel STEP7, le programme peut être représenté et programmé en trois modes différents :

- Langage à contact « CONT ».
- Langage listing « LIST ».
- Langage logique « LOG ».

#### **a) Le langage CONT (langage a contacte) ou LADDER**

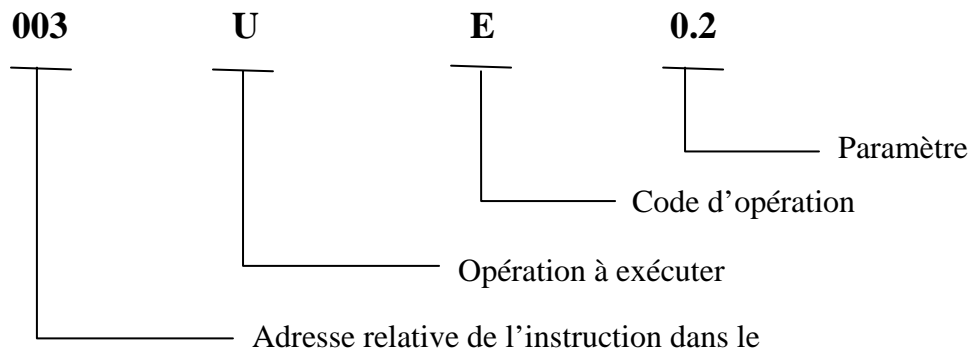
Est un langage dont la logique est inspiré des réseaux électriques, c'est la raison pour laquelle on a choisi ce langage pour la programmation.

Le CONT est un langage graphique dont la syntaxe des instructions est issue des schémas à relais. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation on passant par les contacts (à fermeture et à ouverture), les éléments complexes et les bobines, voir le tableau ci -dessous.

Les contacts	symbole
Contact ouvert	
Contact fermé	
Contacteur (bobine)	

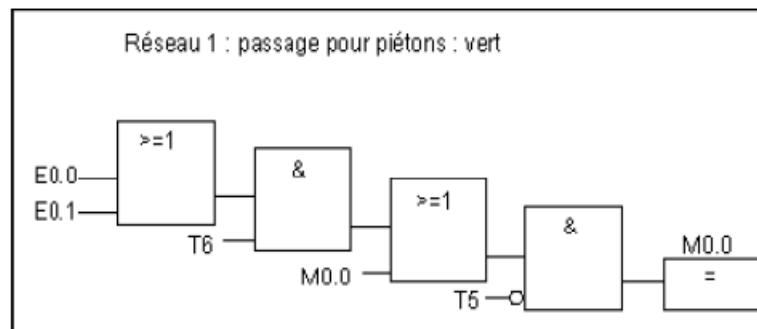
### a) Liste d'instruction (LIST)

C'est un langage de programmation textuel proche au langage machine, les différentes instructions correspondent aux étapes par lesquelles la CPU traite le Programme. La composition de l'instruction et la suivante : **003 UE 0.2 tel que :**



### b) Logigramme

Le logigramme est la représentation graphique ayant recours aux symboles de la logique, les différentes fonctions sont représentées par un symbole avec indicateur de fonctions. Les entrées sont disposées à gauche du symbole, les sorties à droite de ce dernier. Par exemple :



**Figure III.8** : mode de programmation « logigramme »

### III.6.1. Les opérations du langage de programmation STEP 7

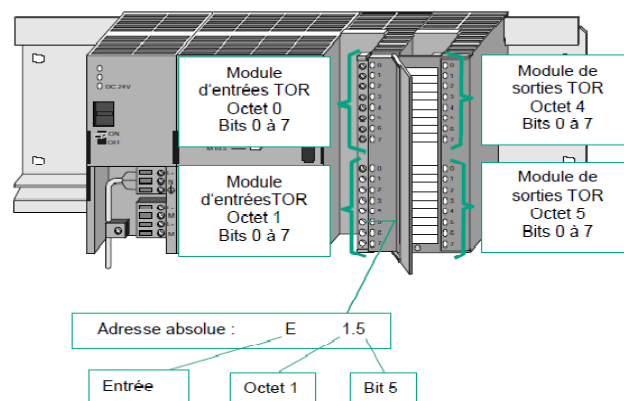
Les opérations du STEP 7 regroupent les fonctions qui s'exécutent dans tous les blocs S7 programmé.

- Opération de mémorisation.
- Opération de chargement de transfert.
- L'opération de comparaison.
- L'opération arithmétique.
- Opération d'appel de bloc.

### III.6.2. Adressage des entrées / sorties

La déclaration d'une entrée ou une sortie donnée a l'intérieur d'un programme s'appel adressage. Les entrées et sorties des automates sont regroupées en groupe de huit entrées ou sorties TOR, cette dernière est appelé un octet, chaque groupe reçoit un numéro que l'on appel l'adresse de l'octet. Qui dépend de l'adresse de début de module.

Afin de permettre l'adressage d'une entée ou une sortie à l'intérieur d'un octet, chaque octet est divisé en huit bits. Ces dernières sont numérotées de 0 à 7, on obtient ainsi l'adresse de bit indiqué sur le module.



**Figure III .9:** adressage des entrées/sorties

### III.6.2.1 Adressage direct

Dans l'adressage direct, l'adresse de l'opérande est codée dans l'opération c'est-à-dire que l'opérande indique l'adresse de la valeur que devra traiter l'opération. L'opérande est constitué d'un identificateur d'opérande et d'un paramètre qui pointe directement sur l'adresse de la valeur.

### III.6.2.2. Adressage symbolique

L'adressage symbolique permet d'affecter un nom symbolique à une adresse absolue. On peut ainsi affecter le nom « BA » à l'entrée E 0.0.

### III.6.2.3. Mémentos

Les mémentos sont utilisés pour les opérations internes à l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Sont des bits internes de l'automate, ils servent à mémoriser les états logiques « 0 ou 1 ».

### III.6.3. Les blocs de S 7

#### III.6.3.1. Les blocs systèmes

Sont des blocs intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ils sont appelés par le programme utilisateur en cas de besoin.

#### III .6.3.2 Les blocs utilisateurs

Ils contiennent le code et les données du programme 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 et ne peuvent être appelés que par le système selon leurs priorités. C'est à dire l'exécution d'un OB peut être interrompu par l'appel d'un autre OB plus prioritaire.

- **blocs d'organisation de traitement cyclique OB1 :** le bloc d'organisation OB sert à l'exécution cyclique du programme utilisateur. On programme dans le OB1 des appels correspond aux blocs fonctionnels FB ou aux fonctions FC ou d'autre type de structure. L'OB1 ne peut être appelé que par le programme système dès que l'exécution du programme de mise en route est achevée.
- **Bloc d'organisation de mise en route :** les blocs d'organisation de mise en route permettent de définir les conditions dans lesquelles l'automate programmable doit être démarré. L'appel de ces blocs se fait après la mise sous tension de la CPU et cette dernière se trouve en mode de fonctionnement marche « Run ou Run-p ».
- **Bloc d'organisation d'alarme cyclique :** les blocs d'organisation d'alarmes cyclique interrompe le traitement du programme cyclique en intervalle régulière.

**Bloc d'organisation pour alarme temporisée :** les OB d'alarme temporisée permettent l'exécution retardée de certaines parties utilisateur. Les alarmes

- temporisées ne peuvent être traitées que si un bloc d'organisation correspondant est continu dans le programme CPU.

**b) Les blocs fonctionnels (FB) :** ces blocs sont subordonnés aux blocs d'organisation, ils renferment une partie du programme qui peut être appelé dans l'OB1 ou dans un autre bloc fonctionnel.

Avant de commencer la programmation du bloc fonctionnel, il est indispensable de remplir la table de déclaration des variables qui renferme les entrées/sorties de ce bloc. A chaque bloc fonctionnel, associer un bloc de donnée d'instance qui constitue la mémoire.

**c) Les fonctions (FC) :** une fonction FC est un bloc de code sans mémoire c'est-à-dire que les données sont perdues à l'achèvement de son exécution. Ces fonctions font appel à des blocs de données globaux pour sauvegarde des données. Une fonction FC nécessite une table de déclaration de variables dans laquelle on déclare des entrées/sorties et des paramètres effectifs mais pas de valeur initiale. Un programme écrit dans une fonction est exécuté quand cette dernière est appelée par un bloc. L'appel se fait pour renvoyer une valeur d'une fonction au bloc appelant. Step 7 met à la disposition 128 FC.

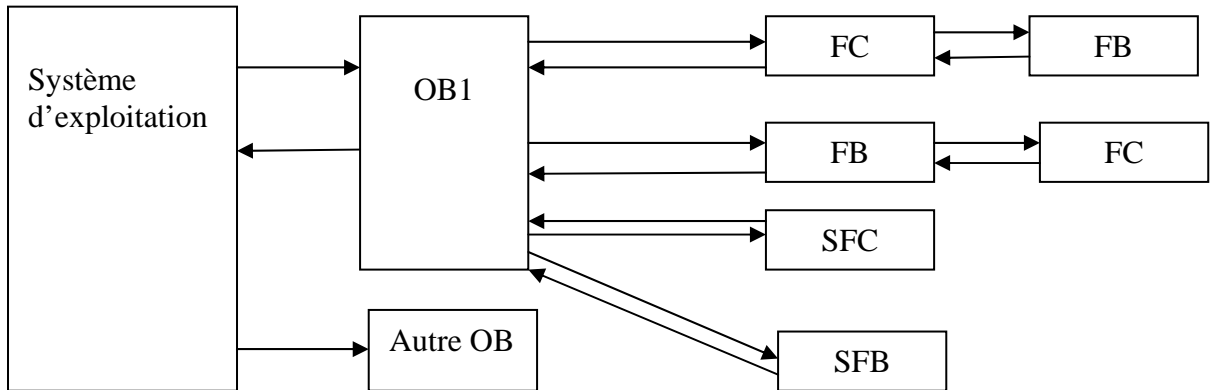
**d) Bloc de données DB :** ils servent à stocker le programme utilisateur et les données nécessaires au traitement de celui-ci ainsi que les données affectés aux blocs fonctionnels respectifs.

#### **III.6.4. Structure du programme**

L'écriture du programme utilisateur complet se fait dans le bloc d'organisation OB1 (programmation linéaire). Cela n'est recommandé que pour le programme de petite taille. Les automatismes complexes, la subdivision en partie plus petite et recommandée. Celle-ci correspondent aux fonctions technologiques du processus, et sont appelés bloc (programmations structurées). Cette structure offre les avantages suivants :

- Ecriture des programmes importants mais clairs.
- Organisation simple du programme.

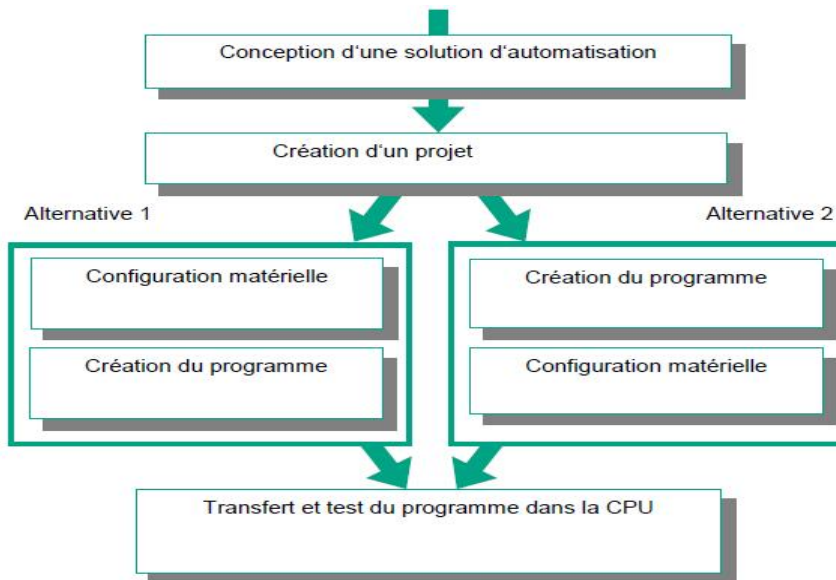
- Facilité de modification.
- Teste facile du programme.
- Facilité de mise en service.



**Figure III.10 :** Programmation structurée

### III.6.5. Création d'une solution d'automatisation dans STEP 7

Pour concevoir un projet avec STEP 7, il existe deux approches, qui sont résumés par la figure III.11 :



**Figure III.11 :** Démarche de programmation avec STEP 7

**Remarque :** on note que pour un système contenant beaucoup de variables, la seconde alternative n'est pas très pratique, on opte donc pour le premier approche.

### III.6.5.1. Création du projet et la configuration matérielle

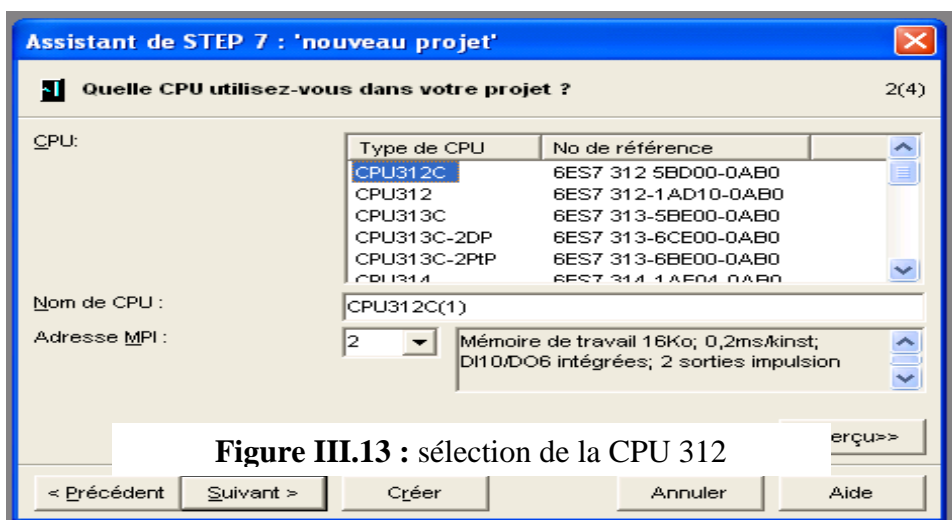
Les procédures suivantes nous permettent la création du projet sous le logiciel STEP 7 sont comme suit :

- a) Lance SIMATIC manager par une double cliques sur son icône
- b) La fenêtre suivante permet la création d'un projet



**Figure III.12 :** fenêtre de création du projet

- c) On clique sur suivant, la fenêtre suivante nous permet de choisir la CPU.



**Figure III.13 :** sélection de la CPU 312

**Figure III.13 :** sélection de la CPU 312

- a) Après validation de la CPU, une fenêtre qui apparaît permet de choisir les blocs à insérer.

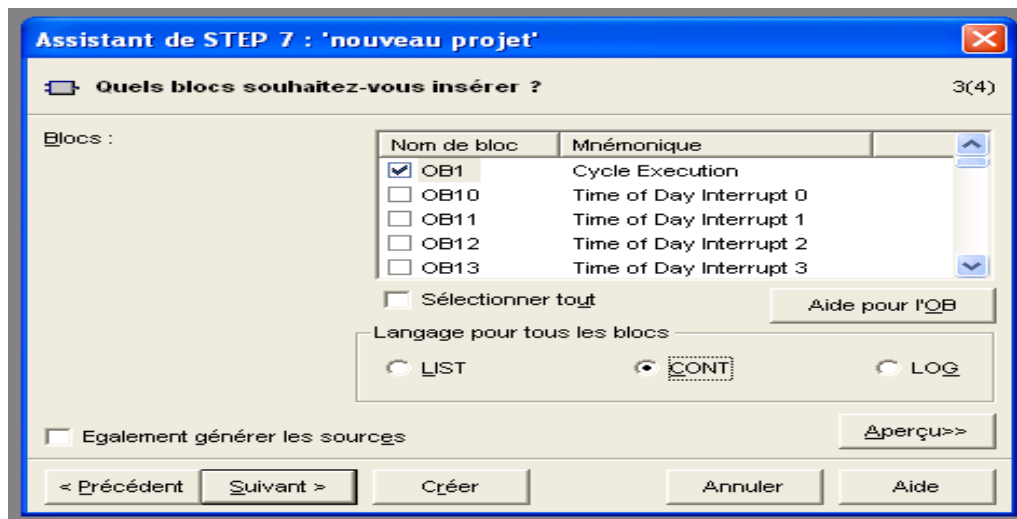


Figure III.14 : sélection de bloc

- b) On cliquant sur suivant, une dernière fenêtre pour la création du projet apparaît pour le nommer.

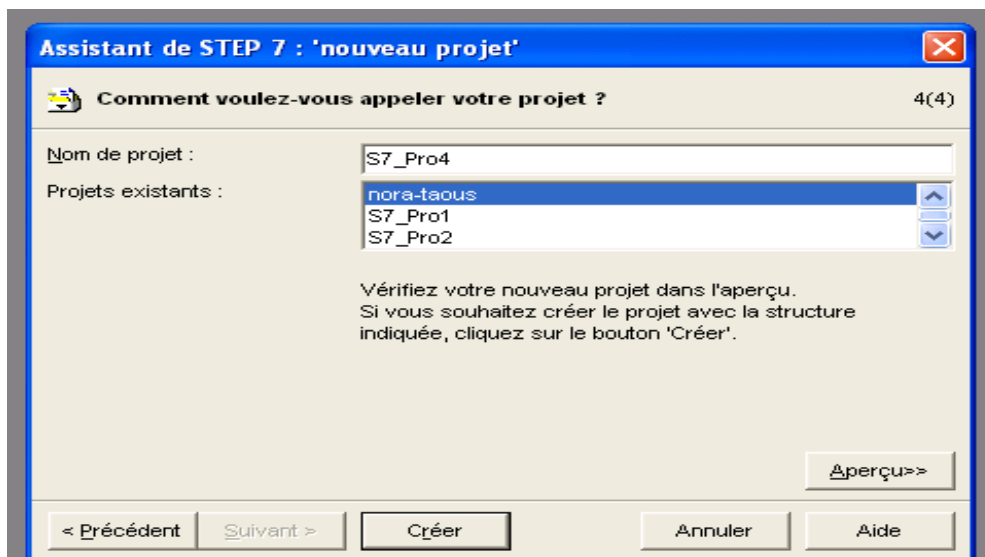


Figure III.15 : affectation du nom du projet

d) On clique sur créer, les fenêtres suivant apparaissent

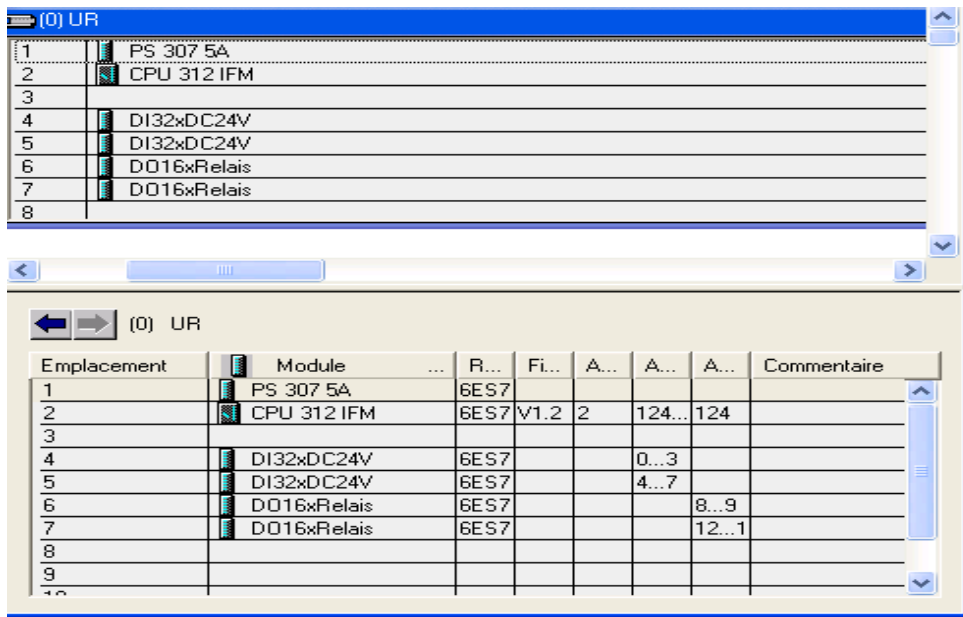


Figure III.16 : configuration matérielle

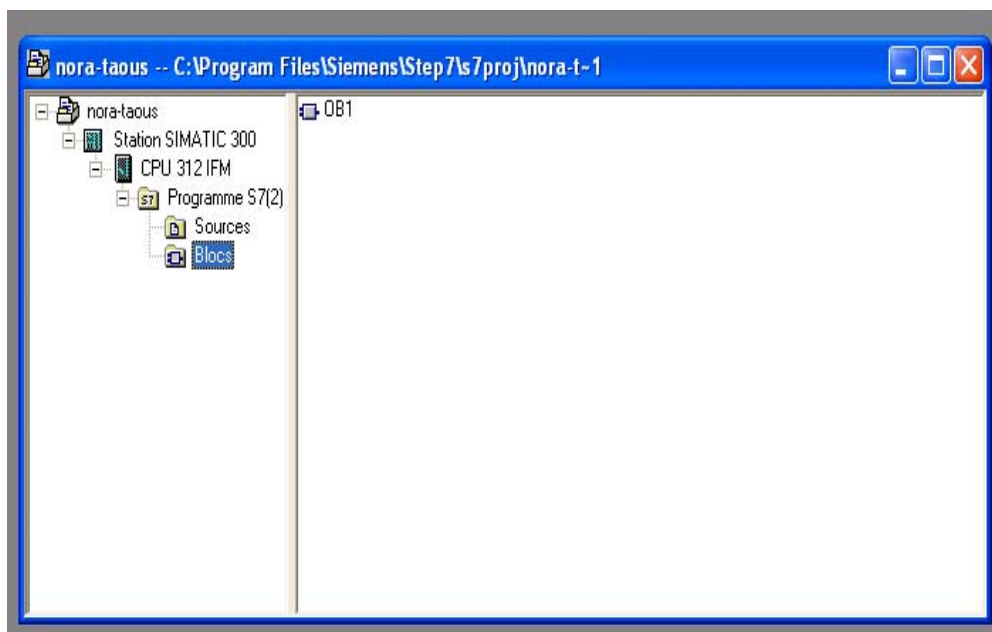


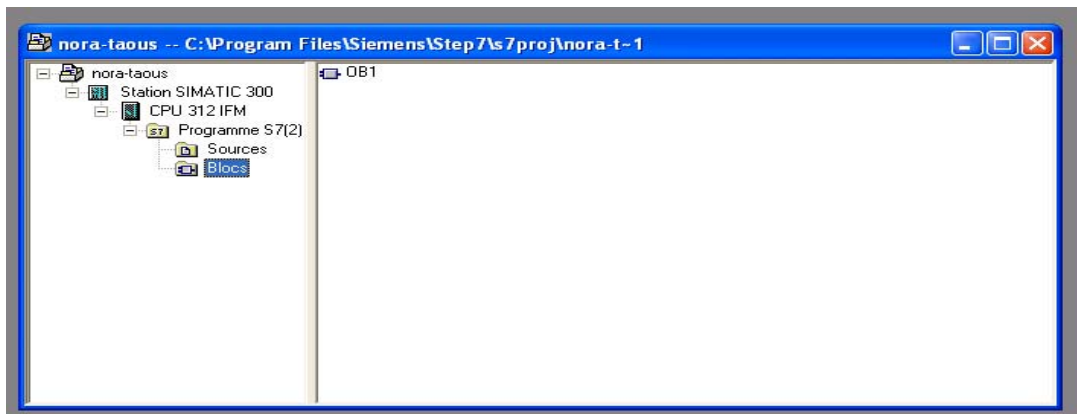
Figure III.17 : vue de composants d'un projet S7

Après l'élaboration du programme dans l'automate S7, nous arrivons à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape est la validation du programme par simulation, et vérification du bon fonctionnement de notre automatisme.

La simulation est faite avec le logiciel simulateur des modules physique PLCSIM qui est un logiciel optionnel de STEP7, son utilisation impose l'installation de la version de base de STEP7.

### III.7. Etapes de simulation d'un projet

- 1- On lance le SIMATIC manager par un double cliques sur son icône
- 2- Ouvrir la fenêtre qui contient un projet à simuler.




**Figure III.18 :** fenêtre de l'environnement STEP7



- 3- Activer le logiciel de simulation on cliquant sur l'icône



Ou sélectionné la commande outils (simulation de modules). Cela lance l'application « S7-PLCSIM » et ouvre une fenêtre « CPU ».

- 4- Charger les blocs dans l'API de simulation on cliquant sur l'icône  On choisi la commande de système cible (charger).

Après avoir exécuté le logiciel « S7-PLCSIM », et charger des blocs dans le simulateur, on crée des fenêtres d'affectation d'entrées et celle de visualisation de sortie de manière suivante :

- ✓ apparaît à coté de « mise sous tension ».
- ✓ Choisir le menu « CPU » dans S7-PLCSIM et vérifier qu'un noir Choisir la commande d'exécution (mode d'exécution) et vérifier qu'un point noir apparaît à coté de cycle continu.
- ✓ Mettre la CPU de simulation en cliquant dans la case à cocher « RUN » ou « RUN-P ».
- ✓ Cliquer sur  on sélectionne la commande insertion (entrée) pour afficher une fenêtre de module d'entrée E.
- ✓ Cliquer sur  on sélectionne la commande insertion (sorties) pour afficher une seconde fenêtre de module de sortie A.
- ✓ Cliquer sur, on sélectionne la commande insertion (temporisation) pour afficher une fenêtre de temporisation T.

Une fois que toutes les fenêtres d'entrées et de sorties sont prêtes, on active quelques entrées pour lire l'état des sorties.



**Figure III.19** : exemple de simulation avec S7-PLCSIM

### III.7.1. Visualisation de l'état de programme

Après avoir chargé le programme dans la CPU de simulateur et avoir mis cette dernière en mode RUN-P, le logiciel STEP 7 nous permet de visualiser, avec la fonction teste (visualiser), ou on cliquant sur l'icône les étapes des variables et les bites d'entrées et ceux de sorties comme le montre la figure ci-dessous

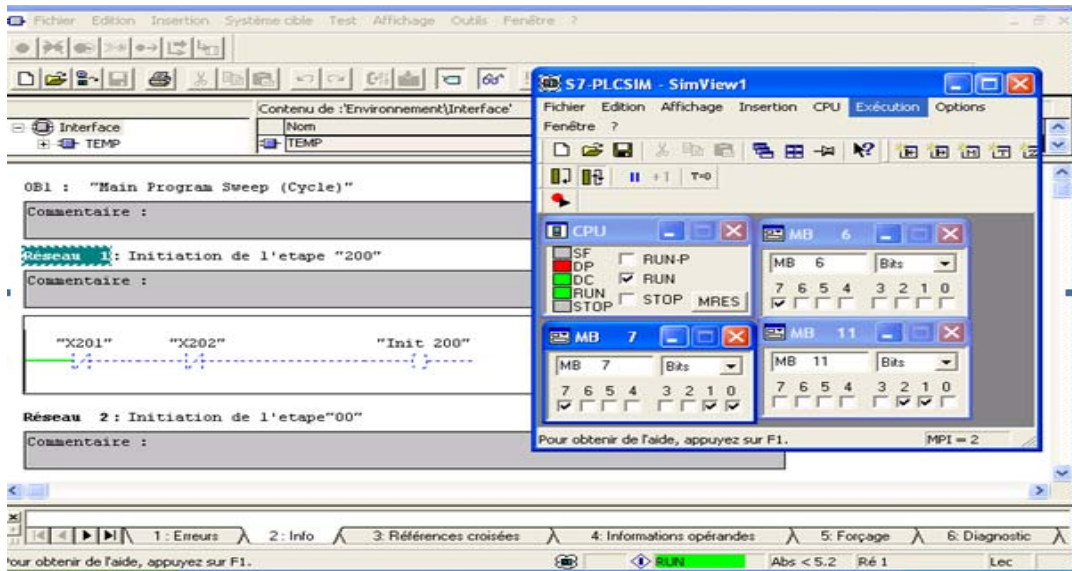


Figure III.20 : initialisation de l'étape « groupe hydraulique »

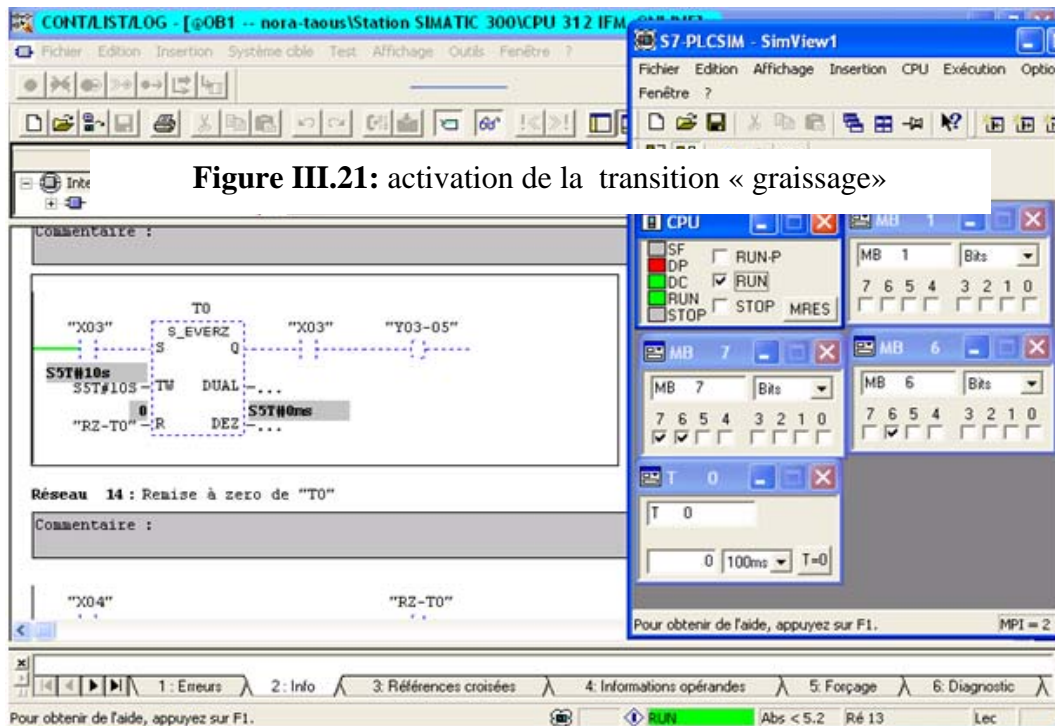
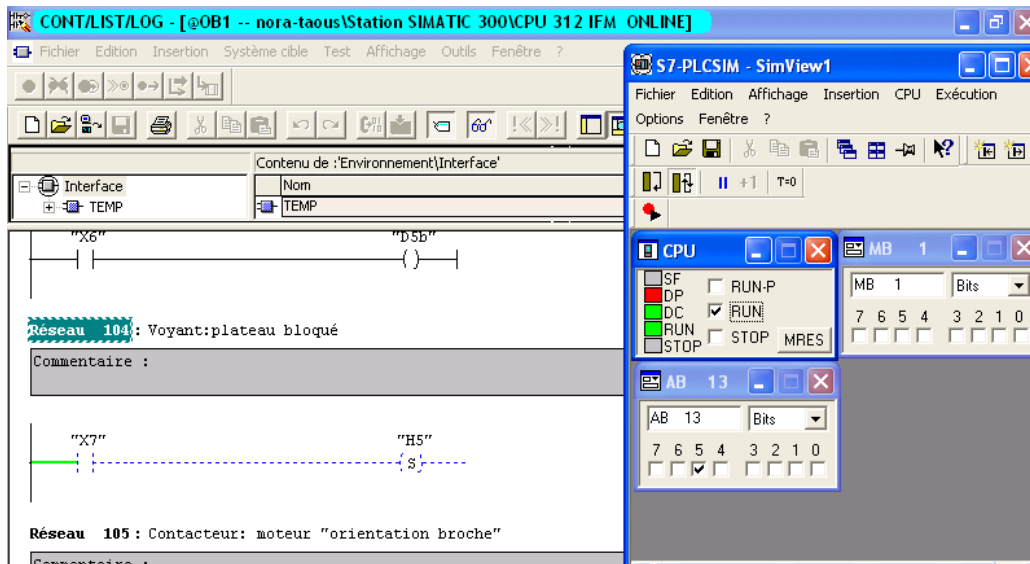


Figure III.21: activation de la transition « graissage »



**Figure III.22** : voyant plateau bloqué

Après avoir programmé le fonctionnement de la machine, on donne en annexe 3 les schémas en logique programmée.

### **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous sommes arrivés à configurer l'API S7-300 avec le matériel adéquat (PS, CPU et SM) vis-à-vis les conditions existantes sur notre aléuseuse, ainsi nous avons converti les GRAFCETs de modélisations en programme exploitable par la CPU avec le langage de contact (Annexe II).

Le simulateur PLCSIM offre un avantage primordial en donnant la possibilité de rattraper les erreurs commises pendant la programmation avant son changement dans la CPU, ce qui affirme le niveau de sûreté élevé des APIs SIMATIC.

*Conclusion Générale*

## **Conclusion Générale**

Ce modeste travail nous a permis d'approfondir dans la théorie des automates programmables industriels, ceci a enrichi nos connaissances dans ce domaine. Ainsi le stage que nous avons effectué au niveau de la DVI, nous a été une opportunité d'appliquer et de confirmer les notions théoriques acquises pendant notre formation.

Durant ce projet, nous avons aussi pu nous confronter avec le monde industriel, découvrir les concepts techniques et technologiques dans le domaine de la conduite des procédés (commande, automatisation, surveillance ...).

Dans notre étude nous avons utilisé plusieurs logiciels comme X-Relais pour la réalisation es différents schémas (hydraulique, pneumatique, électrique, et les GRAFCETs), le STEP7 pour la configuration et la programmation de l'automate SIMTIC S7-300 et le PLCSIM pour la simulation du programme. L'utilisation de cet ensemble des logiciels nous a permis d'améliorer nos connaissances dans le domaine de l'informatique industrielle.

Nous souhaitons que la solution que nous avons proposée qui doit être approfondie puisse servir de base pour une implémentation réelle de l'automate.

# ***Bibliographie***

# Bibliographie

- 1) J. C Bossy, P.Brard, P. Faugère, C.Merlaud : « Le GRAFCET, sa pratique et ses applications », Educalivre, 1979.
- 2) S. Morano, E. Peulot : « le GRAFCET, conception-implantation dans les automates programmables industriels », Casteilla, 2002.
- 3) P. Le brun : « technologie, choix et mise en œuvre des API, automate programmable industriel », 1997.
- 4) Z. Igueni et S. Gada: « Etude et automatisation de la chaine de production de porte de réfrigérateur par un API S7-300 », thèse d'ingénieur UMMTO (département automatique), 2007/ 2008.
- 5) M. Boudissa et A. Benlalli : « conception d'une commande programmable d'une plieuse de tôle à base d'un automate programmable S7-300 », thèse d'ingénieur UMMTO (département automatique), 2006/ 2007.

## **Documentation technique**

- Les schémas électriques et hydrauliques de l'aléuseuse, documentation technique SNVI.
- Documentation technique Siemens, pour l'API et le manuel de langage contacte.

## **Site internet**

<http://www.lamaintenance.fr>

<http://www.siemens.com>

<http://www.berger20free.fr>

[http:// www.perso.wadoo.fr](http://www.perso.wadoo.fr)

