

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTÉ DU GÉNIE ÉLECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE

DÉPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention de diplôme

D'INGÉNIEUR D'ÉTAT EN AUTOMATIQUE

THÈME

Étude et automatisation par automate programmable S7-300
d'une station de chromage à l'entreprise ENIEM.

Présenté par :

Mr. Hamid BERRAHMOUN

Mr. Hamid BECHAR

Dirigé par : Mr. A. HAMACHE

Proposé par : Mr. M. CHALAL

Soutenu le : 04 / 10 /2012 Devant le jury d'examen composé de :

Président : Mr: M. CHARIF

Examineur: Mme: O. MEGHERBI

Examineur: Mr: M. CHARIF

Promotion 2012

REMERCIEMENTS

AU TERME DE CE TRAVAIL ON TIENT À
EXPRIMER NOTRE PROFONDE RECONNAISSANCE
À TOUS CEUX QUI NOUS ONT AIDÉS DE A À Z.

ON REMERCIE NOTRE PROMOTEUR *MR :*
HAMACHE.A, QUI NOUS A DIRIGÉ ET ENCADRÉ ET
ON SOUHAITE ÉGALEMENT REMERCIER *MR :*
CHALAL.M, QUI NOUS A PROPOSÉ CE TRAVAIL
AINSI QUE LE PERSONNELS DE L'ENTREPRISE
ENIEM.

DEDICACES

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À :

- *À LA MÉMOIRE DE MON FRÈRE KACI ET MON
COUSIN ET AMI MOKRANE.*
- *À MES CHERS PARENTS À QUI JE DOIS TOUT
ET À TOUTE MA FAMILLE.*
- *À MON AMI ET BINÔME KARIM AVEC QUI J'AI
PARTAGÉ CE TRAVAIL ET TOUTE SA
FAMILLE.*
 - *À TOUS MES AMIS*

HAMID

DEDICACES

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À :

- A MES CHERS PARENTS À QUI JE DOIS TOUT ET À TOUTE MA FAMILLE.
- A MON AMI ET BINÔME HAMID AVEC QUI J'AI PARTAGÉ CE TRAVAIL.
 - A TOUS MES AMIS

HAMID

SOMMAIRE

Sommaire

Introduction Générale	
Chapitre I : Systèmes Automatisés Industriels	
I. Introduction.....	1
II. Systèmes automatisés de production	1
II.1.La partie opérative (PO).....	1
II.2.La partie commande (PC).....	1
III. Objectif de l'automatisation d'un système de production	1
IV. Organigramme générale d'un automatisme	3
V. Automates programmables industriels	4
V.1. Introduction aux automates programmables industriels (API)	4
V.2. Rôle d'un automate programmable dans les systèmes automatisés industriels	4
V.3. Architecture des automates programmable.....	4
V.3.1. Aspect externe	4
V.3.2. Aspect interne	6
A) Module d'alimentation	6
B) Unité centrale	6
• Processeur.....	7
• Registre	7
C) Le bus interne	7
D) Mémoires	7
E) Interfaces entrées/sorties « E/S».....	7
• Interface d'entrée	7
• Interface de sortie	8
V.4. Domaines d'emploi des automates.....	9
V.5. Nature des informations traitées par l'automate	9
V.6. Les modes de programmation	9
VI. Conclusion.....	10

Sommaire

Chapitre II : Description et Fonctionnement de la Station.....	
I. Introduction.....	11
II. Représentation de la station	11
III. Structure de la station.....	11
III.1. Poste de chargement	13
III.2. Bains de traitement	13
III.2.1. Bain de dégraissage cathodique.....	13
III.2.2. Bain de décapage.....	13
III.2.3. Bain de dégraissage anodique.....	13
III.2.4. Bain de neutralisation.....	14
III.2.5. Bain de nickelage.....	14
III.2.6. Bain de chromage.....	14
III.3. Bains de lavage.....	15
III.3.1. Lavage froid.....	15
III.3.2. Lavage a chaud.....	15
III.3.3. Bain mort.....	15
III.4. Cuve de séchage.....	15
III.5. Poste de déchargement.....	15
IV. Groupe transport.....	17
V. Armoire électrique.....	19
V.1. Annotation générale.....	19
V.2. Table des services auxiliaires.....	19
V.3. Connexions électrique.....	19
VI. Réseaux auxiliaires.....	19
VI.1. Collecteur pour l'alimentation en eau.....	19
VI.2. Collecteur pour l'eau de refroidissement.....	19

Sommaire

VI.3. Collecteur de l'eau surchauffe	20
VI.4. Système d'aspiration.....	20
VII. Autre éléments	20
VII.1. Les filtre	20
VII.2. Les redresseurs.....	20
VII.3. Les moteurs.....	21
VII.4. Freinage des moteurs.....	22
VII.5. Armoire de commande	22
A. Contacteur.....	22
B. Relais thermique.....	23
C. Sectionner port fusible.....	23
D. Minuterie.....	23
VII.6. Les capteur	24
VII.7. Régulateur automoteur de température	25
VIII. Principe de fonctionnement de chaine.....	26
VIII.1. Démarrage	26
VIII.2. Le cycle de fonctionnement	26
IX. Conclusion	27
Chapitre III. Amélioration et Modélisation de la Station.....	
I. Introduction	28
II. Généralité sur le GRAFCET	28
II.1. définition et symbolisation de GRAFCET	28
II.1.1 Les étapes.....	29
II.1.2. Les transitions.....	29
II.1.3. Les réceptivités	29
II.1.4. Les actions	29
II.2. Règles du GRAFCET	29

Sommaire

• Règle (1) : (sécession).....	30
• Règle (2) : (évolution)	30
• Règle (3) : (franchissement d'une transition).....	30
• Règle (4) : (évolution des étapes actives).....	30
• Règle (5) : (activation et désactivation simultanées).....	30
II.3. Structure du GRAFCET.....	30
II.3.1. Séquence linéaire	30
II.3.2. Sélections des séquences	31
A. Saut d'étapes	32
B. Reprise de séquence.....	32
II.3.3. Séquences parallèles	33
II.3.4. Temporisation	33
II.4. Niveau d'un GRAFCET.....	34
• Grafcet niveau 1	34
• Grafcet niveau 3	34
• Grafcet niveau 2	34
II.5. Programmation en diagramme d'échelle (LADDER)	34
III. Amélioration de la station de chromage	35
III.1 Le remplacement des capteurs mécaniques de position par des capteurs de proximité.....	35
III.1.1. capteur de proximité inductif	36
III.1.2. Capteur de proximité infrarouge	37
III.2. Remplacement des dispositifs mobiles par des vérins doubles effet	37
III.3. Amélioration du temps du cycle de travail	39
IV. Modélisation de la station	41
IV.1. GRAFCET niveau 1.....	41
IV.2. GRAFCET niveau 2.....	42
IV.3. GRAFCET de sécurité	42
V. Conclusion.....	44

Sommaire

Chapitre VI : Programmation de l'Automate S7-300.....
I. Introduction	45
II. Les critères de choix de l'automate S7-300	45
III. Présentation générale de l'automate S7-300.....	45
III.1. Caractéristiques de l'automate S7-300	46
III.2. Constitution de l'automate S7-300	46
III.2.1. Modules d'alimentation (PS)	47
III.2.2. Description de la CPU	48
• Interface MPI	48
• Commutateur de mode fonctionnement	48
• Signalisation des états	49
• La carte mémoire	49
• La pile	49
• Borne pour l'alimentation et la terre fonctionnelle	49
III.2.3. Modules de coupleur (IM).....	50
III.2.4. Modules de signaux	50
A. Module de fonction (FM).....	50
B. Module de simulation	50
C. Modules de communication (CP).....	50
D. Châssis d'extension (UR)	51
IV. Fonctionnement de l'automate programmable	51
IV.1. Réception des informations sur les états du système	51
IV.2. Système d'exploitation	51
IV.3. Exécution du programme utilisateur	51
IV.4. Commande de processus	52
V. Nature des informations traitées par l'automate	52
VI. Programmation de l'API S7-300	52
VI.1. Les blocs du programme utilisateur	53
VI.1.1 Bloc d'organisation (OB)	53

Sommaire

VI.1.2. Bloc fonctionnel (FB)	53
VI.1.3 Fonction (FC)	54
VI.1.4. Bloc de données (DB)	54
VI.2. Création d'un projet dans S7-300.....	54
VII. Conclusion	58
Chapitre V : Simulation et Validation de Programme.....	
I. Introduction.....	59
II. Présentation du S7 PLCSIM	59
III. Mise en route du logiciel S7-PLCSIM	59
IV. Simulation du programme de la station chromage	63
V. Conclusion	65

INTRODUCTION

Introduction Générale

AVANT-PROPOS :

Les trois ans de formation dans le domaine d'automatique se clôturent par un stage pratique au sein d'une entreprise, ce stage vise essentiellement à initier les stagiaires au rythme de travail au sein d'un milieu professionnel, et à respecter la réglementation et ainsi les horaires.

En plus il attribue à l'étudiant la possibilité de se doter d'une expérience professionnelle.

Grace a l'entreprise ENIEM et à l'aide de toutes les personnes de son organisme, on a effectué notre stage dans les meilleurs conditions.

INTRODUCTION :

L'homme a depuis toujours, cherche à économiser son énergie musculaire en exploitant d'autres formes d'énergie tel que, énergie hydraulique, énergie éolienne, l'invention du moteur électrique et du moteur thermique a renforcé cette évolution, l'homme est cependant indispensable pour le pilotage des opérations et assure les tâches informationnelles, bien qu'il soit soulagé des taches opérationnelles.

Aujourd'hui, l'automatisation permet de remplacer l'homme aussi bien dans les taches opérationnelles, que dans les taches informationnelles. L'automatique est une spécialité de la conception, de la réalisation, de la mise en ouvre et de la maintenance des systèmes, et d'application informatique du secteur industriel et de la production.

L'automatisation des systèmes de production permet de :

- Réaliser des opérations trop complexe ou dangereuse et nous pouvant être confiées à l'homme ;
- Substituer l'homme dans les opérations répétitive ou pénible ;
- Accroitre la précision ;
- Accroitre la rentabilité et la productivité par la diminution de la main d'ouvre.

Le travail présente dans ce mémoire, consiste à faire une étude et améliorer l'automatisation d'une station de chromage par automate S7-300 de la firme SIEMENS.

Introduction Générale

Ce travail a été réalisé en effectuant parallèlement un stage pratique au niveau de l'unité cuisson de l'entreprise ENIEM.(Entreprise national des industries de l'ectro-ménager). Qui est une entreprise publique de droit algérienne constituée le 2 janvier 1983. Mais qui existe depuis 1974 sous tutelle de l'entreprise SONELAC.

Son siège se situe au chef lieu de la willaya de Tizi-Ouzou. Les unités de la production, froid, cuisson, et climatisation. Sont implantées dans la zone industrielle Aissat Idir à Oued Aissi, distance de 7 Km du chef lieu de la willaya.

Les filial sanitaire et lampe sont installées respectivement à Miliana de la willaya de Ain Defla et Mohammedia dans la willaya de mascara.

Et comme toute autre entreprise l'ENIEM se confronte aux contraintes de progrès technologique, dans ce contexte le sujet qui nous a été proposé, consiste à l'étude et l'automatisation par automate programmable S7-300 de la station de chromage installée à l'unité cuisson de l'entreprise ENIEM.

Pour ce faire nous avons élaboré le plan de travail suivant :

- Le premier chapitre comprend une vue globale sur les systèmes automatisés.
- Le deuxième chapitre comporte la description générale de la station, où sont présentées ses différentes parties constitutives.
- Le troisième chapitre est consacré à la modélisation de la machine en faisant appel à l'outil de modélisation qui est le GRAFCET (Graphe fonctionnel de Commande Étape-Transition).
- Le quatrième chapitre traite de la programmation de l'automate S7-300.
- Le cinquième et dernier chapitre consiste à la simulation du programme, élaborer dans le chapitre quatre, par le logiciel de simulation S7-PLCSIM.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I :
LES SYSTÈMES
AUTOMATISÉS
INDUSTRIELS

I. INTRODUCTION :

Les progrès scientifiques et l'évolution de la technologie ont permis à l'homme de concevoir des machines réduisant au strict minimum son effort physique. Ces machines ont été pendant longtemps conduites et surveillées par l'homme, exigeant ainsi de lui une vigilance permanente. Mais grâce à l'électronique, l'informatique et aux énergies électriques, pneumatiques, et hydrauliques qui ne cessent de progresser, l'homme s'est libéré de toutes ces contraintes en étant remplacé dans l'exécution de certaines tâches pénibles et répétitives.

II. SYSTÈMES AUTOMATISÉS DE PRODUCTION :

Un système automatisé de production est une machine qui crée de la valeur ajoutée. Il comporte une partie puissance et une partie commande, étroitement liées et fonctionnant conjointement.

II.1. LA PARTIE OPÉRATIVE (PO):

Elle comprend le procédé qui agit sur la matière, la chaîne d'énergie qui alimente les actionneurs et la chaîne d'information qui transmet les informations sur l'état du système aux ordres.

II.2. LA PARTIE COMMANDE (PC):

Elle traite les informations de différentes formes provenant du procédé et de sources externes, génère et envoie les ordres en fonction des consignes reçues pour que le système fonctionne selon les besoins de l'exploitation. Ce traitement fait appel à la logique combinatoire, séquentielles, et à la régulation.

L'évolution du comportement du procédé est contrôlée par la partie séquentielle de la commande en fonction des variables d'entrées de type numérique ou logique (booléenne).

III. OBJECTIF DE L'AUTOMATISATION D'UN SYSTÈME DE PRODUCTION :

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

Systèmes Automatisés Industriels

- L'accroissement de la productivité du système, c'est-à-dire ; la quantité des produits élaborés pendant une durée donnée. Cela exprime un gain de valeur ajoutée sous forme d'une :
 - rentabilité ;
 - compétitivité ;
 - flexibilité de production.
- L'adaptation à des contextes particuliers a savoir :
 - L'adaptation à des environnements hostiles pour l'homme (milieu salin, espace, radioactivité...),
 - L'adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives et parallèles...), garantir la sécurité.

IV. ORGANIGRAMME GÉNÉRALE D'UN AUTOMATISME :

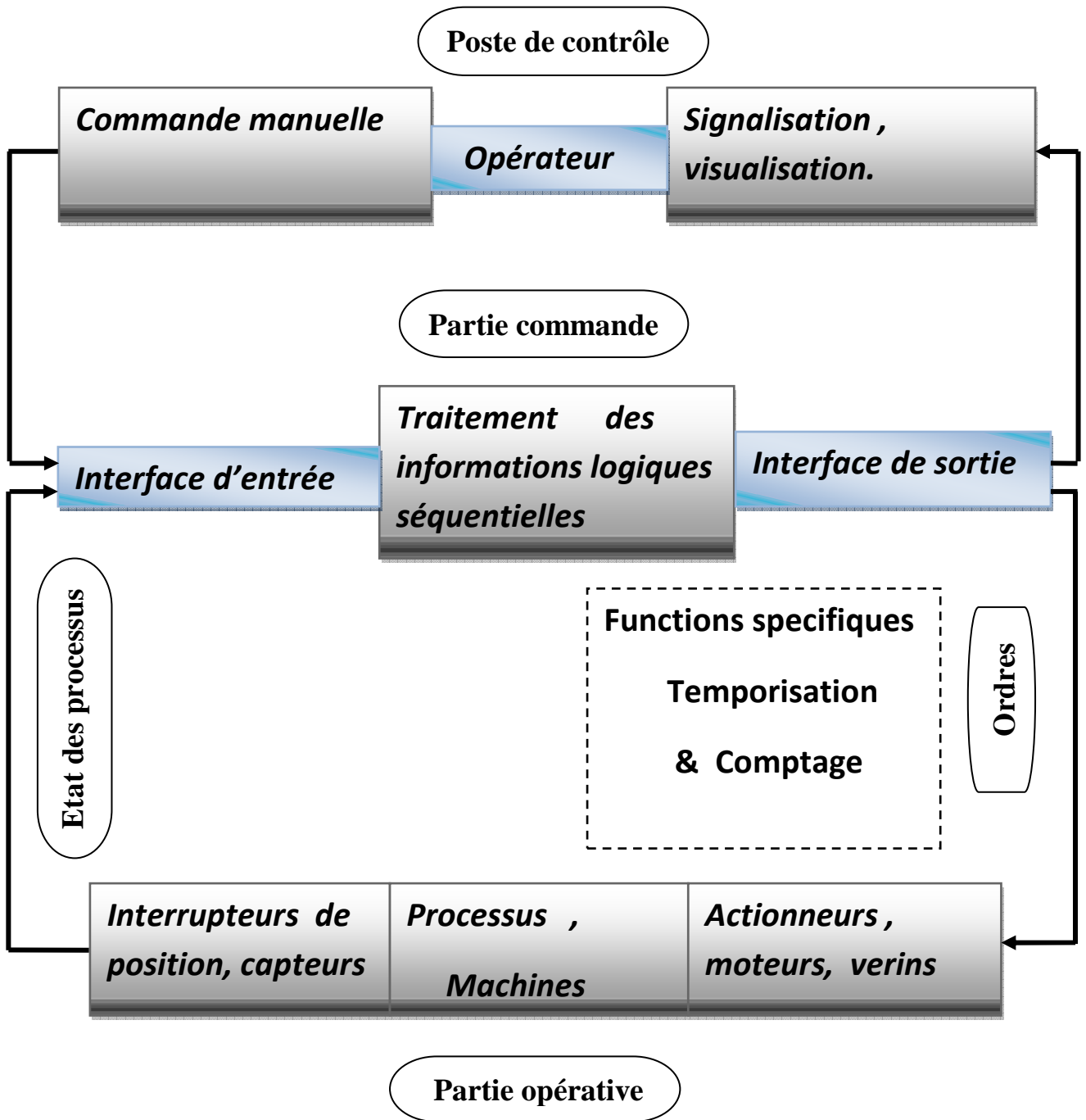


Fig. I.1 : Organigramme d'un automatisme.

V. AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS :

V.1. INTRODUCTION AUX AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS (API) :

L'automate programmable est un système de traitement d'information dont le programme de fonctionnement est élaboré sur la base d'instructions établies en fonction des processus à gérer.

Les (A.P.I) sont apparus au « États-Unis » vers 1969 ou ils répandaient Aux soucis des industriels, au moment ou les coûts de câblage et de mise au point devenaient trop élevés.

V.2. RÔLE D'UN AUTOMATE PROGRAMMABLE DANS LES SYSTÈMES AUTOMATISÉS INDUSTRIELS :

Les automates programmables industriels (API) représentent l'outil de base de l'automatisation des systèmes de production. Un API permet de piloter un système de production conformément à un programme placé en mémoire. Sa flexibilité explique son large domaine d'utilisation, il est généralement placé en milieu industriel, où il représente le cœur de la partie commande d'un système automatisé. Il est en relation avec les autres parties du système grâce à son interface entrées-sorties.

Une grande partie des API du marché possèdent un moniteur d'exécution mono-tâche. Cependant, pour des raisons de performance, de plus en plus de constructeurs proposent des modèles dont le moniteur d'exécution supporte le multitâches et les interruptions. Dans un API cyclique, le programme s'exécute dans une boucle permanente. A chaque itération de boucle (cycle), trois types d'actions (acquisition des entrées, exécution du programme et affectation des sorties) sont effectuées.

V.3. ARCHITECTURE DES AUTOMATES PROGRAMMABLE:

V.3.1. ASPECT EXTERNE :

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire, dans ce chapitre on s'intéresse uniquement aux automates de type modulaire (SIEMENS). Le processeur, l'alimentation et les interfaces entrées / sorties résident dans des

unités séparées appelées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant les bus et les connecteurs.

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

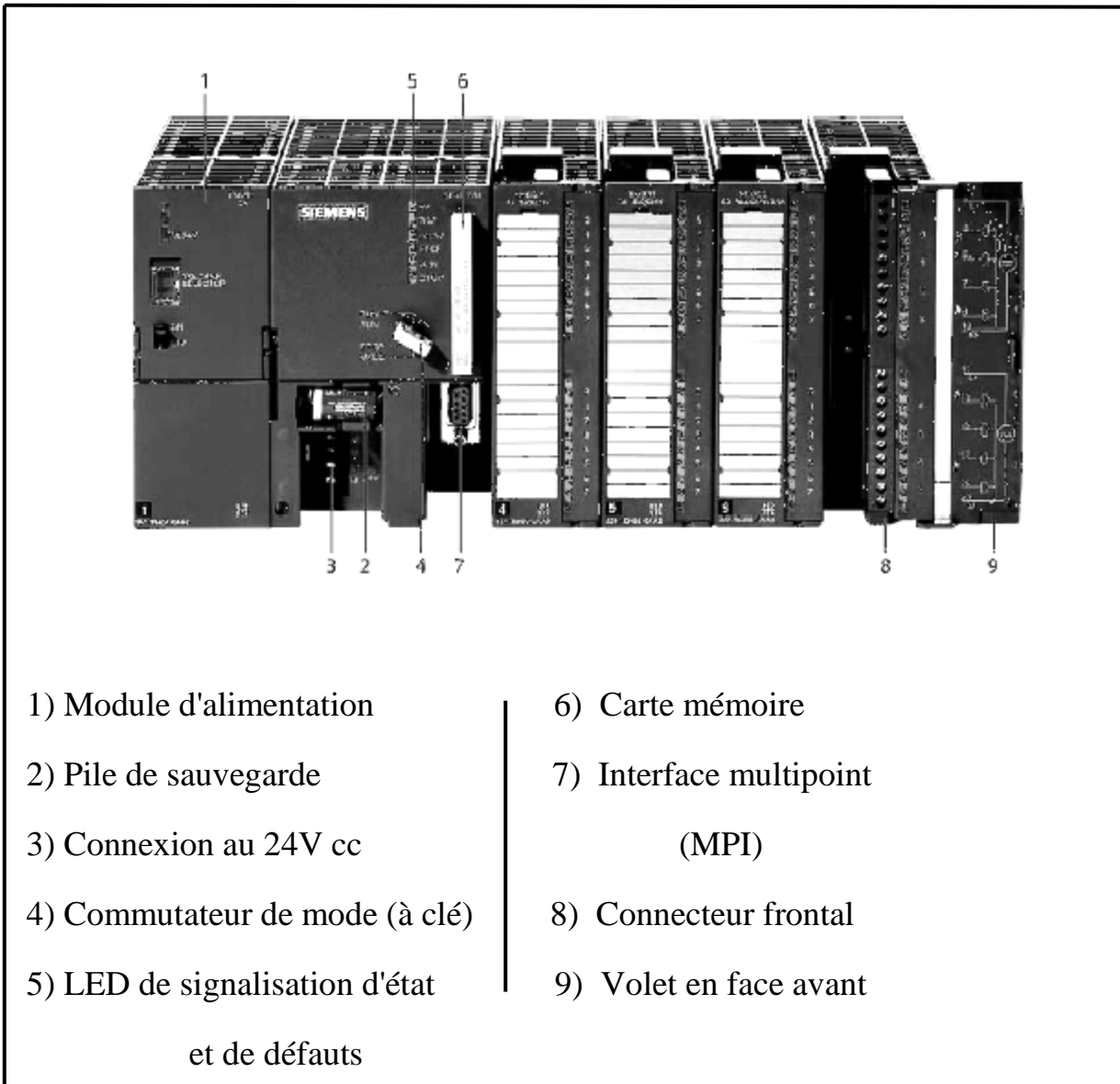


Fig. I.2 : Automate modulaire (SIEMENS).

V.3.2. ASPECT INTERNE :

La structure interne d'un API peut se présenter comme indiqué à la figure suivante. Figure (I.3) :

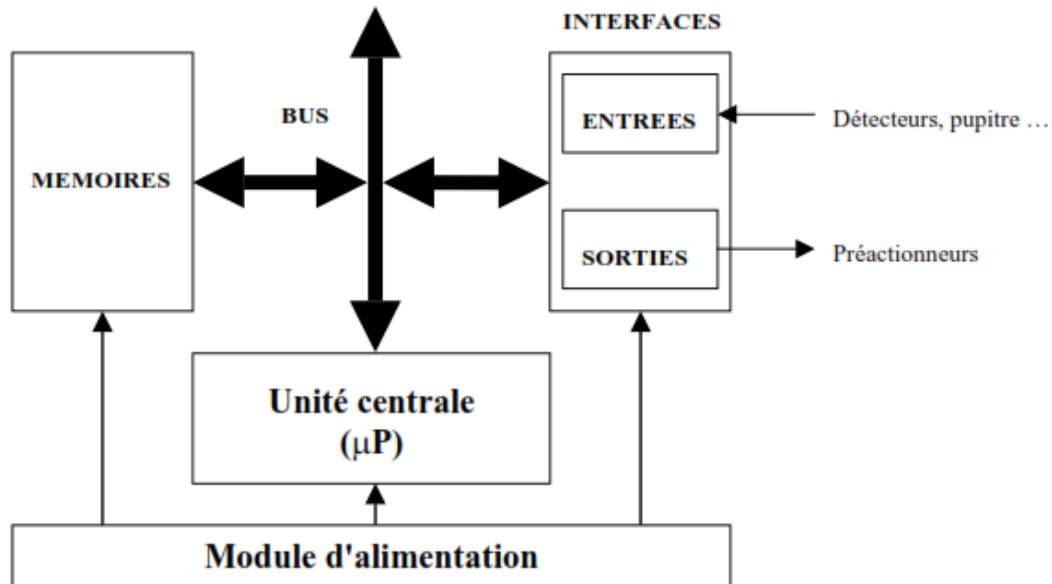


Fig. I.3: Structure interne d'un API.

A) MODULE D'ALIMENTATION :

C'est un module qui est destiné à redresser la tension du réseau pour l'alimentation de la CPU et éventuellement les modules entrée/sortie de l'API en courant continu. Cette alimentation ne fournit pas les signaux entrants des modules entrées/sorties.

B) UNITÉ CENTRALE :

A base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques, et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation...), elle est constituée de :

- **PROCESSEUR :**

Le processeur est le cerveau de l'UC (unité centrale) c'est l'ensemble fonctionnel chargé d'assurer le contrôle de la machine et d'effectuer les instructions du programme.

- **REGISTRES :**

Le processeur est organisé autour d'un certain nombre de registres.

- **DÉFINITION :**

Un registre est une mémoire rapide à semi-conducteur complétée de dispositifs logiques permettant la manipulation des informations qu'elle contient ou leur combinaison avec des informations extérieures.

C) LE BUS INTERNE :

Il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

D) MÉMOIRES :

Elles permettent de stocker le système d'exploitation (**ROM** ou **PROM**), le programme (**EPROM**) et les données système lors de fonctionnement (**RAM**). Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires de type **PCMCIA**.

E) INTERFACES ENTRÉES/SORTIES « E/S » :

Ce sont elles qui permettent les échanges d'informations avec l'environnement extérieur de l'automate. Elles adaptent les signaux entrants et sortants en tension, filtrés des influences extérieures.

- **INTERFACE D'ENTRÉE :**

Elle permet de recevoir des informations du **S.A.P.** ou de pupitre de commande et de mettre en forme ce signal tout en l'isolant électriquement (optocouplage).

Les critères de choix d'un module d'entrées sont :

-Nature (logique-analogique) ;

-Nombres d'entrées par module et la nature et niveau de tension.

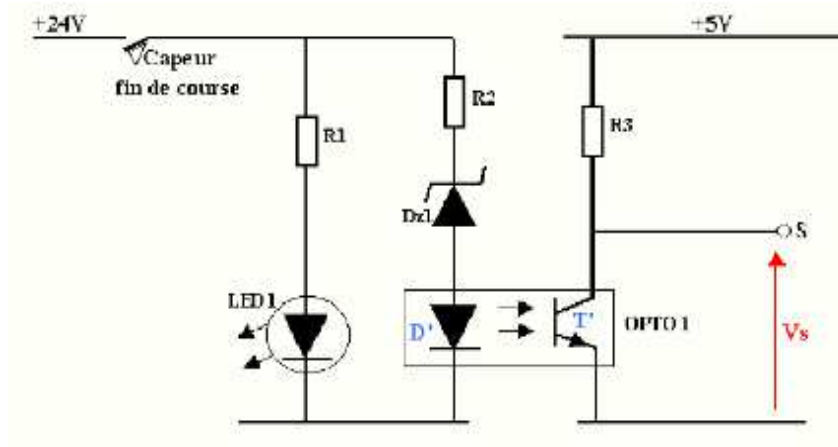


Fig. I.4 : Interface d'entrée d'un API.

- **INTERFACE DE SORTIE :**

Il permet l'adaptation et le transfert des signaux délivrés par la CPU après traitement du programme vers les actionneurs du processus industriel.

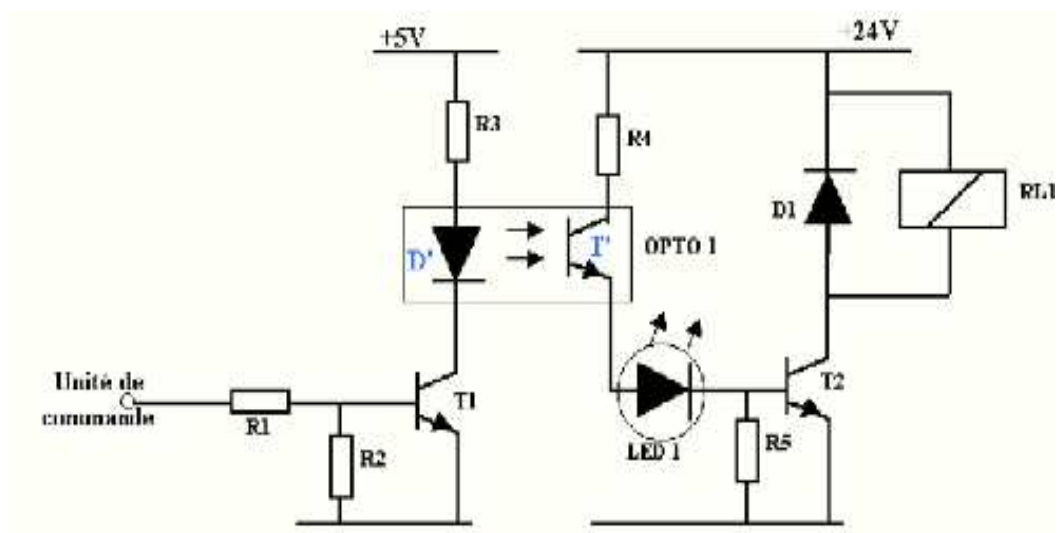


Fig. I.5 : Interface de sortie d'un API.

Les critères de choix d'un module de sortie sont :

- Nature (logique analogique) ;
- Nombre de sortie par module ;
- Nature et niveau de tension ;
- Courant de sortie maximal ;
- Nature de la protection du module.

V.4. DOMAINES D'EMPLOI DES AUTOMATES :

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

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

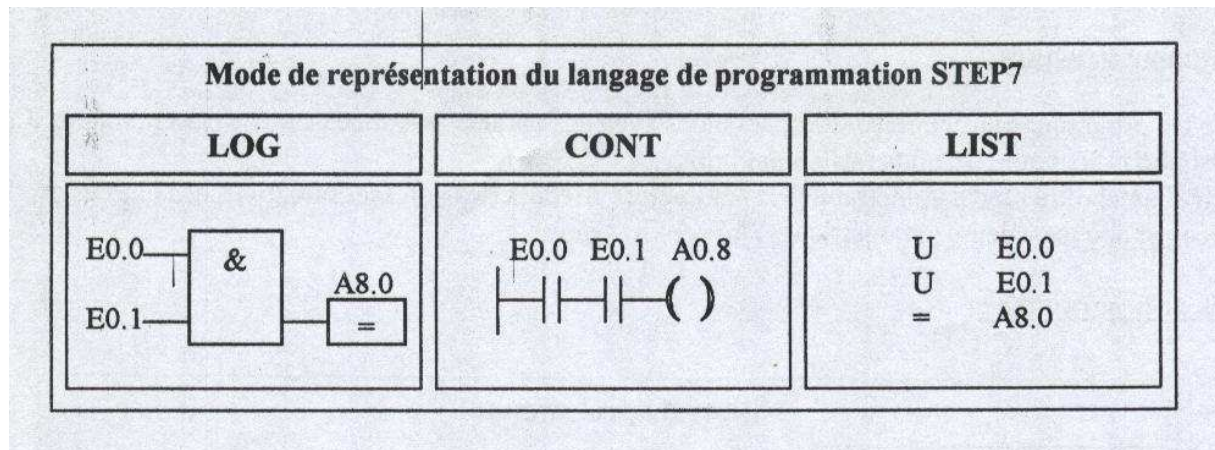
V.5. NATURE DES INFORMATIONS TRAITÉES PAR L'AUTOMATE :

Les informations peuvent être de type :

- **Tout ou rien (T.O.R.)** : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...). C'est le type d'information délivré par un détecteur, ou un Bouton poussoir.
- **Analogique** : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivré par un capteur (pression, température ...)
- **Numérique** : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou hexadécimale. C'est le type d'information délivré par un ordinateur ou un module intelligent.

V.6. LES MODES DE PROGRAMMATION :

Le langage de programmation **STEP7** dispose de plusieurs modes de représentation. En respectant certaines règles, le programme peut être conçu sous forme de liste d'instructions puis converti en un autre mode de représentation.



VI. CONCLUSION:

Dans ce chapitre, il a été évoqué l'importance de l'automatisation des systèmes de production et l'apport de l'introduction des **API** dans l'industrie moderne.

Il a été cité les éléments de base constituant un **API** ainsi que les interactions entre ses différents modules.

En fin les différents langages de programmation des **API** ont été cités

CHAPITRE II :
DESCRIPTION ET
FONCTIONNEMENT
DE LA STATION

Description et Fonctionnement de la Station

I. INTRODUCTION :

Le traitement de surfaces joue un rôle important dans la production industrielle ; il est utile pour modifier les caractéristiques de la surface d'une pièce afin de lui donner des nouvelles qualités ; telles que : l'amélioration des propriétés mécaniques, électriques, esthétiques etc....

II. REPRESENTATION DE LA STATION :

La station de chromage (figure II-1) est composée d'une suite de bains, qui forment une chaîne circulaire de production où les pièces subissent plusieurs traitements chimiques.



Fig.II.1 : photographie de la station de chromage.

III. STRUCTURE DE LA STATION :

La station de chromage est composée de 18 bains, de 3 postes : un pour le chargement, un pour le déchargement et un autre pour le séchage. Comme le montre la figure suivante (figure II-2).

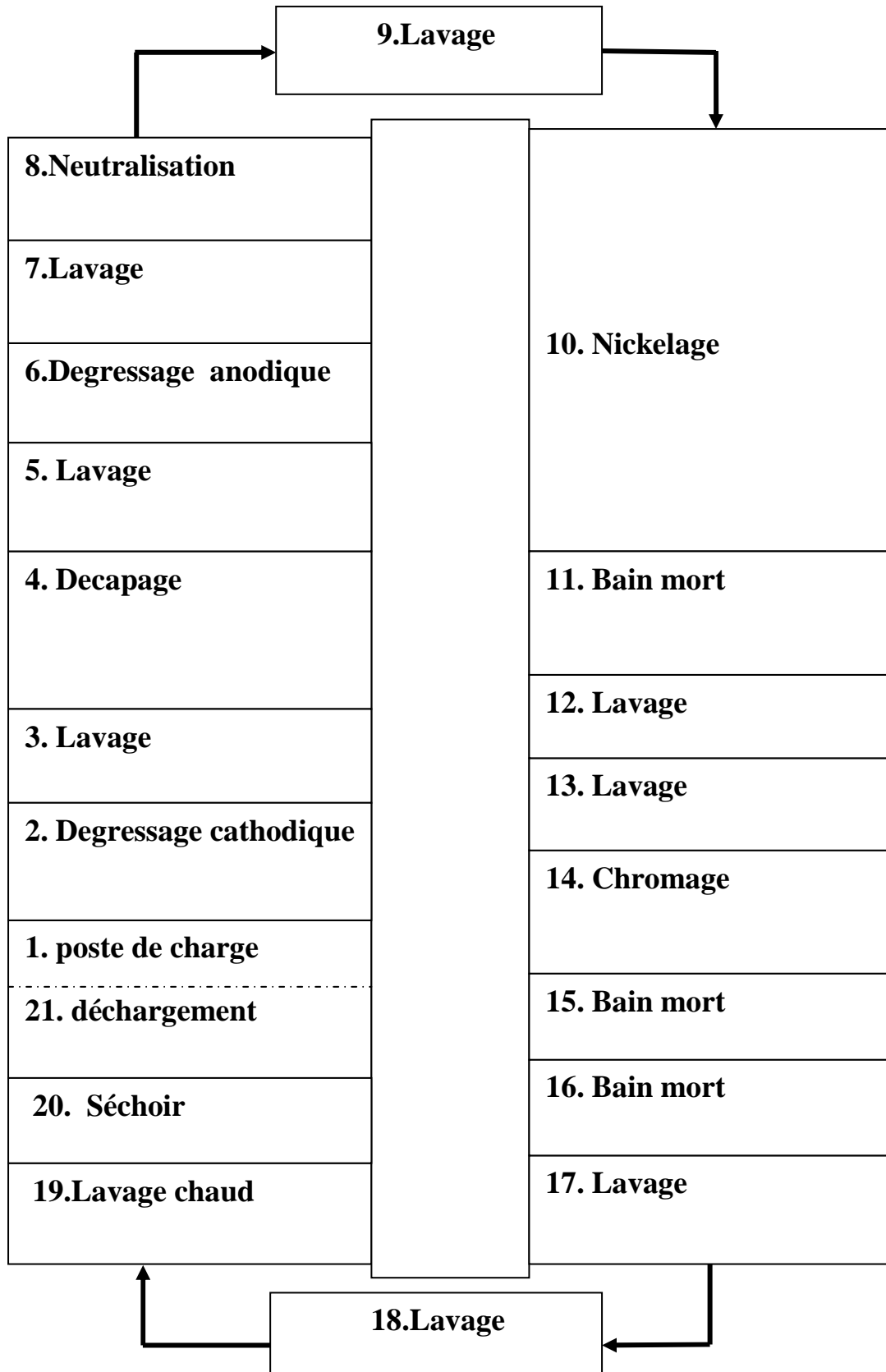


Fig.II.2 : Structure de la chaine de traitement.

Description et Fonctionnement de la Station

Les bains sont rectangulaires, construits en tôle d'acier ; ils sont solides et indéformables. Le revêtement intérieur en **PVC** et à l'extérieur ils sont protégés par des plastisols.

Selon la fonction, ils sont répartis en deux (2) groupes : bains de traitement chimique et bains de lavage.

III.1. POSTE DE CHARGEMENT :

C'est une zone libre dans laquelle il se déplace le bras auquel sont accrochés deux montages avec les pièces à traiter.

III.2. BAINS DE TRAITEMENT :

III.2.1. BAIN DE DÉGRAISSAGE CATHODIQUE :

Il assure le nettoyage des pièces de toutes traces de graisse et d'huile ; cette cuve est complétée par :

- Une vanne de décharge complète, en **PVC** ;
- Un serpentin de chauffage en acier **INOX** ;
- Une gaine pour le thermostat ;
- Deux hottes d'aspiration en **PVC** placées sur les bords de la cuve ;
- Une armature galvanique en cuivre de grande section.

III.2.2. BAIN DE DECAPAGE :

Permet d'enlever les rouilles à l'aide de l'acide sulfurique, selon la réaction chimique suivante :



Ce bain est équipé de :

- Une vanne de décharge complète en **PVC** ;
- Deux hottes d'aspiration en **pvc** placées sur les bords de la cuve.

III.2.3. BAIN DE DEGRAISSAGE ANODIQUE :

L'anodisation est un traitement de surface qui protège une pièce en aluminium par oxydation anodique. Doué de remarquables propriétés de protection, d'isolation thermique et électrique, l'oxyde d'aluminium protège également le métal des abrasions et des rayures mécaniques superficielles, du fait de sa dureté.

Ce bain est équipé de :

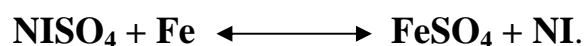
- Une vanne de décharge complète en **PVC** ;
- Un serpentin de chauffage en acier **INOX** ;
- Une armature galvanique en cuivre de grande section.

III.2.4. BAIN DE NEUTRALISATION :

Il contient l'acide chlorique ; Il permet d'arrêter les réactions chimiques après traitement.

III.2.5. BAIN DE NICKELAGE :

Le nickelage permet de recouvrir les pièces par une couche de nickel, selon la réaction d'oxydoréduction suivante :



Il est équipé de :

- Une vanne de décharge complète ;
- Un serpentin de chauffage en acier **INOX** ;
- Une gaine en pyrex pour le thermostat ;
- Un dispositif pour l'agitation mécanique ;
- Une armature galvanique en cuivre de grande section.

III.2.6. BAIN DE CHROMAGE :

Le chromage est un procédé de revêtement des surfaces d'une couche de chrome métallique par électrolyse, pour leur donner les propriétés de ce métal. C'est le chromage décoratif. Ce bain contient de l'acide chromique.

- Une armature galvanique en cuivre de grande section ;
- Un serpentin de chauffage ;

Description et Fonctionnement de la Station

- Un thermostat ;
- Une vanne de décharge complète.

III.3. BAINS DE LAVAGE :

III.3.1. LAVAGE À CHAUD :

On n'a qu'un seul bain de ce type, Il permet d'enlever les traces de chrome.

III.3.2. LAVAGE FROID :

Les bains de rinçage froid sont équipés d'un dispositif d'alimentation en eau avec réglage, ils permettent de :

- Nettoyer les surfaces des pièces pour qu'elles soient prêtes pour l'opération suivante ;
- Arrêter les réactions chimiques, et éviter de mélanger différentes substances.

III.3.3. BAINS MORTS :

Ces bains servent au lavage des pièces et à la récupération des solutions.

III.4. CUVE DE SÉCHAGE :

Elle fonctionne avec le système de ventilation forcée à air chaud. La cuve de séchage est constituée d'un ensemble de tuyaux serpentins où circule l'eau surchauffée et derrière ces tuyaux il y a des ventilateurs entraînés par des moteurs triphasés.

III.5. POSTE DE DÉCHARGEMENT :

C'est une zone libre, où on fait décharger les pièces chromées.

❖ REMARQUE :

Nous pouvons résumer les différentes caractéristiques des bains dans le tableau suivant :

Tableau I.1 : caractéristiques des bains.

Description et Fonctionnement de la Station

Bain n°	Nature des bains	Volume (L)	Température (C°)	Concentration	Renouvellement	Produit	Durée de traitement
01	Dégraissage cathodique	2352	60°	80 à 85 G/L	Selon l'alcalinité de bain		2min
02	Lavage	1176	Ambiante				1min
03	Décapage	4704	Ambiante	40%	50%G/L de fer	HCL concentre	4min
04	Lavage	1176	Ambiante				1min
05	Dégraissage Anodique	2352	60°	80 à 85 G/L	Selon l'alcalinité		2min
06	Lavage	1176	Ambiante				1min
	Neutralisation	1176	Ambiante	2 à 4 L	Après 1 mois	H ₂ SO ₄	1min
08	Lavage	1176	Ambiante				1min
09	Nickelage	11760	45 à 60°	≥280G/L ≥1G/L ≥45G/L 3L/J	Filtration continue, pas de renouvellement	NISO ₄ NICl ₂ H ₃ BO ₃ Brillant NI	10min
10	Bain mort	1176	ambiante				1min
11	Lavage	1176	Ambiante				1min
12	Lavage	1176	Ambiante				1min
13	Chromage	2352	35°		Pas de renouvellement	Acide chromique	2min
14	Bain mort	1176	Ambiante				1min
15	Lavage	1176	Ambiante				1min
16	Lavage	1176	Ambiante				1min
17	Lavage chaud	1176	60°				1min

IV. GROUPE DE TRANSPORT :

Description et Fonctionnement de la Station

La logique de fonctionnement est de type pas à pas entièrement mécanique. Les montages accrochés aux bras se déplacent tous ensemble d'un pas à la fois en passant ainsi dans chaque cuve à partir de point de charge à celui de décharge.

La partie centrale de la station est constituée par un châssis métallique profilé en acier qui soutient les guides des bras et tous les mécanismes.

Sur le premier et le dernier montant sont fixée deux arbres de transmission verticale auxquelles sont placés deux couples de pignons (deux inférieurs et deux supérieurs).

Chaque couple entraîne une chaîne, et le mouvement est obtenu par un motoréducteur de grande puissance.

Entre les deux chaînes (inférieure et supérieure) sont montés verticalement (38) guides où sont placés les chariots sur des roues en plastique.

Sur chaque chariot, est fixé un bras porte montage ; isolé du reste de la machine et tendu par une baguette en acier.

Sur chaque bras, il y a un porte-contact en bronze pour l'alimentation électrique en courant continu, qui est donné par une plaque en cuivre fixée au châssis à la hauteur des bords des cuves, et chaque bras est doté de deux crochets en bronze pour accrocher les montages.

Les chariots sont soulevés tous ensemble par une poutre centrale appuyée a deux couples de bielles actionnées par deux réducteurs et un motoréducteur central. Pour équilibrer le mouvement, la poutre est accrochée à un contrepoids placé sur des guides et des poulies.

Des dispositifs mobiles (crochets) servent à laisser bas les bras dans les cuves multiples et à les sortir seulement à la fin de la cuve.

Description et Fonctionnement de la Station

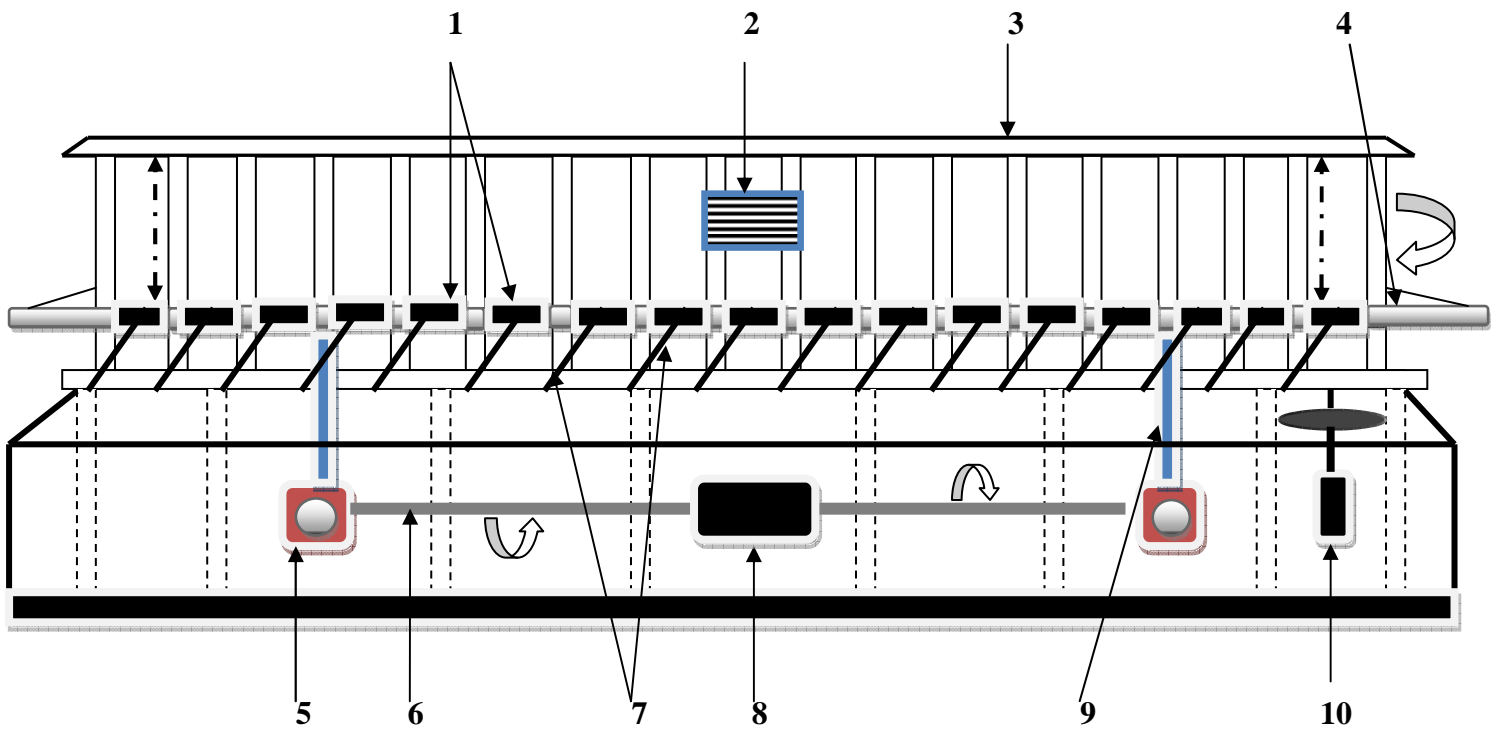


Fig.II.3 : schématisation de la vue de face de la station.

1. Chariots ;
2. Contrepoids ;
3. passerelle haut ;
4. passerelle bas ;
5. pignon ;
6. arbre de transmission ;
7. bras porte montage ;
8. moteur de soulèvement ;
9. bielle ;
10. moteur de translation.

V. ARMOIRE ELECTRIQUES :

V.1. ANNOTATION GENERALE :

C'est une armoire qui contient tous les appareils des services auxiliaires sur les cuves. Elle est équipée de disjoncteurs, de boutons de marche et arrêt, de lampes de signalisation, d'instruments de lecture et de contrôle, de relais, de transformateurs, de fusibles et de bornes de connexion.

Elle fonctionne à 24V et elle est alimentée avec du 360V, 50Hz, plus un neutre.

V.2. TABLE DES SERVICES AUXILIAIRES :

Elle contient :

- 5 thermisations digitales pour les cuves de dégraissage chimique et électrolytiques, nickelage, chromage, lavage chaud et séchoir ;
- 2 boutons de mise en marche des aspirateurs ;
- 1 bouton de mise en marche de l'agitation mécanique ;
- 1 bouton de mise en marche du séchoir ;
- 1 bouton de contrôle de température de séchoir.

V.3. CONNEXIONS ELECTRIQUES :

Tous les appareils électriques de l'installation sont raccordés à une boîte à bornes placés au commencement de l'installation.

Les câbles des services des cuves passent dans des caniveaux en plastique.

VI. RESEAUX AUXILIAIRES :

VI.1. COLLECTEUR POUR L'ALIMENTATION EN EAU :

C'est un tube en **PVC**, aligné tout autour de l'installation à laquelle on s'attache avec les prises d'alimentation des rinçages, chacune pourvue d'une vanne de réglage en **PVC**.

VI.2. COLLECTEUR POUR L'EAU DE REFROIDISSEMENT :

Les dispositifs de refroidissement sont connectés à des tubes qui sont en série à l'alimentation de l'eau de rinçage.

VI.3. COLLECTEUR DE L'EAU SURCHAUFFÉ :

Description et Fonctionnement de la Station

Le collecteur de l'eau surchauffé (160°) est construit avec des tubes en fer noir pour l'isolation thermique, et chaque dispositif de chauffage est connecté au collecteur à travers un groupe pneumatique pour le commander.

VI.4. SYSTÈME D'ASPIRATION :

Le système d'aspiration n'est autre que des hottes en **PVC** placées sur chaque cuve de traitement chimique -sauf celle de nickelage- ; il comprend des ventilateurs et il est utilisé pour aspirer les gaz dégagés lors du traitement.

VII. AUTRE ÉLÉMENTS :

VII.1. LES FILTRES :

Certains bains ont besoin d'une filtration périodique qu'on effectue avec des pompes équipées de puissants filtres, et pour cette installation on prévoit :

- **Pompe filtre à disque** : avec un débit de 20000L/h pour le bain de nickelage.
- **Filtre des gaz de chromage** : Pour éviter que les aérosols d'acide chromique aspirés du bord de la cuve soient rependus à l'extérieur, l'installation est équipée d'un laveur de gaz à sec qui fonctionne avec le principe des séparateurs de gouttes.

VII.2. LES REDRESSEURS :

Tous les redresseurs de cette installation ont le refroidissement à air, une fiche électronique les contrôle en établissant le voltage imposé et en limitant le courant maximum.

Le fonctionnement est prévu jusqu'à 60° c de température ambiante et 80°c maximum de température dans le tableau.

On prévoit pour cette installation :

- Redresseur pour la cuve de dégraissage anodique : il a les caractéristiques suivantes :
 - Alimentation : 380 V, 50 Hz, triphasée ;
 - Puissance : 30 kVA ;
 - Performances : 2500A, 12 V DC ;
 - Refroidissement : air.

Description et Fonctionnement de la Station

- redresseur pour la cuve de nickelage : il a les caractéristiques suivantes :
 - Alimentation : 380 V, 50 Hz, triphasée ;
 - Puissance : 40 kVA ;
 - Performances : 5000A, 8V DC ;
 - Refroidissement : air.
- redresseur pour la cuve de chromage : ses caractéristiques sont les suivantes :
 - Alimentation : 380V, 50 Hz, triphasée ;
 - Puissance : 24 KVA ;
 - Performances : 3000A, 8V DC ;
 - Refroidissement : air.
- Un redresseur pour la cuve de dégraissage cathodique : à les caractéristiques suivantes :
 - Alimentation : 380V, 50 Hz, triphasée ;
 - Puissance : 24KVA ;
 - Performances : 2000A, 12V DC ;
 - Refroidissement : air.

VII.3. LES MOTEURS :

La station à étudier est équipée de moteurs triphasés asynchrones.

Un moteur électrique est une machine servant à transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation.

Les moteurs utilisés pour le mouvement sont :

- Moteur de soulèvement : c'est un moteur asynchrone triphasé à deux sens de rotation, il est caractérisé par :
 - Puissance : 1,5 KW
 - Tension d'alimentation : 380 V
 - Vitesse de réducteur : 105tr/min
- Moteur de translation : c'est un moteur triphasé asynchrone à un seul sens de rotation, il est caractérisé par :
 - Puissance : 0,55 KW
 - Tension d'alimentation : 380 V
 - Vitesse de réducteur : 18tr/min.

Et pour les services auxiliaires on a :

- **Deux(2) moteurs d'agitation** : un pour le bain de dégraissage cathodique et l'autre pour le bain de nickelage.

Description et Fonctionnement de la Station

- **Moteurs de ventilation** : on a trois (3) moteurs de ventilation pour le poste de séchage.
- **Moteurs d'aspiration** : le processus d'aspiration contient trois (3) moteurs.



Fig.II.4 : moteur asynchrone triphasé.

VII.4. FREINAGE DES MOTEURS :

Les moteurs de l'installation freinent par un électro-frein, qui se situe dans la partie arrière du moteur. Le disque porte-garnitures lié à l'arbre moteur réalise le freinage grâce au disque de freinage.

En fonctionnement normal, la bobine est activée, le disque de freinage est attiré et le disque porte-garnitures est libre. Une fois le courant coupé, la bobine n'est plus alimentée et les ressorts compriment les deux disques : l'ensemble du dispositif est bloqué.

VII.5. ARMOIRE DE COMMANDE :

Une armoire qui contient tous les appareils pour les services auxiliaires sur les cuves.

Elle est équipée de contacteurs, de relais, de minuteriers, de transformateurs, de fusibles et de bornes de connexion.

A. CONTACTEUR :

Le contacteur est un appareil de commande capable d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique.

En technologie des systèmes automatisés ce composant est appelé Pré-actionneur, puisqu'il se trouve avant l'actionneur dans la chaîne de commande.



Fig.II.5 : Contacteur.

B. RELAIS THERMIQUE :

Le relais thermique est un appareil qui protège le récepteur placé en aval contre les surcharges et les coupures de courant. Pour cela, il surveille en permanence le courant dans le récepteur.



Fig.II.6 : Relais thermique.

C. SECTIONNEUR PORTE FUSIBLES :

Le sectionneur est un appareil mécanique de connexion capable d'ouvrir et de fermer un circuit afin d'isoler la partie de l'installation en aval du sectionneur pour effectuer des opérations de maintenance.



Fig.II.7 : sectionneur.

D. MINUTERIE :

Description et Fonctionnement de la Station

La minuterie (figure II.8) est un capteur de temporisation ; elle est réglée par l'opérateur selon la durée voulue de l'action, dès que l'action est activée la minuterie se déclenche et elle s'arrête à la fin de temporisation demandée.

On distingue dans l'installation les minuterie suivantes :

- Minuterie temps de déplacement.
- Minuterie temps d'immersion.



Fig.II.8 : minuterie.

❖ REMARQUE :

Le temps de déplacement est de 25s, et le temps d'immersion est de 35s.
Pour les baignoires simple ; et pour les baignoires multiples $T=T_c \times (n-1)$, ou :

T : temps d'immersion, T_c : temps de cycle, n : nombre de bras.

VII.6. LES CAPTEURS :

L'installation est équipée de détecteurs de position mécanique, de type TOR (Tout Ou Rien) ; ils prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande pour pouvoir être traitée.

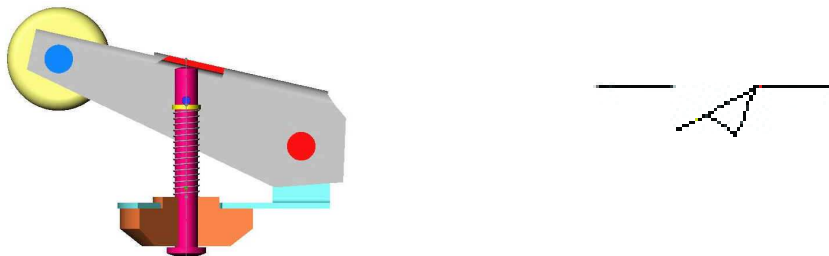


Fig.II.9 : Détecteurs de position et sa symbolisation.

Description et Fonctionnement de la Station

La figure suivante (figure II.10) indique les différents capteurs et leur positionnement dans la station :

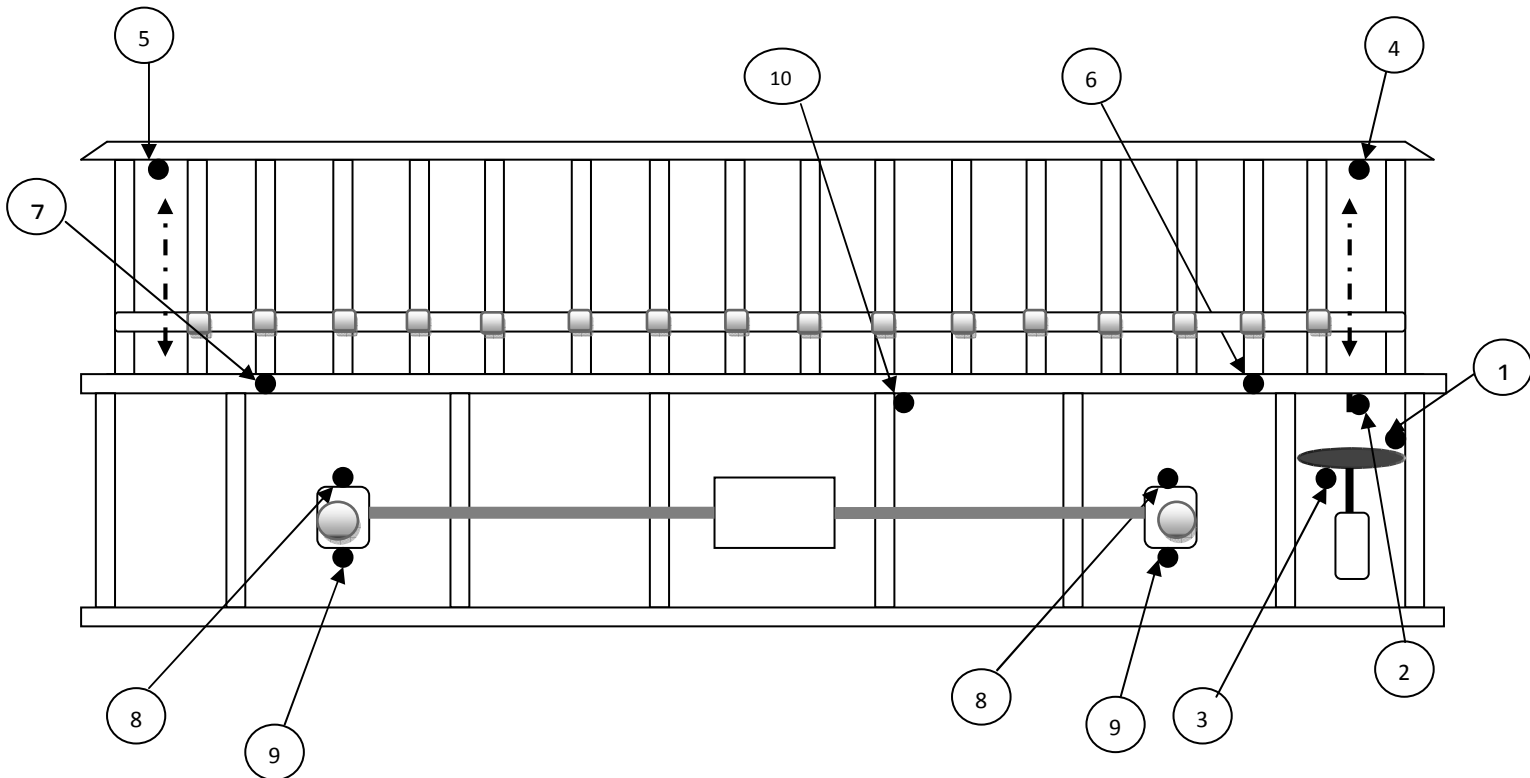


Fig.II.10 : Positionnement des différents capteurs fin de course.

1. Limite Arrêt centre cuve ;
2. Position départ de moteur de rotation ;
3. Fin rotation ;
4. Limite monté droit ;
5. Limite monté gauche ;
6. Limite descente droit ;
7. Limite descente gauche ;
8. Émergence bielles monté ;
9. Émergence bielles descente ;
10. Limite translation.

VII.7. REGULATEUR AUTOMOTEUR DE TEMPERATURE :

Ces appareils se composent d'une vanne de réglage non équilibrée et d'un thermostat de régulation avec sonde de température.

Il fonctionne selon le principe de la dilatation des liquides ; la variation de volume de ce liquide en fonction de la température déplace le clapet de la vanne, et par conséquent le débit du liquide passant varie.

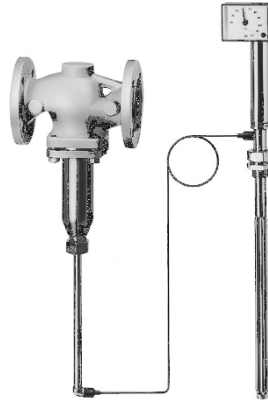


Fig.II.11 : regulateur automoteur de temperature.

VIII. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA CHAÎNE :

VIII.1. DÉMARRAGE :

La régulation de la température dans cette installation est un facteur indispensable pour la mise en marche ; elle est assurée par les pompes, et les échangeurs thermiques. Pour cela il faut agir manuellement et faire :

- Actionner les pompes et ouvrir les vannes d'eau (plus de 3 heures avant le démarrage de la station) ;
- Contrôler le niveau des bains ;
- S'assurer que les deux portiques (charge et décharge) sont en position initiale ;
- Fermer l'interrupteur général.

Après la vérification de ces contraintes ; il suffit de tourner le bouton de démarrage et sélectionner le mode de marche automatique.

VIII.2. LE CYCLE DU FONCTIONNEMENT :

Le cycle du fonctionnement de la chaîne de traitement est conçu pour traiter le maximum de pièces, et d'accorder le temps nécessaires au traitement.

Description et Fonctionnement de la Station

Le cycle de passage par les bains se fait selon l'enchaînement croissant du poste de chargement au poste de déchargement.

Le chargement des pièces et leurs déchargement se fait manuellement.

IX. CONCLUSION :

Dans ce chapitre, nous avons décrit la station de chromage et fait l'étude générale de ses différents composants et de leur fonctionnement. Afin de mieux comprendre la station et de nous faciliter la modélisation.

Durant cette étude nous avons constaté plusieurs problèmes : perte d'énergie et de temps, difficulté de maintenance...etc. cela nous a encouragé à mener une étude d'automatisation par automate programmable pour améliorer et moderniser la station.

CHAPITRE III :
AMÉLIORATION ET
MODÉLISATION DE
LA STATION

I. INTRODUCTION :

L'avènement des technologies nouvelles a permis d'envisager des systèmes industriels automatisés de plus en plus complexes. Et qui devraient être modélisés par les différentes méthodes (chronogramme, matricielle, diagramme de phase...).

A ce stade les automaticiens utilisent plusieurs outils de description pour la modélisation du comportement des SAP qui nécessite une représentation formelle. Parmi ces outils, on trouve : les réseaux de pétri (**RDP**), le (**GRAFCET**), ...

II. GÉNÉRALITÉ SUR LE GRAFCET :

II.1. DÉFINITION ET SYMBOLISATION DE GRAFCET :

Le **GRAFCET** (**g**raphe **f**onctionnel de **c**ommande **é**tape - **t**ransition) permet de spécifier le comportement attendu d'un système de production automatisé.

C'est un graphe structuré, associé à des expressions mathématiques représentant les séquences d'opération, il comporte deux types d'éléments graphiques **les étapes** et **les transitions**.

Les étapes et les transitions sont reliées par des liaisons orientées, c'est-à-dire que le parcours du graphe se fait dans un seul sens, et usuellement si le sens de parcours n'est pas indiqué par une flèche ; Le cheminement se fait de haut en bas et de gauche à droite.

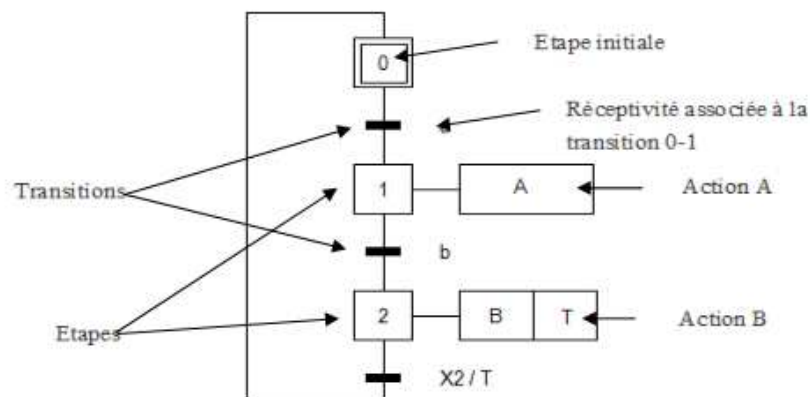


Fig.III.1 : Symbolisation d'un GRAFCET.

II.1.1. LES ÉTAPES :

Une étape est représentée par un carré encadrant un numéro, elles sont numérotées arbitrairement. Chaque étape représente un état stable du système étudié.

L'activation d'une étape est marquée par un point. Et son état d'activité est donné par une variable booléenne X_n , où n est le numéro de l'étape.

II.1.2. LES TRANSITIONS :

Une transition modélise un changement d'état du système. Elle indique une unique possibilité d'évolution entre deux ou plusieurs étapes.

Elle est représentée par un trait horizontal court sur la liaison orientée. Elle précise les conditions dans lesquelles les étapes de sortie deviendront actives. Ces conditions de franchissement d'une transition sont appelées **réceptivités**, Lorsque toutes les étapes d'entrée sont actives, la transition est validée, elle peut alors être franchie dès que la réceptivité est vraie.

II.1.3. LES RÉCEPTIVITÉS :

A chaque transition est associée une réceptivité qui est spécifiée par une proposition logique pouvant être vraie ou fausse. Les éléments de cette proposition sont, d'une part des variables qui représentent les états du système automatisé et d'autre part des opérateurs logiques.

II.1.4. LES ACTIONS :

Les actions décrivent quelles opérations doivent être exécutées, éventuellement sous condition, lorsque l'étape à laquelle elles sont associée et active.

Une action sert à émettre un ordre de la commande vers la partie opérative, elle agit généralement sur une sortie de la commande.

II.2. RÈGLES DU GRAFCET :

Un système séquentiel évolue dans les temps, il passe d'un état stable à un nouvel état stable. Ce changement d'état est traduit dans le grafcet par évolution de la situation qui doit respecter cinq règles fondamentales.

- Règle (1) : (sécession)

L'alternance étape-transition et transition-étape doit toujours être respectée quelle que soit la séquence parcourue.

- Règle (2) : (évolution)

La situation initiale précise quelles étapes doivent être activées lors de la mise en service du système de commande de la machine, cette situation est choisie par le concepteur.

- Règle (3) : (franchissement d'une transition)

Une transition est franchissable si les deux conditions suivantes sont satisfaites :

Toutes les étapes d'entrée de la transition sont actives (la transition est validée).

La réceptivité associée à cette transition est vraie.

- Règle (4) : (évolution des étapes actives)

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes de sortie de la transition et la désactivation de toutes les étapes d'entrée.

- Règle (5) : (activation et désactivation simultanées)

Si au cours du franchissement d'une ou de plusieurs transitions simultanément, une même étape doit être désactivée et activée, alors elle reste active.

Si une même étape participe à la représentation de la situation précédente et à celle de la situation suivante elle ne peut que rester active.

II .3. STRUCTURE DU GRAFCET :

Un **GRAFCET** est composé de séquences, c'est à dire une succession d'étapes et de transitions.

II.3.1. Séquence linéaire :

Une séquence est dite linéaire quand il n'existe qu'un seul et unique chemin pour le parcourir.

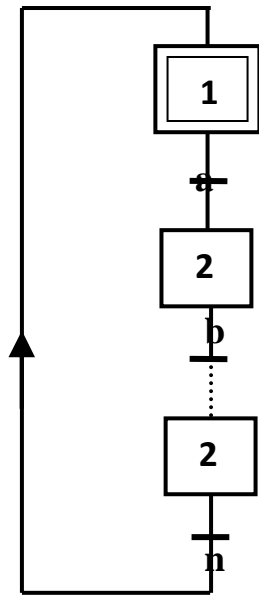


Fig.III.2: GRAFCET linéaire.

II.3.2. Sélections des séquences :

La **sélection des séquences** permet de faire un choix de séquence à partir d'une étape. Elle est composée d'une **divergence en OU**, qui relie plusieurs transitions comportant les conditions de choix, chaque transition est suivie d'une séquence. Une **convergence en OU** termine la sélection.

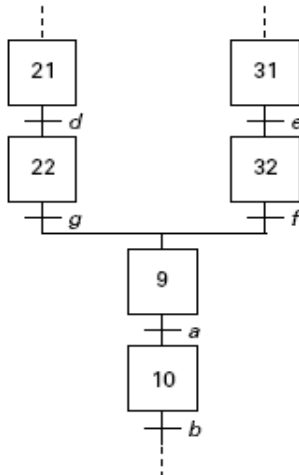


Fig.III.3.a: Convergence en OU.

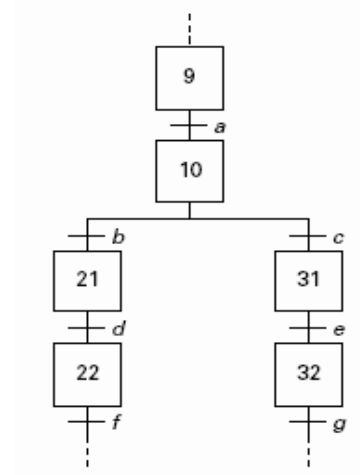


Fig.III.3.b: Divergence en OU.

a).Saut d'étapes :

Le saut d'étape est un cas particulier de la sélection des séquences. Il permet soit d'exécuter une séquence, soit de sauter des étapes.

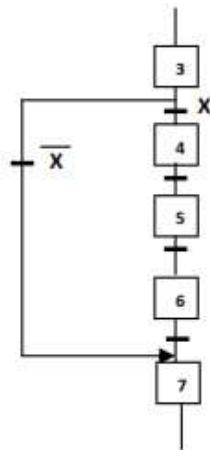


Fig.III.4: Saut d'étapes.

b).Reprise de séquence :

La reprise de la séquence est un autre cas particulier de cette structure, il est utiliser lorsqu'il faut répéter la même séquence jusqu'à ce qu'une condition soit satisfaite.

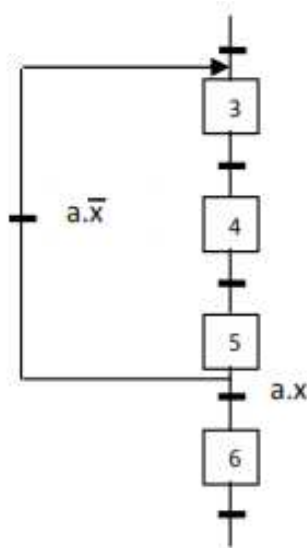


Fig.III.5: Reprise de séquence.

II.3.3. Séquences parallèles :

Le parallélisme est l'exécution simultanée de plusieurs séquences, il est réaliser par une transition qui possède plusieurs étapes de sortie. Et cela débutera par une **divergence en ET**, les séquences parallèles débutent simultanément mais l'évolution dans chaque branche est indépendante.

Les séquences parallèles se terminent par une synchronisation. Celle-ci consiste en une **convergence en ET**, qui est une transition possédant plusieurs étapes d'entrée. La transition qui suit la synchronisation n'est validée que lorsque toutes les étapes d'entrée sont actives.

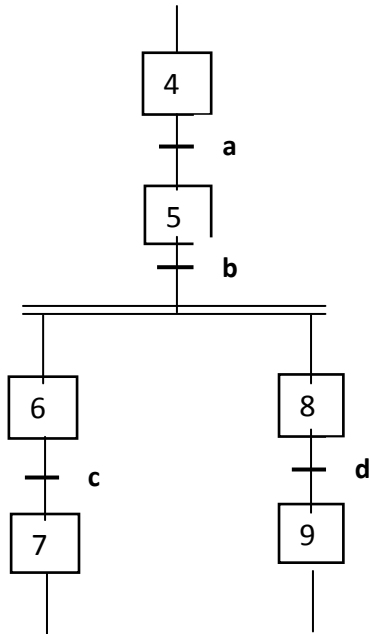


Fig.III.6.a: Divergence en ET.

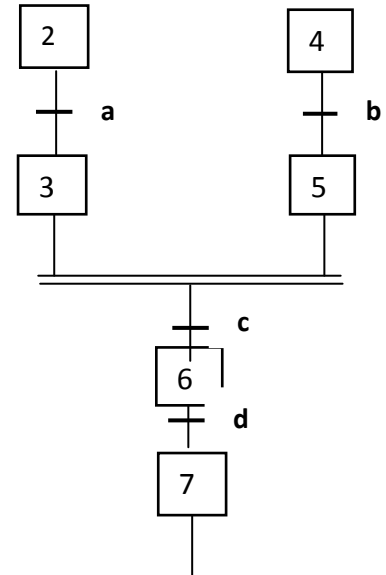


Fig.III.6.b: Convergence en ET.

II.3.4. Temporisation :

La transition entre les actions **i** et **i+1** est franchie lorsque la temporisation (i), est écoulée. Par exemple: 5s.

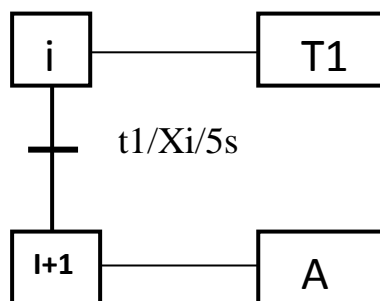


Fig.III.7: Temporisation.

II.4.niveau d'un GRAFCET :

- Grafcet niveau 1 :

C'est le niveau de la partie commande (**PC**), il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à réaliser par la **PC** en réaction aux informations provenant de la partie opérative (**PO**) indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations.

- Grafcet niveau 2 :

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivités est écrite en abréviations et non en mots.

- Grafcet niveau 3 :

Dans ce cas on reprend le Grafcet de niveau 2, en affectant les informations aux étiquettes d'entrée de l'automate et les ordres aux étiquettes de sortie de l'automate. Il s'adapte aux caractéristiques de traitement d'un API.

II.5.Programmation en diagramme d'échelle (Ladder) :

Il faut établir les équations logiques pour chaque étape et action du Grafcet pour qu'on puisse programmer en diagramme d'échelle. On utilise la notation proposée par la norme **NFC03-190** pour les conditions d'Activation (**CA**) et de désactivation (**CD**).

Sachant que :

$X_n = 1$ Si l'étape n est active

$X_n = 0$ Si l'étape n est inactive

De plus la réceptivité qui est une variable binaire à pour valeur :

$t_n = 1$ si la réceptivité est vraie.

$t_n = 0$ si la réceptivité est fausse.

Soit les variables d'arrêt d'urgence Dur (**AUD**) et d'arrêt d'urgence doux (**AUd**)

Tel que :

AUD =1 désactivation de toutes les étapes.

Aud =0 désactivation des actions, les étapes restent actives.

Pour une étape initiale, on définit aussi la variable **Init** comme suit :

Init =1 initialisation de Grafcet (mode arrêt).

Init =0 déroulement de cycle (mode marche).

- Pour les étapes initiales :

$$X_n = (CAX_n + X_n * \overline{CDX_n + Init}) * \overline{AUD}$$

$$\text{Avec : } CAX_n = (X_{n-1} * t_{n-1} + Init) * \overline{AUD}$$

$$CDX_n = X_{n+1} * \overline{Init + AUD}$$

Avec :

CAX_n est la condition d'activation de l'étape **n**, et **CDX_n** la condition de désactivation de l'étape **n**.

- Pour les étapes non initiales :

$$X_n = (CAX_n + X_n * \overline{CDX_n}) * \overline{Init} * \overline{AUD}$$

$$\text{Avec : } CAX_n = (X_{n-1} * t_{n-1} + Init) * \overline{AUD}$$

$$CDX_n = X_{n+1} * \overline{Init + AUD}$$

- Pour les actions :

$$A = X_n * \overline{AUD}$$

III. Amélioration de la station de chromage :

III .1 proposition de remplacement des capteurs mécaniques de position par des capteurs de proximité :

Les capteurs de proximité sont caractérisés par l'absence des liaisons entre le dispositif de mesure et l'objet cible. L'interaction entre ces derniers se fait par l'intermédiaire d'un champ (magnétique, électrique, électromagnétique). Les capteurs de proximité sont utilisés soit en mode analogique, soit en mode binaire. Dans le premier cas, l'amplitude du signal est en fonction de la position relative

de l'objet cible, tandis que dans le seconde cas, le signal ne peu avoir que deux niveaux (haut et bas), selon que l'objet est présent à proximité ou non du capteur. On distingue plusieurs types de capteurs de proximité.

III.1.1. capteur de proximité inductif :

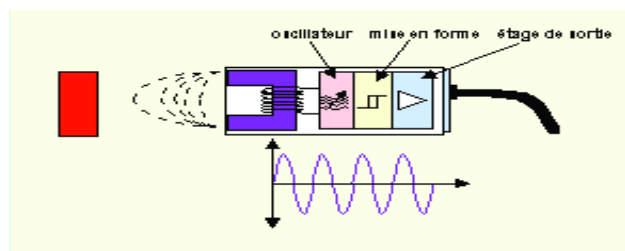
Les détecteurs de proximité inductif sont principalement utilisés dans les applications industrielles. Ils détectent sans contact tout objet métallique, contrôle de présence ou d'absence, détection de passage, défilement, positionnement, codage, comptage,...etc.



Fig.III.8: Capteur de proximité inductif et son schéma.

- **Principe de fonctionnement**

Il comporte un oscillateur dont les bobinages constituent sa face sensible et un étage de sortie, l'oscillateur crée un champ électromagnétique très sensible, qui est perturbé lorsqu'un objet métallique se présente devant le capteur, et cette perturbation du champ provoque un changement d'état de la sortie du détecteur.



- **Caractéristiques :**

- large bande passante ;
- grande finesse due aux forces très faibles exercées sur la cible par le dispositif de mesure ;
- fiabilité accrue, puisqu'il n'a pas de pièces mobiles susceptibles d'usure ;
- très bonne tenue à l'environnement industriel, atmosphère polluant.

III.1.2. Capteur de proximité infrarouge :

Ces détecteurs sont utilisés dans les domaines industriels et tertiaires les plus divers. La cellule photoélectrique réalise la détection d'une cible qui peut être un objet ou une personne.

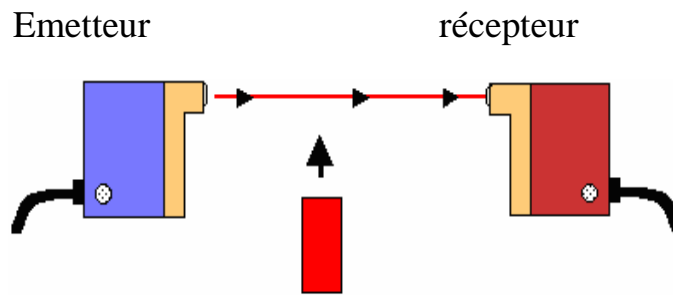


Fig.III.9 : Capteur de proximité infrarouge.

- **Principe de fonctionnement :**

Les détecteurs photoélectriques ont un émetteur à diode électroluminescente (**LED**) et un récepteur à phototransistor, l'émission se fait en infrarouge ou en lumière visible. La détection est effective quand la cible pénètre dans le faisceau lumineux et modifie suffisamment la quantité de lumière reçue par le récepteur pour provoquer un changement d'état de la sortie.

III.2. proposition de Remplacement des dispositifs mobiles par des vérins doubles effet :

Pendant le fonctionnement de la station, les dispositifs mobiles (crochets) qui servent à laisser bas les bras dans les cuves multiples, marque plusieurs attentes, car des fois, le crochet ne s'ouvre pas ou il ne se ferme pas, et tellement se sont des dispositifs mécaniques non contrôlés, donc au moment de la défaillance

d'un crochet il subit aux désorientations des bras de leurs trajectoires, sans qu'il y ait un arrêt automatique de la station.

Pour éviter tout ces problèmes on envisage de remplacer ces crochets par des petits vérins, que l'on peut contrôler, par l'automate, pour assurer le bon fonctionnement des bras sans aucune attente.

- **Définition :**

Ce type de vérin comporte deux orifices d'alimentation et développe une force disponible à l'aller comme au retour pour produire un travail. L'ensemble tige-piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide sous pression.

L'effort en poussant (sortie de la tige) est légèrement plus grand que l'effort en tirant (entrée de la tige) car la pression n'agit pas sur la partie de surface occupée par la tige.

Les vérins double effet sont d'une grande souplesse d'utilisation, grâce au réglage de la vitesse par contrôle du débit à l'échappement, et à la présence des amortissements de fin de course, mais ils sont plus coûteux.

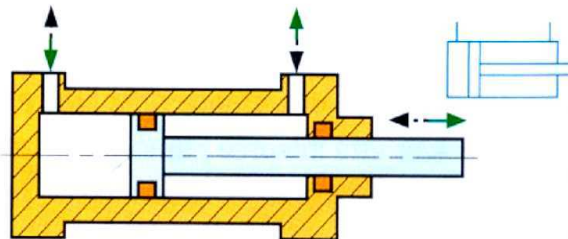


Fig.III.10 : Vérin double effet.

- ❖ **modifications :**

- Au niveau de la station, pour le mouvement de la montée et de la descente du pont central, on a envisagé de remplacer les fin de courses mécaniques du haut, et du bas, par des capteurs de proximité à détection magnétique (ou capteurs de proximité inductifs).

Ces capteurs informent l'automate de la position du pont central, pour bien assurer le contrôle de la montée et de la descente.

- Nous remplaçons aussi, les capteurs de fin de courses mécaniques de sécurité des deux bielles monté et descente (capteurs 8 et 9) par des capteurs optiques ou photo-électriques, qui vont renseigner l'automate en cas de dépassement au delà de la limite de monte et descente des bielles.
- Pour le mouvement de translation des bras, on place un capteur photoélectrique de sécurité au milieu du bain, pour bien contrôler la position exacte du bras au milieu, et on laisse les fins de courses mécaniques de position départ moteur rotation et fin de course rotation interchangeables.
- Pour les dispositifs mobiles (crochets) qui servent à laisser bas les bras dans les cuves multiples, on a envisagé de placer au début et à la fin de chaque bain multiple des capteurs de proximité inductif pour sécuriser le mouvement des bras, en cas où il y a défaillance de mouvement il y aura un arrêt d'urgence automatiquement.
- Pour éviter le fonctionnement à vide du séchoir au démarrage de la station, on doit placer un capteur photo-électrique au bain de séchage qui détectera la présence des pièces, et informe l'automate pour actionner le mécanisme du séchage.
- Pour éviter que les aérosols d'acide chromique aspire de la cuve de chromage soient rependus à l'extérieur, on place un capteur photo-électrique pour détecter la présence de la pièce et qui informe l'automate, et ce dernier actionne la pompe de filtrage du gaz chromique.
- Afin de bien contrôler la température des bains, nous remplaçons les régulateurs automoteurs de température par des électrovannes et des capteurs de température (thermostat), ces derniers vont informer l'automate des températures des bains, pour contrôler les électrovannes.

III. 3.amélioration du temps du cycle de travail :

Le contrôle de mouvement des bras et la hausse du pont central et le déplacement des bras sur la porte, n'est pas optimal. L'inconvénient que présente ce type de commande est que la vitesse du moteur de translation et de soulèvement est constante et lente, de plus, nous avons remarqué que les bras porte montage marquent plusieurs attentes.

Ainsi, pour améliorer le temps du cycle de travail et le contrôle du mouvement, nous proposons d'associer pour chaque moteur un variateur de vitesse pour

augmenter et contrôler le mouvement des bras et éliminer le maximum des attentes marquées.

- **Définition :**

Un variateur est un convertisseur d'énergie dont le rôle consiste à moduler l'énergie électrique fournie au moteur.

Les variateurs de vitesse assurent une mise en vitesse et une décélération progressive, ils permettent une adaptation précise de la vitesse aux conditions d'exploitation.



Fig.III.11: Variateur de vitesse VAT20.

❖ **Les principales fonctions des variateurs de vitesse :**

- **Accélération contrôlée :**

La mise en vitesse du moteur est contrôlée au moyen d'une rampe d'accélération linéaire. Il permet par conséquent de choisir le temps de mise en vitesse approprié à l'application.

- **Variation de vitesse :**

La vitesse du moteur est définie par une grandeur d'entrée tension ou courant appelée consigne. Pour une valeur donnée de la consigne, cette vitesse peut varier en fonction des perturbations.

- **Régulation de vitesse :**

Un régulateur de vitesse est un variateur asservi. Il possède un système de commande avec amplification de puissance et une boucle de retour : il est dit

« En boucle fermée ».

- **Décélération contrôlée :**

Les variateurs de vitesse permettent de contrôler la décélération au moyen d'une rampe linéaire. Cette rampe peut être réglée de manière à obtenir un temps de passage de la vitesse en régime établi à une vitesse intermédiaire ou nulle.

- **Inversion du sens de marche :**

L'inversion de la tension d'alimentation du moteur est réalisée automatiquement, soit par inversion de la consigne à l'entrée, soit par un ordre logique sur une borne.

- **Freinage d'arrêt :**

Ce freinage est réalisé en injectant du courant continu dans le moteur avec un fonctionnement particulier de l'étage de puissance.

- **Protections intégrées**

Les variateurs modernes assurent en général la protection thermique des moteurs et leur propre protection.

Les variateurs, sont d'autre part fréquemment équipés de protections contre :

- les courts-circuits entre phases et entre phase et terre,
- les surtensions et les chutes de tension,
- les déséquilibres de phases,
- la marche en monophasé.

IV.modélisation de la station :

IV.1.GRAFCET niveau 1: en premier lieu nous avons modélisé la station a l'aide de **GRAFCET** niveau 1, (Figure III.12).

IV.2.GRAFCET niveau 2 de la station :

Après avoir modélisé la station avec le **GRAFCET** niveau 1, nous passons à la modélisation en **GRAFCET** niveau 2. (Figure III.13).

IV.2.GRAFCET de sécurité :

Quand on réalise un système automatisé, il est impossible de prévoir les défaillances qui peuvent provoquer leur dysfonctionnement, il faut prendre en considération tous les dangers vis-à-vis du système ainsi que pour le concepteur, d'où il est nécessaire de prévoir un **grafcet** de sécurité qui est prioritaire devant tous les autres **grafcets**.

Les actions et les réceptivités sont présentées comme suit :

- **Les actions** : le tableau suivant présente les abréviations utilisées pour les actions.

Tableau III.1 : affectation des actions.

Action	Signification
Ev_{n+}, n= 1.....6	Ouvrir l'électrovanne n.
Ev_{n-}, n= 1.....6	Fermer l'électrovanne n.
MP	Machine prête.
DBH	Déplacement des bras vers le haut.
DBB	Déplacement des bras vers le bas.
TR	Translation des bras.
FMS	Freinage du moteur de soulèvement.
FMTR	Freinage du moteur de translation.
DPF	Démarrage de la pompe filtre.
FPF	Freinage de la pompe filtre
DMS	Démarrage du moteur de séchage.
FMS	Freinage du moteur de séchage.
Va_{n+}, n=1.....7	Ouverture des vérins Va.
Va_{n-}, n=1.....7	Fermeture des vérins Va.
Vb_{n+}, n=1.....7	Ouverture des vérins Vb.
Vb_{n-}, n=1.....7	Fermeture des vérins Vb.
DMA1	Démarrer l'agitateur 1.
DMA2	Démarrer l'agitateur 2.
T1	Temporisation 2s.

T2	Temporisation 2s.
T3	Temporisation 35s.
LED 1	Lampe de signalisation de mise sous tension
LED auto	Lampe de signalisation mode auto

- **Les réceptivités** : le tableau suivant présente les abréviations utilisées pour les réceptivités.

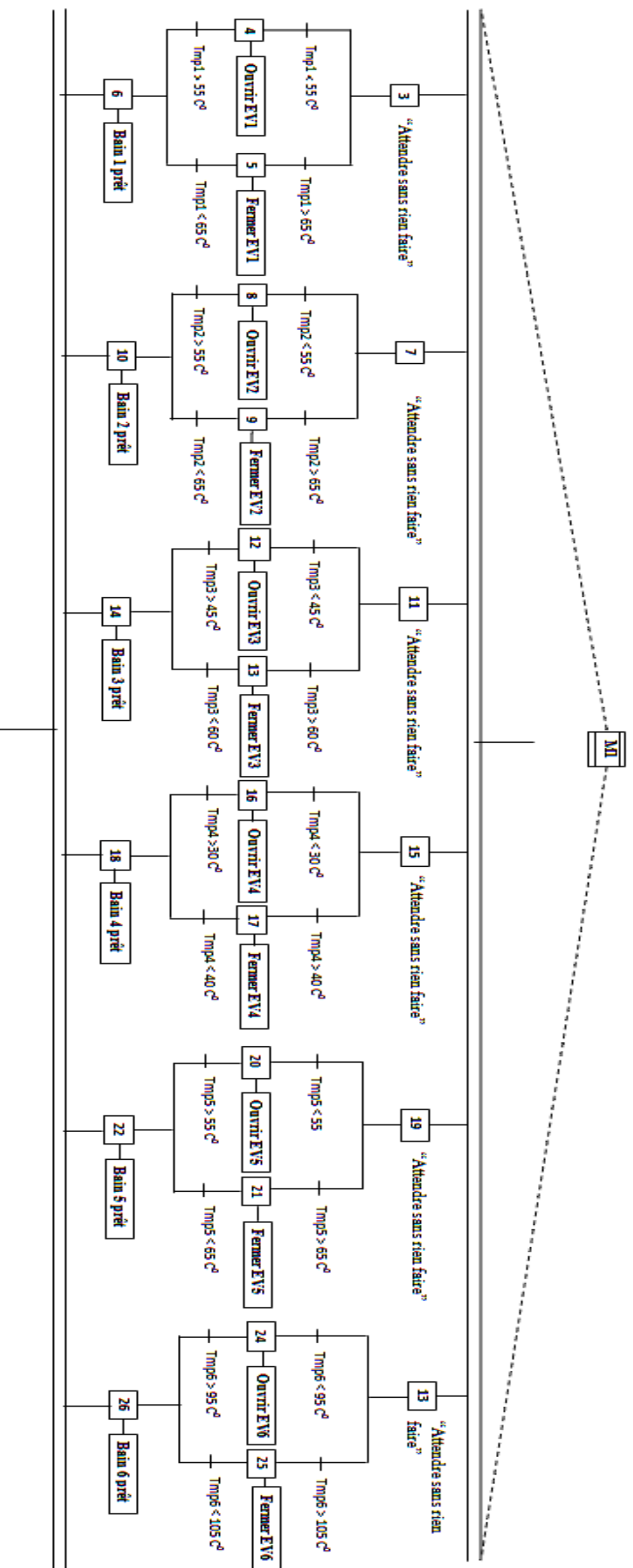
Tableau III.2: affectation des réceptivités.

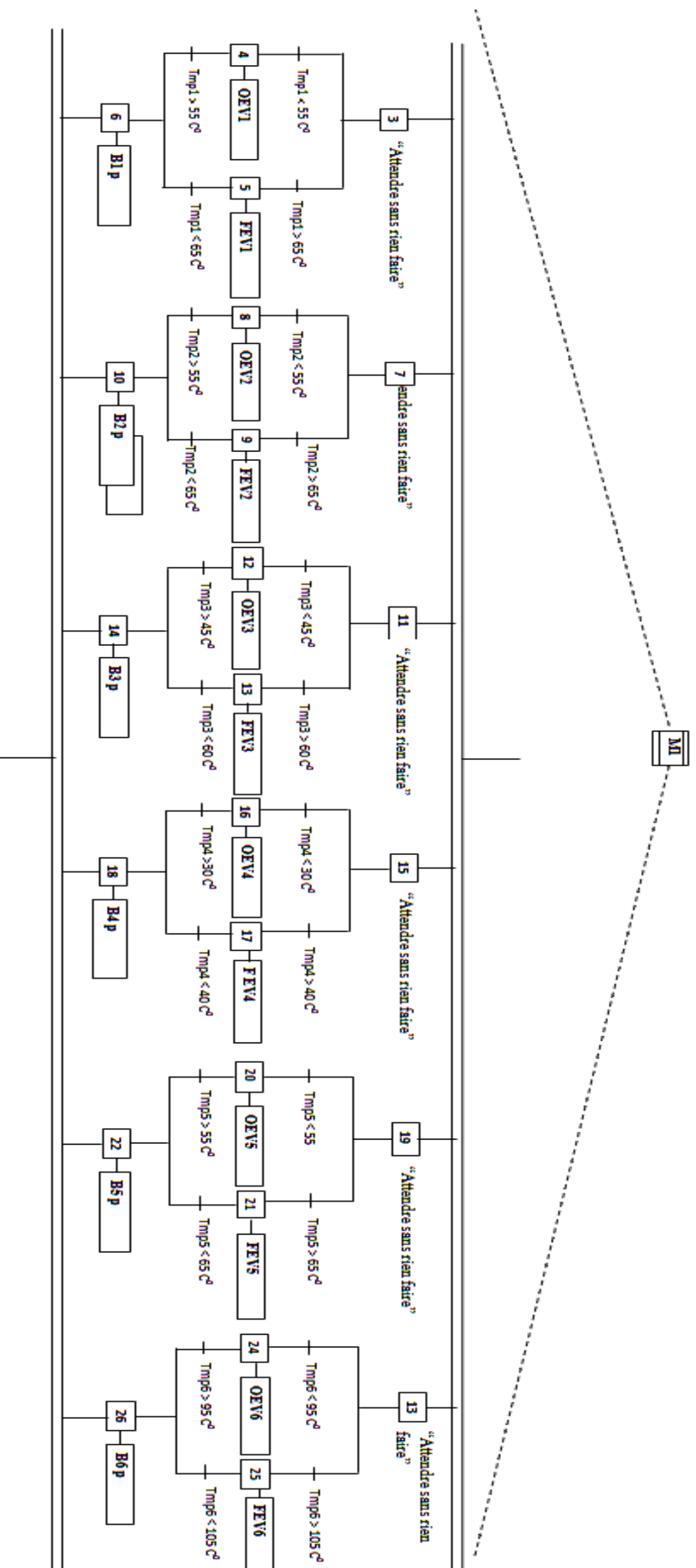
Réceptivité	Signification
Sel1	Sélecteur de mise sous tension.
BP	Bouton poussoir.
BP2	Bouton poussoir 2.
FCHD	Fin de cours haut droit.
FCHG	Fin de cours haut gauche.
FCBD	Fin de cours bas droit.
FCBG	Fin de cours bas gauche.
FCT	Fin de cours translation.
FFMS	Fin de freinage de moteur de soulèvement.
FFMT	Fin de freinage de moteur de translation.
PPPC	Présence de pièces dans le poste de chargement.
PPBC	Présence de pièces dans le bain de chromage.
PPBD	Présence de pièces dans le bain de décapage.
PPBN	Présence de pièces dans le bain de nickelage.
PPPS	Présence de pièces au poste de séchage.
AU	Arrêt d'urgence.
TMPn, n=1...6	Température de bains n.
TMP.TR	Température du travail.
EBM	Capteur émergence bielles monté
EBD	Capteur émergence bielles descente
LACC	Limite Arrêt centre cuve

DBM	Capteur début bain multiple
FBM	Capteur fin bain multiple

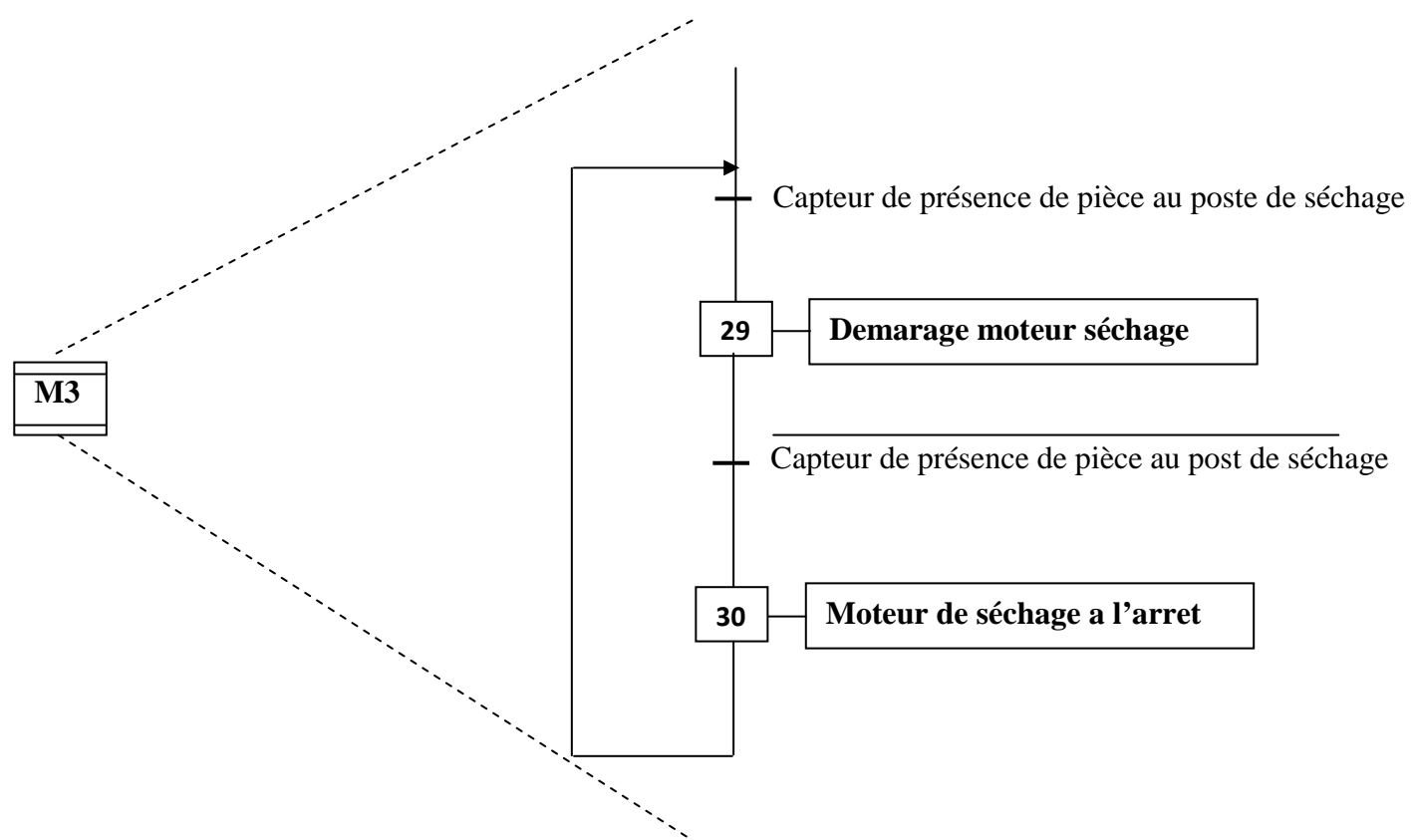
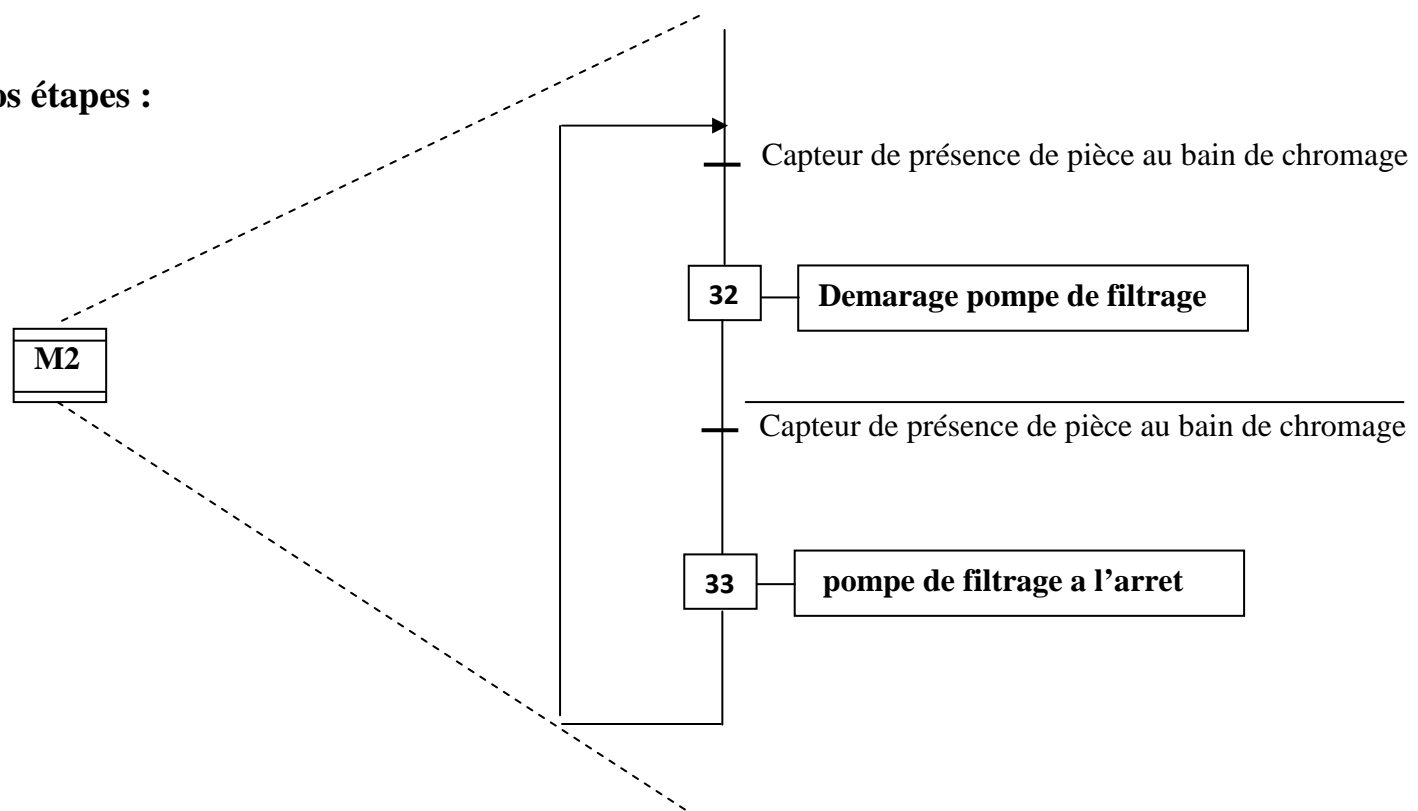
V. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons cité toutes les modifications proposées à la station et les différentes notions de base du **GRAFCET**, qui est l'outil avec lequel on a modélisé notre station et qui nous permet le passage facilement à la programmation.

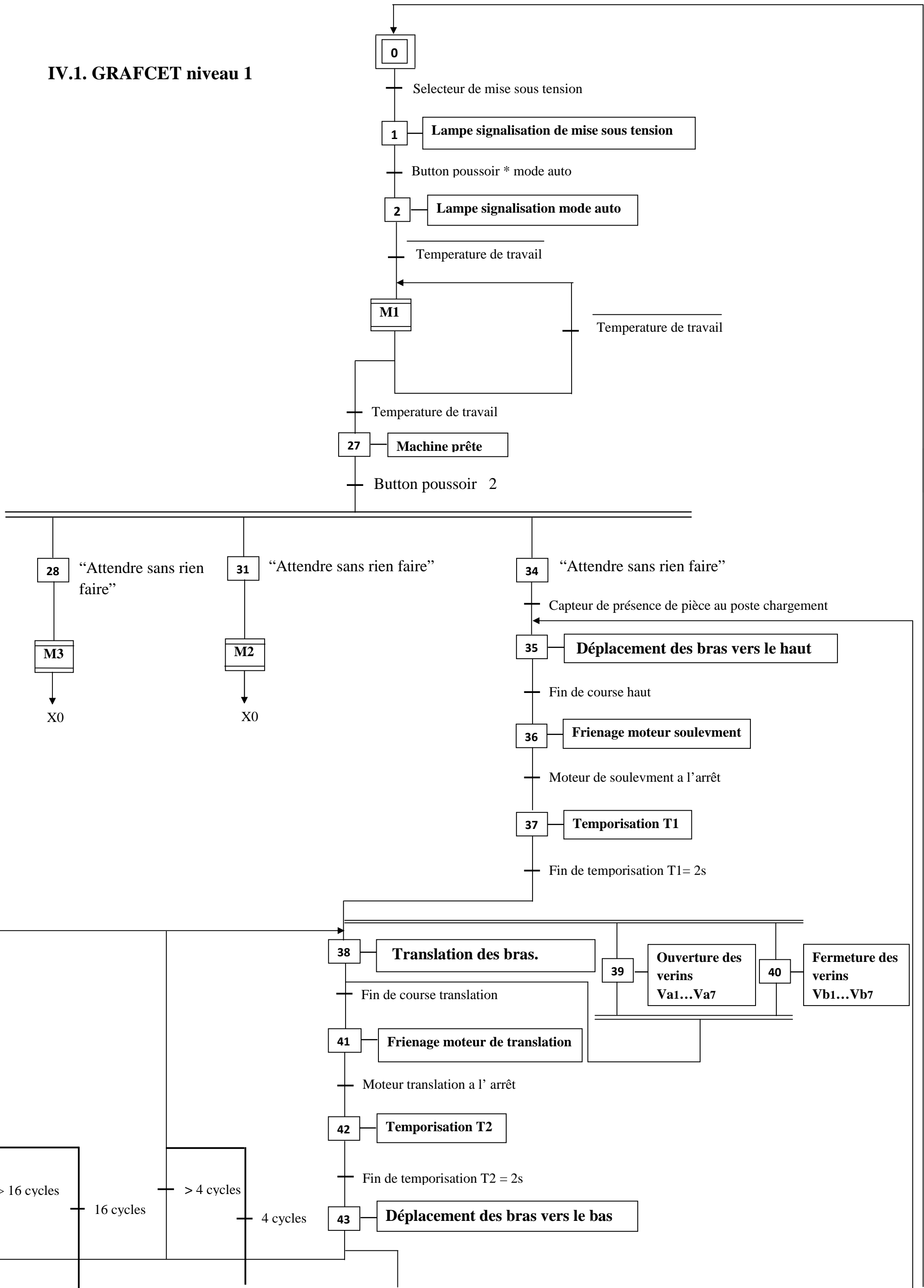




Les macros étapes :



IV.1. GRAFCET niveau 1



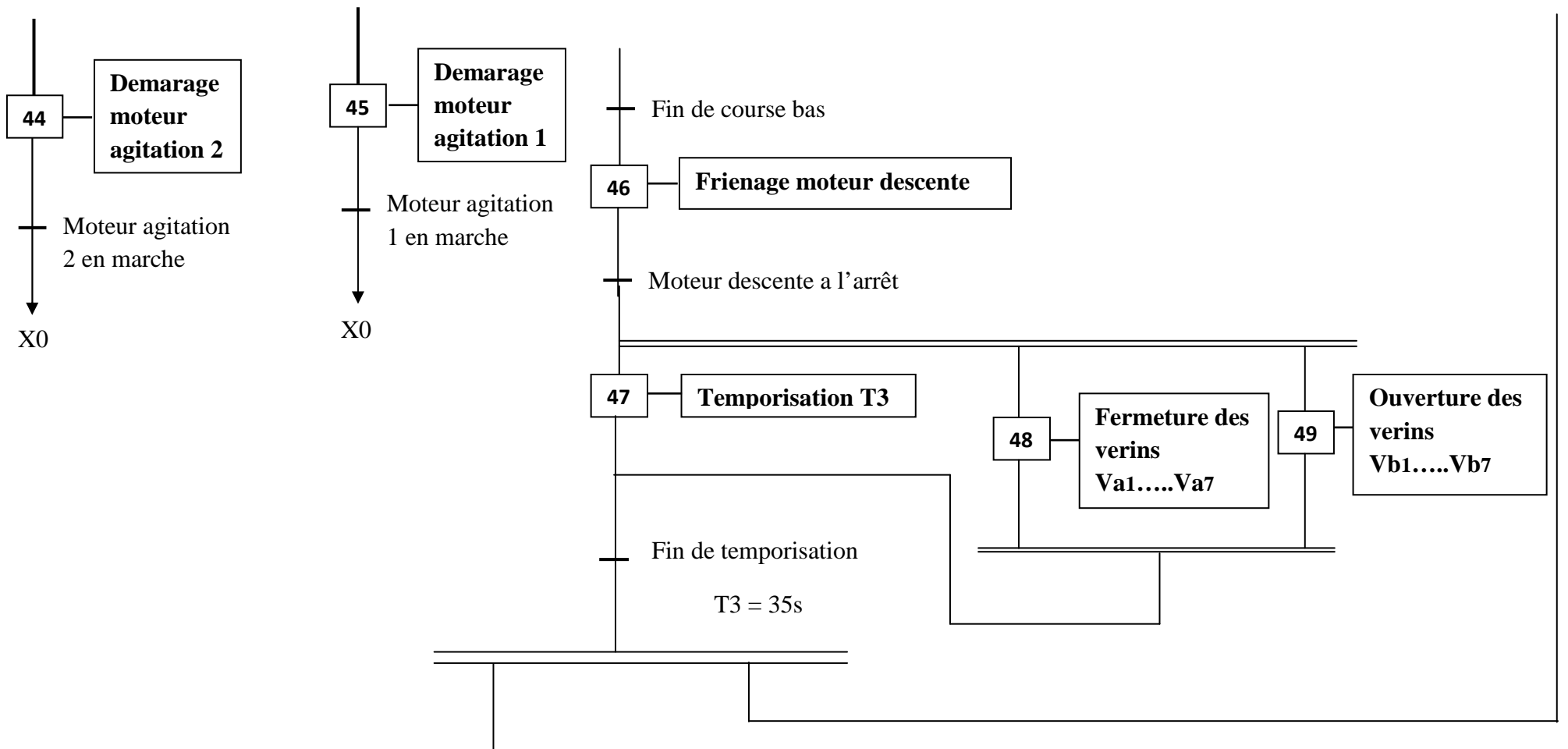
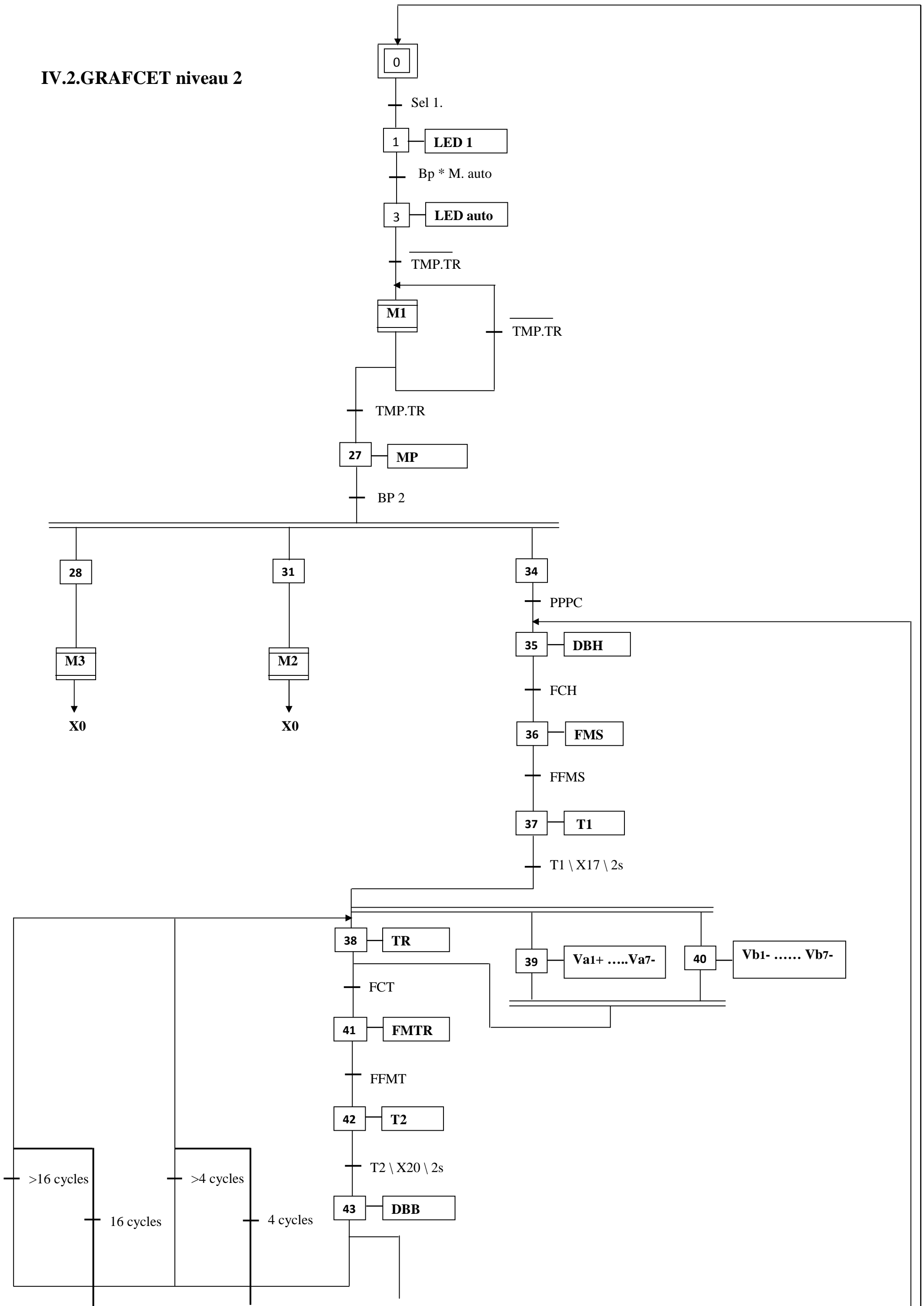
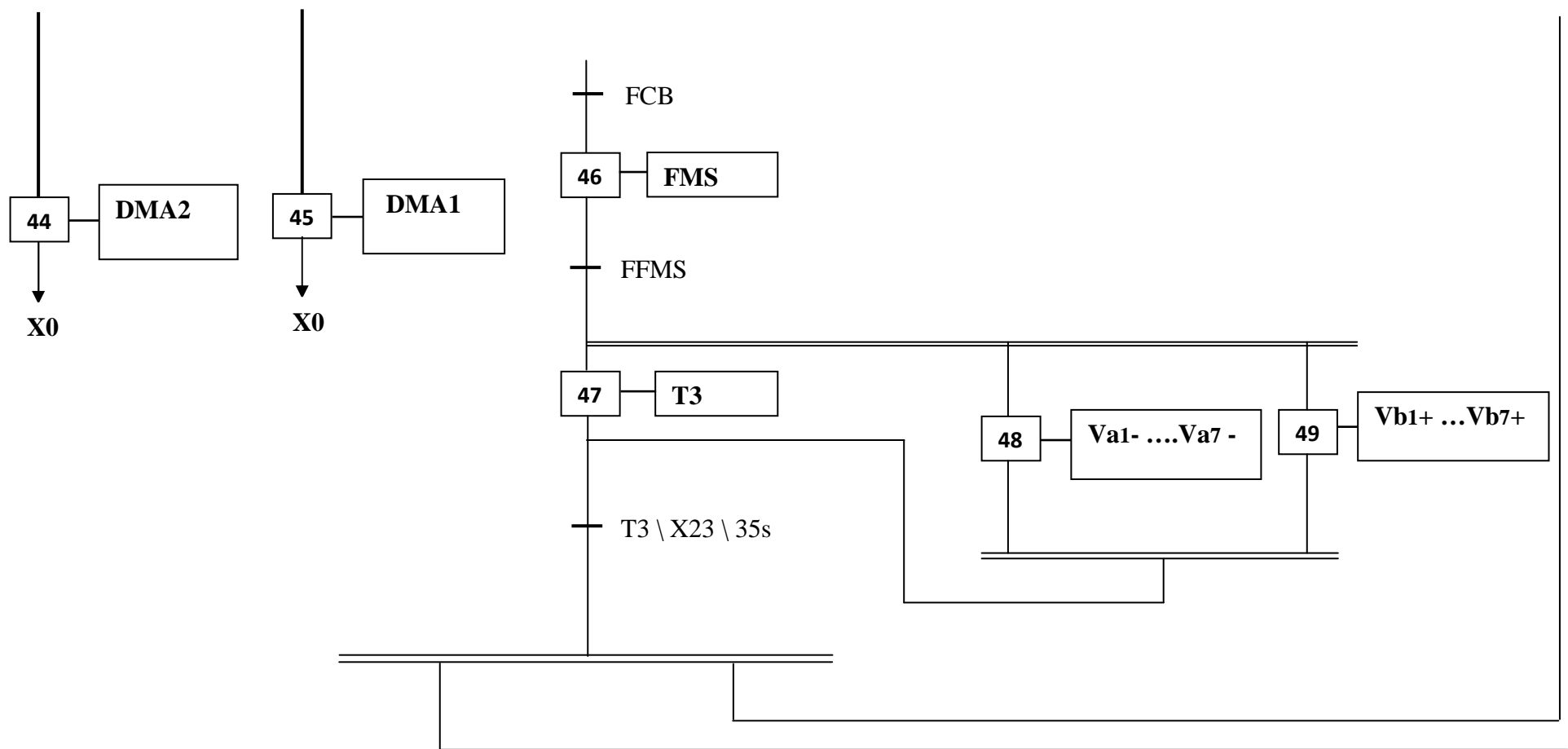


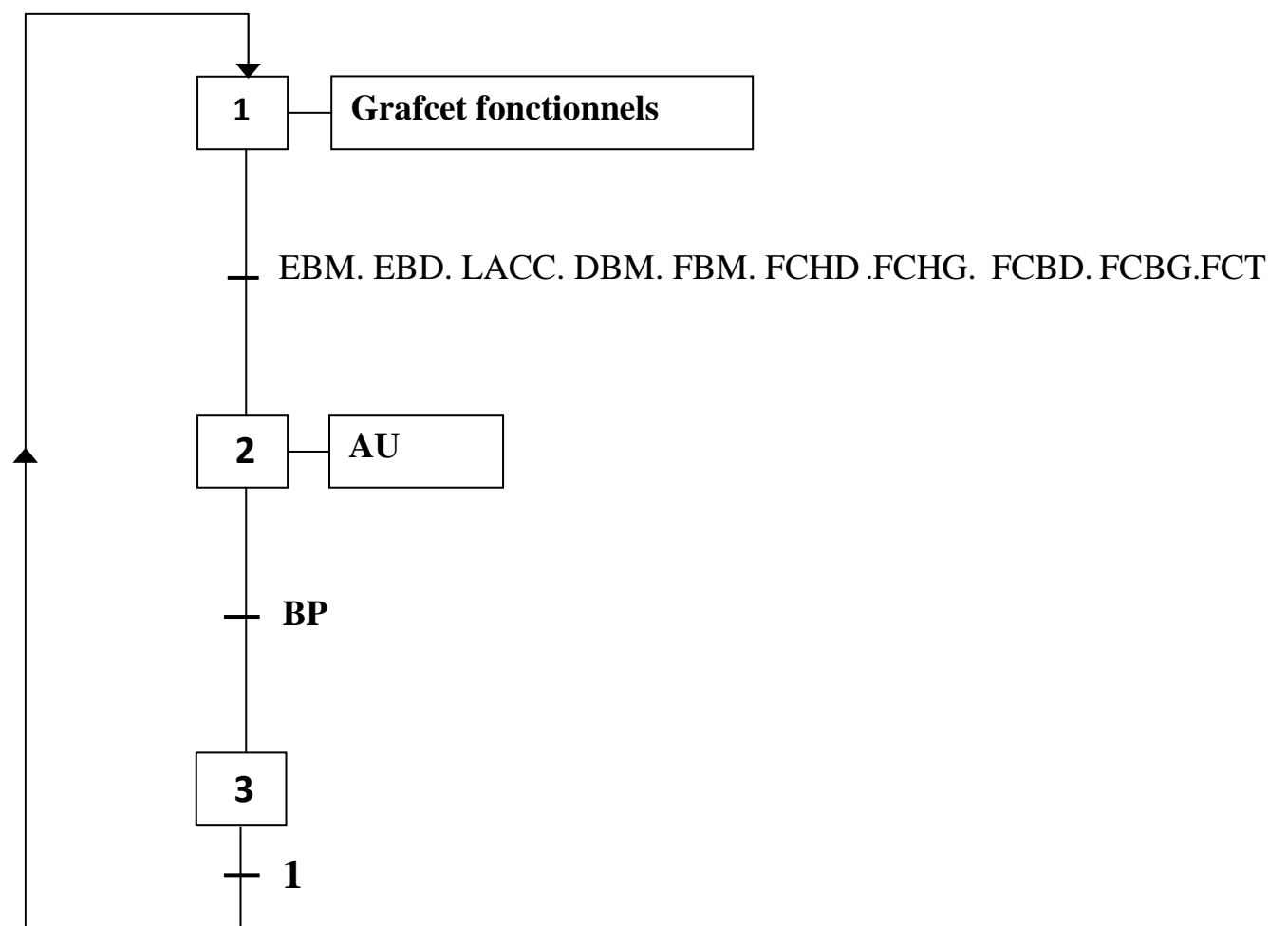
Fig.III.10 : GRAFCET niveau 1.

IV.2.GRAFCET niveau 2





GRAFCET de sécurité :



Les macros étapes :

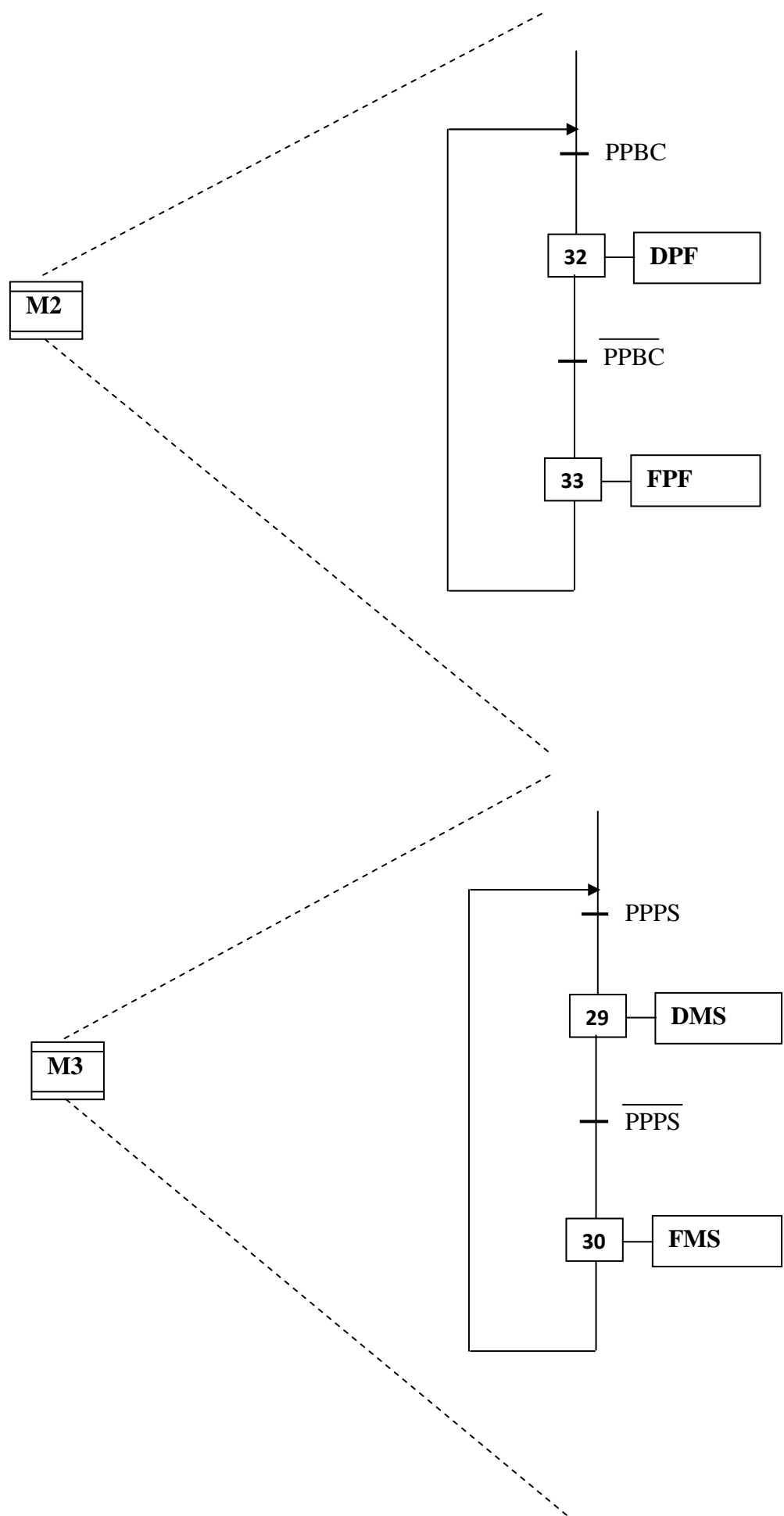


Fig.III.11 :GRAFCET niveau 2.

CHAPITRE IV :
PROGRAMMATION
DE L'AUTOMATE
S7-300

I. INTRODUCTION :

Après la modélisation de la station de chromage par l'outil de modélisation **GRAFSET**, l'étape suivante consiste à concevoir le programme qui sera implanté dans l'automate **S7-300**, et avant d'entamer la programmation nous avons jugé utile de présenter l'automate utilisé et citer les critères sur lesquels notre choix est basé.

II. LES CRITÈRES DE CHOIX DE L'AUTOMATE S7-300 :

D'après le cahier des charges établi, l'automate choisi doit répondre à certains critères qui sont :

- La capacité de traitement du processeur ;
- Le nombre entrées/sorties ;
- La nature des entrées/sorties (numériques, analogiques, booléennes) ;
- La fiabilité ;
- La qualité du service après vente ;
- La durée de garantie.

III. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'AUTOMATE S7-300 :

L'automate **S7-300** est un mini automate modulaire pour des applications d'entrées et de milieu de gamme fabriqué par la firme **SIEMENS**, on peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules.

SIMATIC S7 désigne un produit de la société **SIEMENS**, se sont des appareils fabriqués en série, conçus indépendamment d'une tâche précise. Tous les éléments logiques, fonctions de mémoire, temporisations, compteurs...etc., nécessaire à l'automatisation sont prévus par le fabricant et sont intégrés à l'automate. Ils se distinguent principalement par le nombre des :

- Entrées / sorties ;
- Compteurs ;
- Temporisations ;
- Mémentos ;
- Vitesse de travail.

III.1. CARACTÉRISTIQUES DE L'AUTOMATE S7-300 :

L'automate **S7-300** est spécifié par les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de la **CPU** ;
- Gamme complète du module ;
- Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules ;
- Bus de fond de panier intégré au module ;
- Possibilité de mise en réseaux avec **MPI**, **PROFIBUS** ou **INDUSTRIAL ETHERNET** ;
- Raccordement central de la **PG** avec accès à tous les modules ;
- Liberté de montage au différent emplacement ;
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil de configuration matériels.

Plusieurs automates programmables **S7-300** peuvent communiquer entre eux aux moyens d'un câble-bus **PROFIBUS** pour une configuration décentralisée.

III.2. CONSTITUTION DE L'AUTOMATE S7-300 :

L'automate programmable S7-300 (figure IV. 1) est un système d'automatisation modulaire offrant la gamme du module suivant :

- Module d'alimentation (**PS**) 2A, 5A, 10A ;
- Unité centrale **CPU 312** travaillant avec une mémoire de 48 KØ, sa vitesse d'exécution est de 0.3ms /1KØ instructions ;
- Module de signaux (**SM**) pour entrées et sorties **TOR** et analogique ;
- Le module d'extension (**IM**) pour configuration multi rangée du **S7-300** ;
- Module de fonction (**FM**) pour fonctions spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone) ;
- Processus de communication (**CP**) pour la connexion au réseau.

S7-300 : Modules

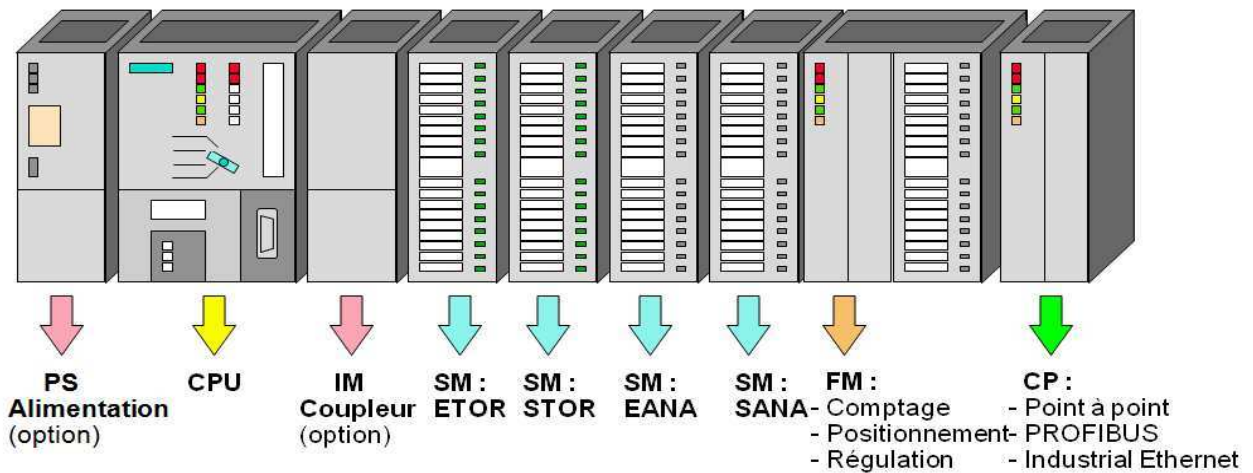


Fig. IV.1 : Constituants d'un automate.

III.2.1. MODULES D'ALIMENTATION (PS) :

Tout réseau 24 volts industriels peut être utilisé pour alimenter la **CPU** du **S7-300**.

Les modules d'alimentation suivants, de la gamme **S7**, sont prévus pour être utilisés :

Tableau IV.1 : modules d'alimentation.

Désignation	CS	Tension à l'entrée	Tension à la sortie
PS307	2A	AC120v/230v	DC24v
PS307	5A	AC120v/230v	DC24v
PS307	10A	AC120v/230v	DC24v

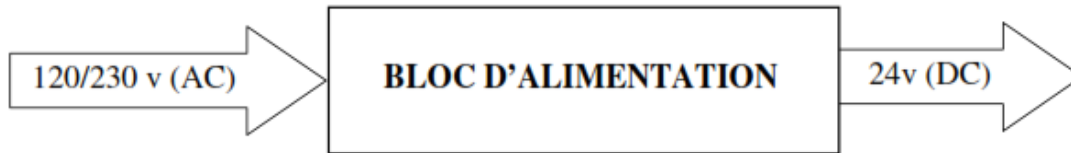


Figure. IV.2 : Alimentation d'un API.

III.2.2.DESCRPTION DE LA CPU :

La **CPU** (Central Processing Unit) est le cerveau de l'automate, elle lit les états des entrées, ensuite, elle exécute le programme utilisateur en mémoire et enfin, elle commande les sorties (action).

Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces vers les modules de signaux.

La **CPU** constituée de :

- **INTERFACE MPI :**

Chaque **CPU** est équipée d'une interface **MPI** pour la connexion de la console de programmation (**PG**) ou un autre appareil (par exemple adaptateur **PC**).

- **COMMUTATEUR DE MODE FONCTIONNEMENT :**

Le commutateur de mode fonctionnement permet de changer le mode de fonctionnement. Chaque position de commutateur de mode autorise certaines fonctions à la console de programmation. Les modes de fonctionnement suivants, sont possibles :

-**RUN-P** : exécution de programme, accès en écriture et en lecture avec la **PG**.

-**RUN** : exécution de programme, accès en lecture seule avec la **PG**.

-**STOP** : le programme n'est pas exécuté, toutes les fonctions avec la **PG** sont autorisées.

-**MRES** : position dans la quelles un effacement général de la **CPU** peut être effectué.

- **SIGNALISATION DES ÉTATS :**

Certaines états de l'automate sont signalés par des **LEDs** sur la face avant, de la **CPU**, tel que :

- **SF** : signalisation groupée des défauts, défauts interne de la **CPU** ou d'un module avec fonction diagnostique.
- **BATF** : défaut de pile, pile à plat ou absente.
- **DC5V** : signalisation de tension d'alimentation **5V**, allumé : les **5V** sont présentes, clignote : surcharge courant.
- **FCRE** : forçage signalisation qu'au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière permanente.
- **RUN** : clignotement de la mise en route de la **CPU**, allumage continue en mode **RUN**.
- **STOP** : allumage continue au mode **STOP**, clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours.

- **LA CARTE MÉMOIRE :**

Une carte mémoire peut être montée à la **CPU**, elle conserve le contenu de programme en cas de coupure de courant, même à la l'absence de la pile.

- **LA PILE :**

Elle permet de sauvegarder le contenu de la **RAM** en cas de coupure de courant.

- **BORNE POUR L'ALIMENTATION ET LA TERRE FONCTIONNELLE :**

Ce bloc est commun à la majorité des **CPU** des **S7-300**, on trouve les différentes bornes d'alimentation tel que :

- Cavalier amovible pour montage sans liaison à la terre.
- La terre.

❖ **REMARQUE :**

Pour l'alimentation en **CC** de 24 **V**, il est recommandé d'utiliser le module d'alimentation **PS 307**.

III.2.3. MODULES DE COUPLEUR (IM) :

Les coupleurs peuvent être utilisés pour un couplage sur de courtes distances. Pour un couplage sur de longues distances, il est recommandé d'émettre les signaux via le bus profibus.

Les coupleurs **IM306 / IM361** ou **IM365** permettent de réaliser des configurations à plusieurs châssis.

III.2.4. MODULES DE SIGNAUX :

Ils comportent plusieurs type tels que : **STOR, ETOR, SANA, EANA** ou **E/SANA**, et **E/STOR**, ils ont comme fonction l'adaptation des niveaux de signaux entre le processus et le **S7-300**.

A) MODULE DE FONCTION (FM) :

Les modules de fonctions offrent les fonctions suivantes : Comptage, régulation, positionnement.

B) MODULE DE SIMULATION :

Le module de simulation nous permet de :

- simuler les grandeurs d'entrée avec des interrupteurs.
- Afficher les grandeurs de sortie **TOR**.

C) MODULES DE COMMUNICATION (CP) :

Ils permettent d'établir des liaisons hommes-machines qui sont réalisé à l'aide des interfaces de communication :

- Point à point ;
- Profibus ;
- Industriel Ethernet.

D) CHÂSSIS D'EXTENSION (UR) :

Il est constitué d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteur. Il permet le montage et raccordement électrique de divers modules tels que : les modules d'entrées /sorties et d'alimentation. Il est possibles d'utiliser plusieurs racks en fonction du nombre d'entrées/ sorties.

IV. FONCTIONNEMENT DE L'AUTOMATE PROGRAMMABLE :

L'automate, lors de son fonctionnement exécute le programme séquentiel, qui commence par l'acquisition des entrées issues de capteurs sur l'état du processus et finit par l'envoi des ordres aux actionneurs.

IV.1. RÉCEPTION DES INFORMATIONS SUR LES ÉTATS DU SYSTÈME :

Le **S7-300** reçoit des informations sur l'état du processus via les capteurs de signaux reliés aux entrées, et il met à jour la mémoire image des entrées au début de chaque cycle de programme, en transférant le nouvel état des signaux d'entrée des modules vers la mémoire image des entrées ce qui permet à la **CPU** de connaître l'état du processus.

IV.2. SYSTÈME D'EXPLOITATION :

Le système d'exploitation contenu dans la **CPU** organise toutes les fonctions et procédures dans la **CPU** qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique, le système gère :

- Le déroulement du démarrage et du redémarrage ;
- L'actualisation de la mémoire image des entrées et l'émission de la mémoire image des sorties ;
- L'appel de programme utilisateur ;
- L'enregistrement des alarmes et l'appel des **OB** d'alarmes ;
- La détection et le traitement d'erreurs ;
- La gestion des zones mémoire ;
- La communication avec des consoles de programmation d'autres partenaires de communication.

IV.3. EXÉCUTION DU PROGRAMME UTILISATEUR :

Après avoir acquis les informations d'entrée et exécuté le système d'exploitation, la **CPU** passe à l'exécution du programme utilisateur, qui

contient la liste d'instructions à exécuter pour faire fonctionner le processus. Il est composé essentiellement de blocs de données de codes et de blocs d'organisation.

IV.4. COMMANDE DE PROCESSUS :

Pour commander le processus, on doit agir sur les actionneurs. Ces derniers reçoivent l'ordre via le module de sortie sur **S7-300**. L'état de sortie est donc connu après l'exécution du programme utilisateur par la **CPU**, puis vient la mise -à- jour de la mémoire image des sorties pour communiquer au processus le nouvel état.

V. NATURE DES INFORMATIONS TRAITÉES PAR L'AUTOMATE :

Les informations traitées par l'automate peuvent être de type :

- **Tout ou rien (T.O.R)** : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1).

C'est le type d'information délivré par un détecteur, un bouton poussoir...

- **Analogique** : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température...)
- **Numérique** : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivré par un ordinateur ou un module intelligent.

VI. PROGRAMMATION DE L'API S7-300 :

Un **API** est programmé à l'aide de langages spécialisés, fournis par son constructeur (**ex** : **step7** pour **SIEMENS** et **PL7** pour **SCHNEIDER**), et utilisables au travers d'une interface (un logiciel sur **PC**, un pupitre...).

Un standard définit cinq langages correspondant aux familles de langages les plus utilisées pour la programmation des API :

- Le langage de programmation **STEP7** ;
- Langage **CONT (LD** : Ladder Diagram) ;
- Langage **LOG** ;
- Langage **LIST (IL** : Instruction Liste) ;

- Le **GRAFCET** (S7-GRAPH).

VI.1. LES BLOCS DU PROGRAMME UTILISATEUR :

Il faut avoir l'habitude de subdiviser le procédé à automatiser en différentes tâches. Les parties d'un programme utilisateur structuré correspondant à ces différentes tâches, sont les blocs de programmes.

Le **STEP7** offre la possibilité de structurer le programme utilisateur, c'est-à-dire le subdiviser en différentes parties autonomes qui donnent les avantages suivants:

Écrire des programmes importants et clairs ;

Standardiser certaines parties du programme ;

Simplification de l'organisation du programme ;

Modification facile du programme ;

Simplifier le test du programme, car on peut l'exécuter section par section

Faciliter la mise en service.

Le logiciel de base **STEP7** dans ses différents langages de programmation possède un nombre important de blocs d'utilisateur, destiné à structurer le programme utilisateur.

VI.1.1 BLOC D'ORGANISATION (OB) :

Un **OB** est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'**OB** contient des instructions d'appel de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

VI.1.2. BLOC FONCTIONNEL (FB) :

Un bloc fonctionnel contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Il facilite la programmation de fonctions complexes, comme la commande de moteur (accélérateur,...etc.).

VI.1.3. FONCTION (FC) :

Les fonctions font partie des opérations que le concepteur programme. Elles ne possèdent pas de mémoires. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile de données locales. Ces données sont perdues après exécution de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données. Une fonction contient un programme qui est exécuté lorsqu'elle est appelée par un autre bloc de code. Elle peut-être utilisée pour :

- Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonction mathématique) ;
- Exécuter une fonction technologique.

VI.1.4. BLOC DE DONNÉES (DB) :

Les **DB** sont utilisés pour la mise à disposition de l'espace mémoire pour des variables de type données.

Tous les **FB**, **FC**, **OB** peuvent lire les données contenues dans un **DB** global ou écrire des données dans un **DB** global. Ces données sont conservées dans le bloc de données même lorsqu'on quitte le **DB**.

VI.2. CRÉATION D'UN PROJET DANS S7-300 :

Pour créer un projet **STEP7**, on dispose d'une certaine liberté d'action, en effet on a deux solutions possibles soit :

- Commencer par la configuration matérielle.
- Commencer par écrire le programme.

Dans notre cas les procédures suivies pour la création du projet sous le logiciel **STEP7**, sont comme suit :

- Lancer **SIMATIC manager** par un double clique sur son icône.
- La fenêtre suivante permet la création d'un projet.

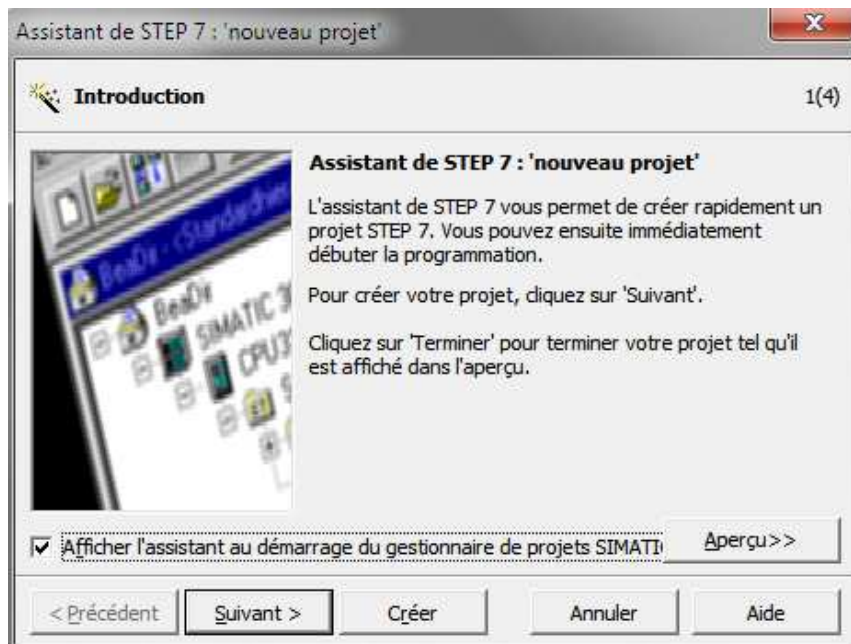


Fig. IV.2 : Fenêtre de création d'un projet.

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

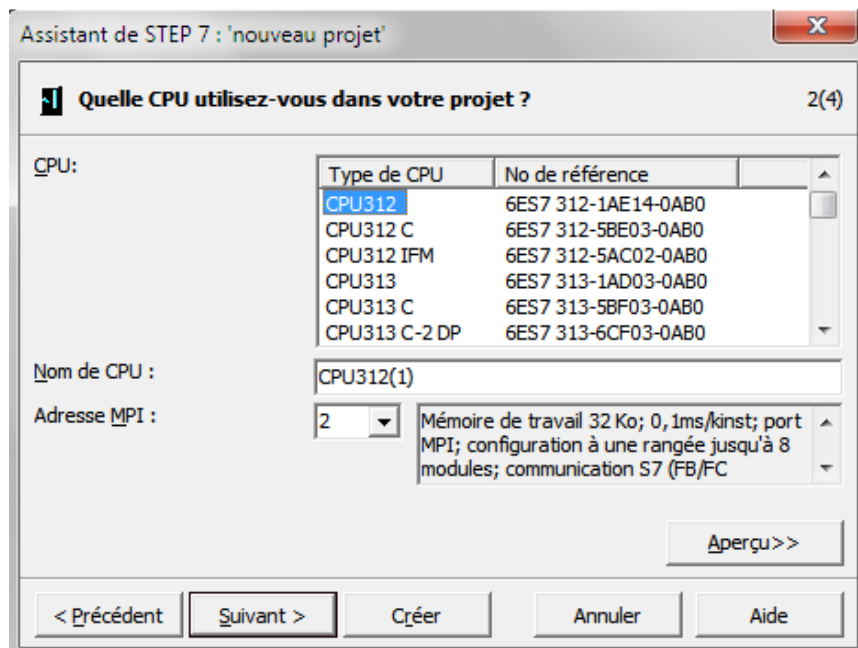


Fig. IV. 3 : CPU 312 sélectionnée.

- Après validation de la CPU, une fenêtre qui apparaît permet de choisir les blocs et le langage de programmation à insérer.

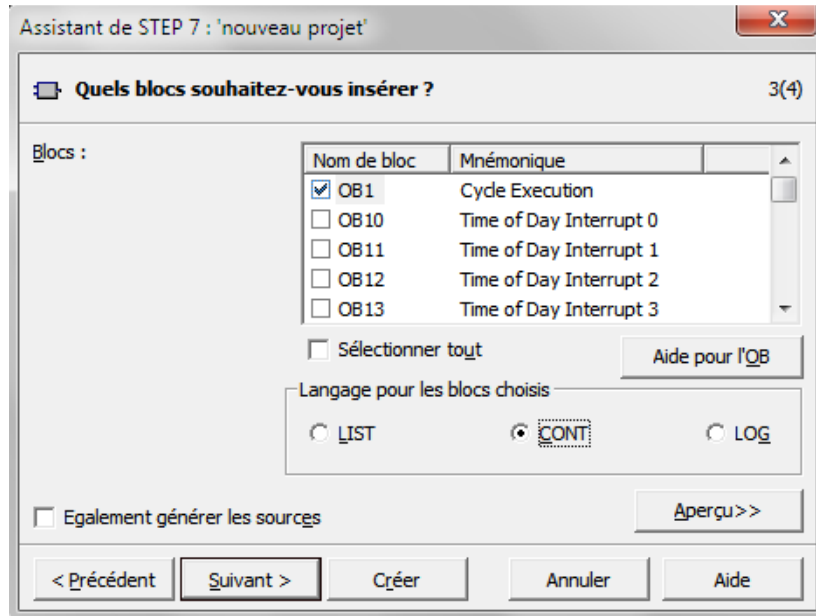


Fig. IV. 4 : Sélection de bloc et le langage de programmation (CONT).

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

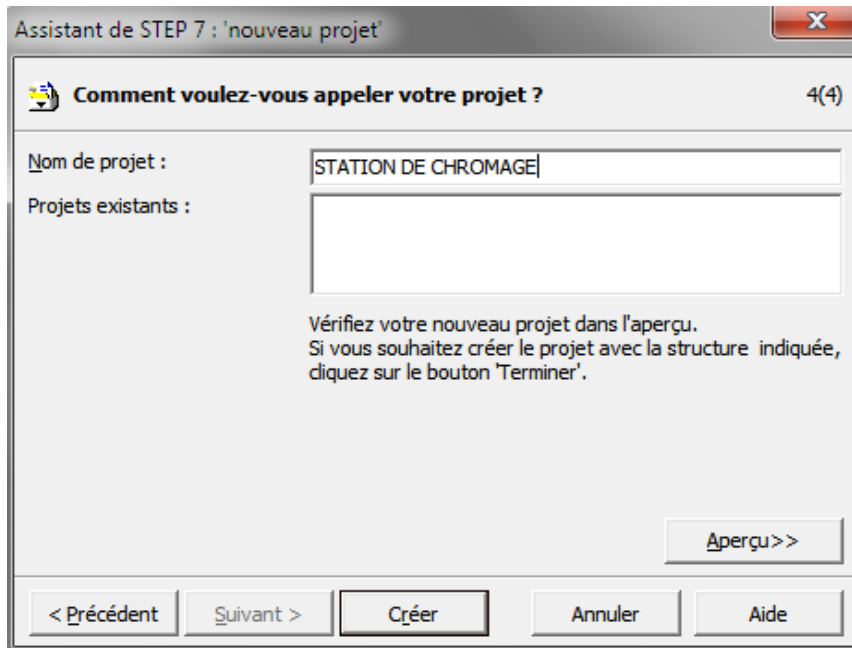


Fig. IV. 5 : Nomination du programme.

- Une fois le projet créé, il est nécessaire de configurer le matériel à utiliser comme le montre la figure suivant :

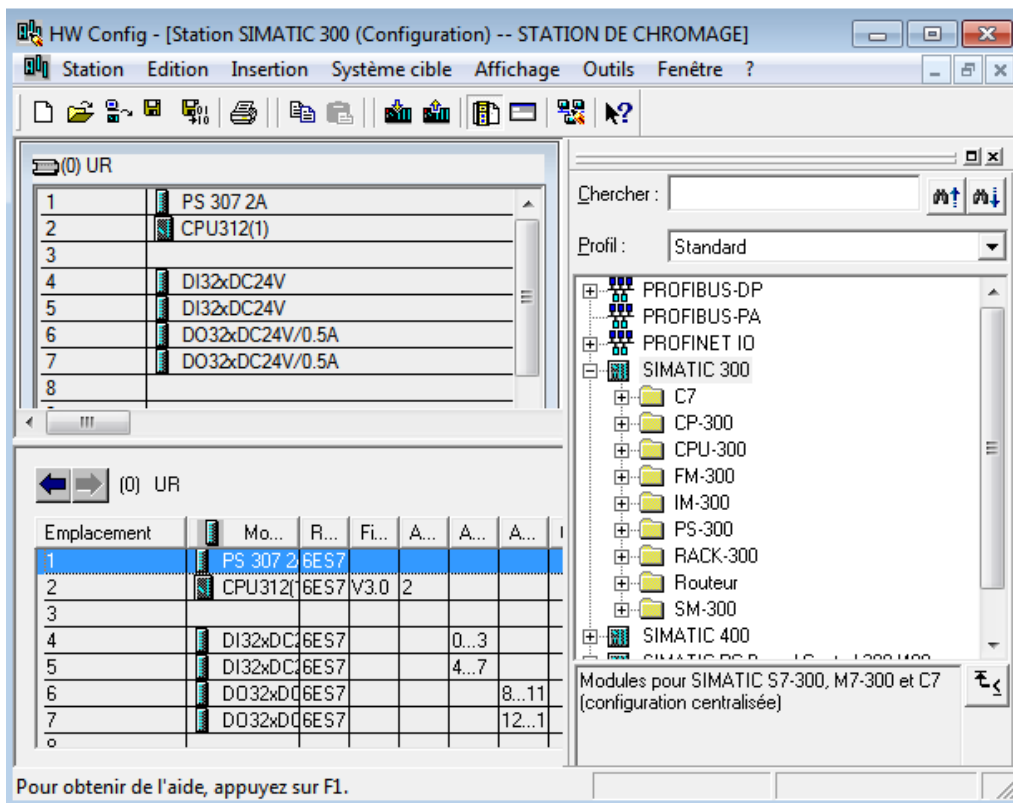


Fig. IV.6 : Configuration matériels.

- Ensuite on passe au programme utilisateur que nous avons écrit pour commander la machine, ce dernier est composé d'objets définis dans l'environnement de STEP7.

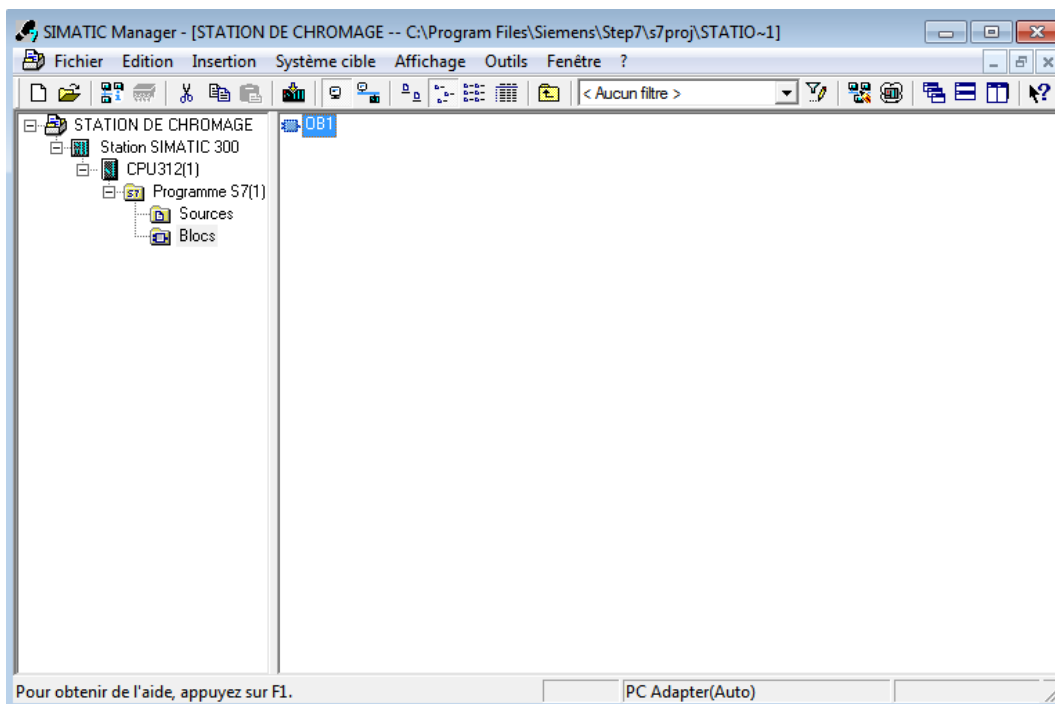


Fig. IV.7 : Vue des composants d'un projet S7.

VII. CONCLUSION :

Nous avons présenté l'automate programmable industriel et l'automate **S7-300** a été choisi comme solution adéquat et extensible, facile à adapter aux diverses conditions non seulement industrielles mais aussi dans des différents secteurs.

Une fois tous les **FC** programmés, nous avons inséré ces derniers dans le bloc d'organisation **OB1** pour la phase de simulation.

CHAPITRE V :
SIMULATION ET
VALIDATION DE
PROGRAMME

I. INTRODUCTION

Après l'élaboration du programme de commande de notre système à automatiser, nous arrivons à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape est la validation du programme par simulation et vérification de son bon fonctionnement.

Pour cela nous avons utilisé le logiciel **S7 PLCSIM** qui est un logiciel optionnel de **STEP7**.

L'application de simulation de modules **S7 PLCSIM** nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel **STEP 7**, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel **S7** quelconque (**CPU** ou modules de signaux). L'objectif de ce logiciel est le test des programmes **STEP7** pour les automates **S7-300** et **S7-400** qu'on ne peut pas tester immédiatement sur le matériel et ceci pour différentes raisons, ou l'application est critique, car elle peut occasionner des dommages matériels ou blessures corporelles en cas d'erreurs de programmation, mais la simulation permet de corriger ces erreurs pendant le test de simulation.

II. PRÉSENTATION DU S7 PLCSIM :


L'utilisation du simulateur de modules physiques **S7-PLCSIM** nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate de simulation que nous simulons dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel **STEP7**.

Le **S7-PLCSIM** dispose d'une interface simple nous permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme activer ou désactiver des entrées.). Tout en exécutant le programme dans l'**API** de simulation, nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel **STEP7** comme, par exemple, le test de bloc afin de visualiser les variables d'entrées et de sorties.

III. MISE EN ROUTE DU LOGICIEL S7-PLCSIM :

Le mode de simulation est disponible à partir du gestionnaire de projet **SIMATIC** à condition qu'aucune liaison à des **API** réels ne soit établie. On peut suivre la procédure suivante pour la mise en route du logiciel **S7-PLCSIM**

La procédure à suivre est :

- Ouvrir le gestionnaire de projet **SIMATIC**.
- Cliquez sur  ou Sélectionnez la commande outils > simulation de modules, Cela lance l'application **S7-PLCSIM** et ouvre une fenêtre **CPU** (figure. V.1) :

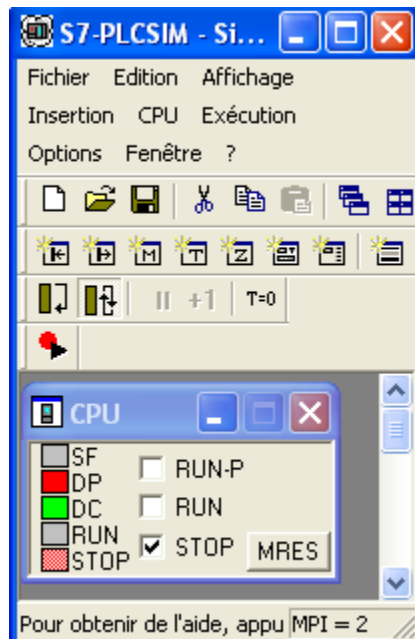





Fig.V.1 : Fenêtre du S7-PLCSIM.

- Dans le gestionnaire de projet **SIMATIC**, chercher le projet-exemple projet station de chromage.
- Dans le projet exemple «projet station de chromage», chercher le dossier blocs.
- Dans le gestionnaire de projet **SIMATIC**, cliquez sur  ou choisir la commande Système cible > charger pour charger le dossier blocs dans l'**API** de simulation.

Dans l'application **S7-PLCSIM**, crier de nouvelles fenêtres pour visualiser les informations provenant de l'**API** de simulation :

- Cliquez sur  ou choisissez la commande Insertion > Entrée pour créer une fenêtre dans laquelle vous pouvez visualiser et forcer des variables dans la zone de mémoire des entrées (zone E). Cette fenêtre s'ouvre avec l'adresse de mémoire par défaut EB0. Mais on peut modifier l'adresse (EB, EB2...EB12). (Voir figure V.2).
- Cliquez sur  ou choisissez la commande Insertion > Sortie pour créer une fenêtre dans laquelle vous pouvez visualiser et forcer des variables dans la zone de mémoire des sorties (zone A). Cette fenêtre s'ouvre avec l'adresse de mémoire par défaut AB0. Mais on peut modifier d'adresse (AB4, AB2... AB13). (voir figure V.2).

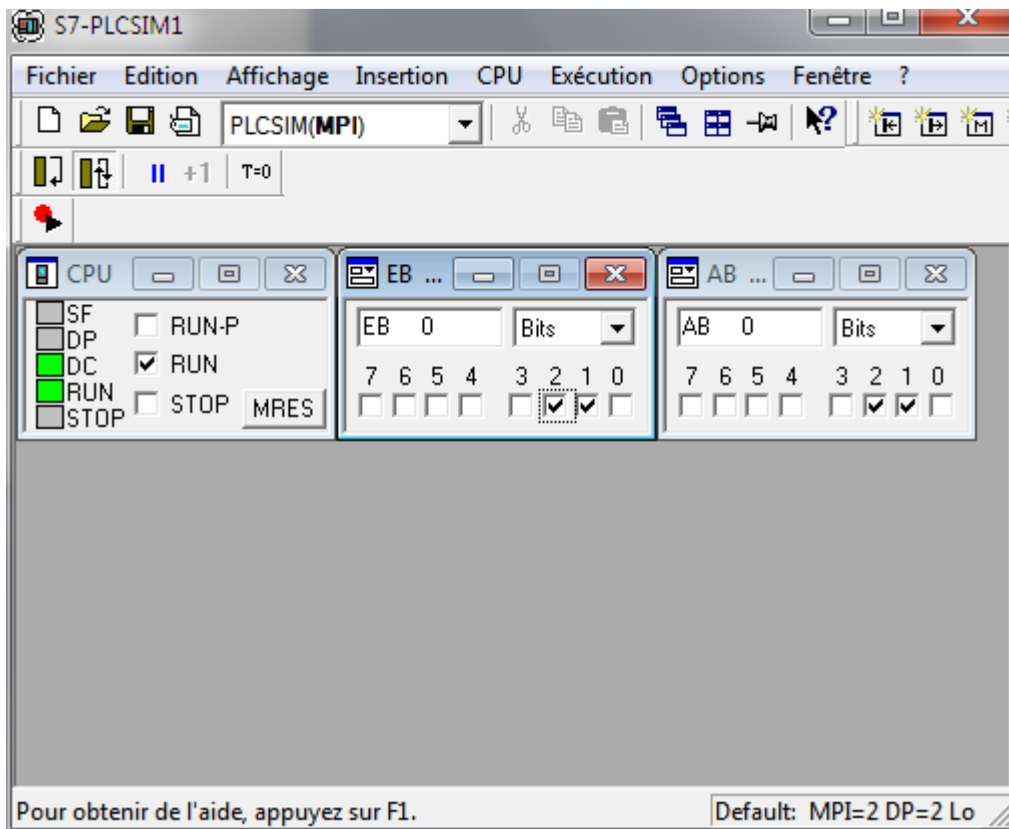


Fig.V.2. Les fenêtres de visualisation et de forçage dans la zone mémoires des adresses des entrées et des sorties.

- On choisit la commande Insertion > temporisation pour créer une fenêtre dans laquelle vous pouvez visualiser et forcer les temporisations utilisées par le programme. Cette fenêtre s'ouvre avec l'adresse de mémoire par défaut T 0.

Choisir le menu CPU dans la fenêtre du **S7-PLCSIM** et vérifier que la commande Mettre sous tension est activée (figure V.3).

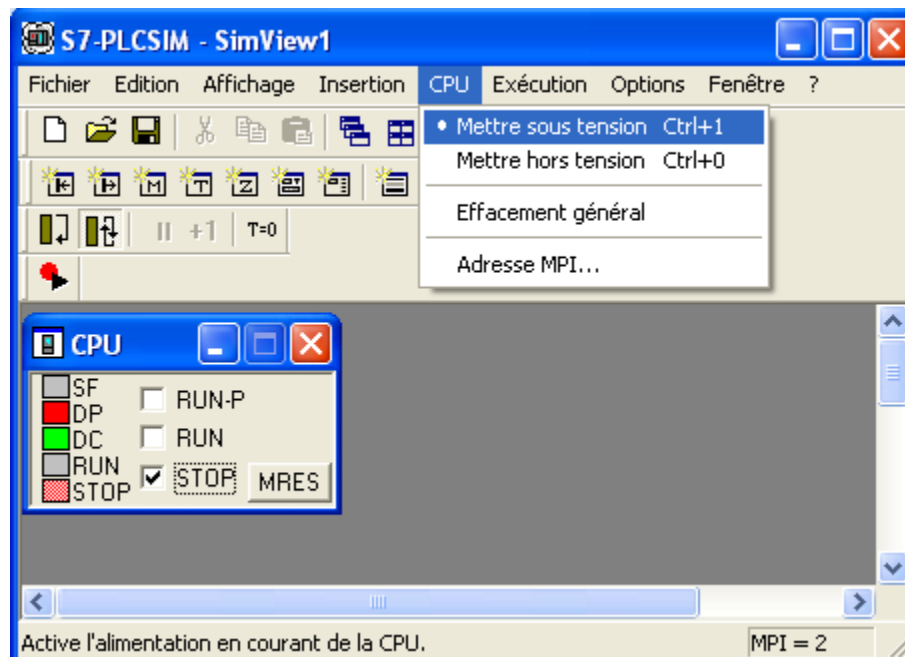


Fig.V.3 : Mise sous tension de la CPU.

Choisir la commande Exécution > Mode d'exécution et vérifier que la commande cycle continue est activée. (Voir figure V.4).

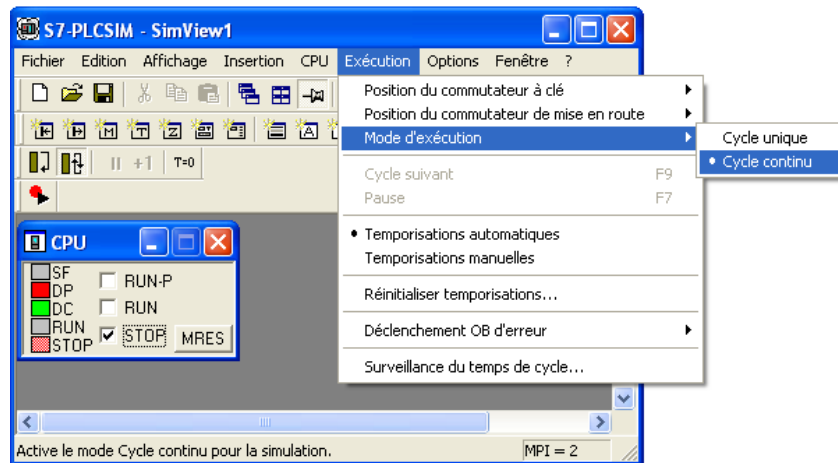


Fig.V.4: choix du cycle continu.

Mettre la **CPU** de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher **RUN** ou **RUN-P** (voir figure V.5).

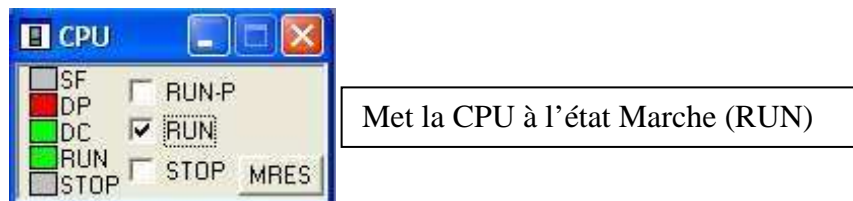


Fig.V.5: Mise en marche de la CPU.

Pour sauvegarder la version actuelle de la simulation du programme, cliquez sur ou choisissez la commande Fichier > Enregistrer **CPU**.

Une fois toutes les fenêtres d'entrées et de sorties sont prêtes, nous activons les entrées voulues pour lire l'état des sorties.

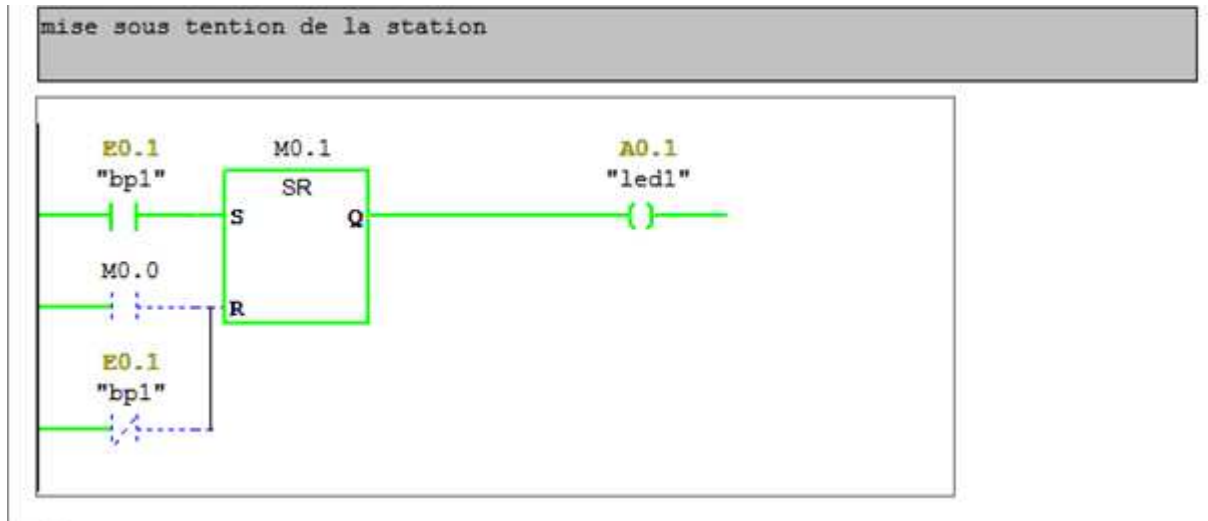
IV. SIMULATION DU PROGRAMME DE LA STATION CHROMAGE :

La simulation du programme de la station chromage dans les blocs fonctions FC s'effectue comme suit :

- Charger les blocs fonctions dans la **PG**.
- Activer la fonction de visualisation.

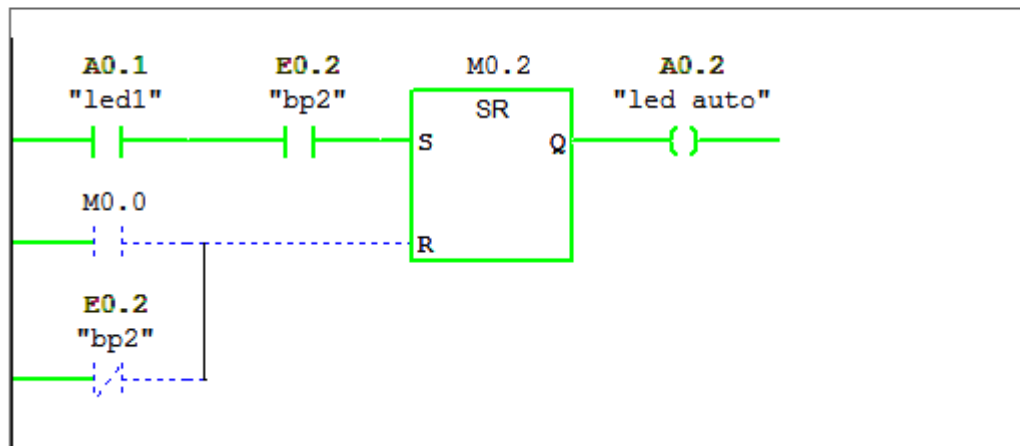
- Forcer les entrées nécessaires pour chaque réseau.

Les résultats de la simulation sont donnés comme dans l'exemple du réseau de la figure V.6.



Réseau 2: Titre :

selectionner le mode auto



figV.6 : un résultat de la simulation de programme de la station.

V. CONCLUSION :

Le programme utilisateur que nous avons développé pour la machine a été validé grâce à l'utilisation de **S7-PLCSIM**. Ce logiciel dispose d'une interface permettant de surveiller et de modifier le programme développé à fin de le rendre opérationnel pour une éventuelle implantation réelle sur un automate programmable industriel.

CONCLUSION

CONCLUSION GÉNÉRALE :

Au cours de notre stage, on a pu découvrir les divers techniques, outils, liés à l'automatique, vivre et travailler au sein d'une entreprise, et essayer de saisir les enjeux de l'automatique.

Le travail réalisé est l'étude et l'automatisation avec l'automate programmable **S7-300**, de la station de chromage à l'unité cuisson de l'Entreprise Nationale des Industries Électroménagères (**ENIEM**).

Après l'étude de fonctionnement de la station, nous avons proposé quelques modifications pour améliorer le cycle de traitement. En suite on a modéliser la station à l'aide de l'outil de modalisation **GRAFCET** ; et on a simulé notre programme avec le logiciel de simulation de **step7** le : **S7 PLCSIM**.

Cette expérience pratique sur le terrain nous a rendus attentif à l'importance des relations humaines, d'abord au sein d'une équipe, à tous les niveaux de responsabilité, et elle nous a fait comprendre que la réalité du travail sur le terrain est bien plus complexe que les théories acquises durant nos études.

Notre stage au sein de l'**ENIEM** nous a permis d'enrichir nos connaissances au niveau théorique d'une part à savoir la manipulation de différents documents, la méthodologie du travail, et sur le niveau pratique d'autre part en tenant compte de toutes les techniques acquises durant cette période.

Pour terminer, ce projet a élaboré à notre évolution dans plusieurs domaines, éventuellement le notre et il nous a donné un plan pour débiter notre vie professionnelle.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) L. AMIMER, A. AREZKI, « automatisation d'une station de traitement de surface », mémoire d'ingénieur, département automatique, UMMTO, 2009.
- (2) K. BOUCHIBA, F. BAKHOUCHE, M. GHERBI, « étude et automatisation par automate programmable S7300 d'une presse transfert à l'entreprise ENIEM », mémoire d'ingénieur, département automatique, UMMTO, 2009.
- (3) Documentation de l'entreprise ENIEM.
- (4) J.M. BLEUX, J.L.FANCHON, « maintenance- système automatisés de production », « édition Agnès Fieux ».
- (5) F.CASTELLAZZI, Y.GANGLOFF, D.COIGNIEL, « Maintenance industrielle », édition CASTEILLA.
- (6) Plusieurs sites internet.