

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'informatique

DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

## PROJET DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme

D'INGENIEUR D'ETAT EN AUTOMATIQUE

*Présenté par*

*M<sup>elle</sup> Bouaraba Nadja*

*M<sup>elle</sup> Feddi Nora*

Proposé par : M<sup>elle</sup> LATEB.S

Dirigé par : M<sup>r</sup> KHELIFA.M.A

### Thème

**Etude technologique et amélioration de la partie commande  
par un API siemens S7-300 pour une station de traitement de  
surface au niveau de l'ENIEM**

*Mémoire soutenu publiquement le 04 JUILLET devant le jury composé de :*

**M<sup>ame</sup> BOUKENDOUR.O** Présidente

**M<sup>r</sup> BOUCHABAT.K** Examineur

Mémoire réalisé à l'Entreprise Nationale des industries Electroménager

Promotion 2018

## *Remerciements*

*Une pensée pieuse à Dieu qui a éclairé notre chemin et mené vers la concrétisation de ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier Mr M.A KHELIFA pour nous avoir encadrés durant notre travail.*

*Nous tenons à remercier particulièrement, notre encadreur M<sup>elle</sup> S.LATEB et toutes l'équipe de ENIEM pour leurs aide, leur conseils, le suivi et l'intérêt qu'ils nous ont apporté tout au long de notre stage.*

*Nos remerciements s'adressent aussi aux membres de Jury qui nous ont fait l'honneur de juger ce modeste travail.*

*Nous souhaitons exprimer notre gratitude à tous les enseignants de l'université Mouloud Mammeri et ceux du département Automatique en particulier. Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude.*

*«Une personne qui n'a jamais commis d'erreurs, n'a jamais tenté d'innover» Albert Einstein*



# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*À mes chers parents pour leur patience, leur sacrifice et leur amour, vous méritez tout éloge, vous qui avez fait de moi et mes frères ce que nous sommes maintenant.*

*Nous espérons être l'image que vous êtes fait de nous, que dieu vous garde et vous bénisse.*

*À mes frères SAÏD et KAMEL qui ont toujours été là pour moi, je vous adore.*

*À mes oncles et tantes Mes cousins et cousines qui ont répondu présents, et pour leurs encouragements.*

*À ma binôme NADJIA.*

*À mes ami(es) : Dyhia, Djidji, Kahina, Dilia (thamazozthe), Karima, Lilia, Lyfia, didouche, celia, Hassane, Tarik (les doudouche) avec qui j'ai passé d'agréables moments et pour leurs présences à mes côtés.*

*À une personne qui m'est très particulière et très chère à mes yeux, qui n'a cessé de me soutenir de loin : Azouaou*

*À tous mes amis que je n'ai pas cités et qui sont présents dans mes pensées.*

NORA





# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à :*

*-Ma tendre et douce grand-mère « TASSADIT » pour qui j'ai une pensée toute particulière.*

*-Ma mère « FAZIA » et mon père « OMAR », qui par leur affection, aide et soutien, ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. J'espère qu'un jour je serai capable de leur donner au moins le minimum car quoiqu'on face on arrivera jamais à leurs rendre tout.*

*-Mes deux adorables frères « HAWAS » et « NABIL ».*

*-Ma chère sœur « NABILA » et ses deux petites filles.*

*-mon très chère mari « KAMEL » qui était à mes côtés à toute épreuve.*

*A mon binôme « NORA »*

*-Mes chers amies « LYDIA », « DJOUDJA » et « THIZIRI ».*

*-Tous mes amis.*

*BOUARABA NADJIA*



# Sommaire

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

## **Chapitre I : analyse fonctionnelle et organisationnelle de processus**

1. Introduction .....	3
2. Description de la station de Chromage et Nickelage .....	3
2.1. Description des bains .....	3
2.2. Caractéristiques des bains.....	6
2.3. Groupe de transport .....	6
2.4. Circuit-électrique .....	8
2.5 Le Redresseur .....	15
2.6 Pompe filtre .....	16
2.7 Filtre des déchets de chromage.....	16
2.9 Dispositif de sécurité .....	17
2.10 La passerelle .....	17
2.11 Les cames de contrôle.....	17
2.12 Les capteurs .....	17
2.13 Les sondes de température.....	19
2.14 Thermostat .....	20
2.15 Les Vannes .....	20
2.16 Les moteurs asynchrones.....	22
2.17 Les agitateurs .....	23
2.18 Le temps de cycle .....	24
2.19 Le temps de cycle minimum.....	24
3. Démarrage de l'installation .....	25
3.1 Mise en chauffe de l'installation .....	25
3.2 Mise en marche de l'installation.....	25
3.3 cycle de travail.....	27
3.4 Fin de travail.....	28
4. Conclusion.....	28

## **Chapitre II : modélisation du fonctionnement de l'installation de chromage et de nickelage**

1. Introduction.....	27
2. Définition du GRAFCET .....	27
2.1. Eléments de bases d'un GRAFCET .....	27

2.2. Niveau de GRAFCET.....	28
3. Les règles du GRAFCET .....	29
4. Configurations courantes.....	29
4.1. Divergence en OU .....	29
4.2. Convergence en ET .....	30
4.3. Saut d'étape et reprise de séquence .....	30
4.4. Macro-étape .....	31
5. Grafcet niveau 1de notre système (avant amélioration).....	32
6. Amélioration apportées pour la station .....	32
6.1. La Partie commande .....	32
6.2. Fonctionnement des bras .....	32
6.3. Démarrage et réglage des redresseurs .....	33
6.4. Préparation des produits chimiques.....	33
6.5. Régulation de température.....	33
6.6. Les vannes .....	33
6.7. Les conditions de sécurité.....	34
7. Liste des actions et des capteurs.....	34
7.1. Liste des actions.....	34
7.2. Liste des sélecteurs et des boutons .....	35
7.3. Liste des capteurs.....	35
7.4. Les différents temporisateurs.....	36
7.5. Liste des compteurs .....	36
8.Grafcet niveau 2 de notre système (après améliorations).....	36
9. Conclusion.....	44

### **Chapitre III : automatisation de la station de chromage et de nickelage**

1. INTRODUCTION .....	45
2. Les automates programmables industriels .....	45
2.1. Partie opérative .....	46
2.2. Partie commande .....	46
2.3. Critères de choix de l'automate programmable industriel.....	46
3. Présentation générale de l'automate S7-300 .....	46
3.1. Caractéristiques de l'automate S7-300 .....	47

3.2. Constitution de l'automate S7-300 .....	47
3.3. Fonctionnement de base d'un API.....	50
3.4. Programmation de l'automate S7-300.....	51
3.5. Projet et hiérarchie d'objets .....	54
3.6. Structure d'un programme utilisateur.....	55
3.7. Traitement du programme par l'automate .....	56
3.8. Structure générale de programme de station chromage et nickelage .....	57
4. Simulation et validation avec PLCSIM.....	60
4.1. Présentation du S7 PLCSIM.....	60
4.2. Mise en route du logiciel S7-PLCSIM .....	60
4.3. Simulation de programme d'installation .....	61
4.4. Exemple de simulation .....	61
5. Conclusion.....	63

## **Chapitre IV : supervision de l'installation avec le WINCC flexible**

1 - Introduction : .....	64
2. La supervision : .....	64
2.1. Logiciel de supervision WinCC flexible : .....	65
2.2. Elaboration du programme sous Win CC : .....	66
2.3. L'intégration de projet dans step7 .....	69
2.4. Simulation du projet sur WinCC flexible Runtime .....	70
3. Développement d'un système de supervision sous Win CC Flexible 2008.....	70
3.1. Réalisation des vues de contrôle et de supervision de l'installation de chromage et de nickelage.....	70
4. Conclusion.....	74
Conclusions générales .....	75

## Liste des figures

### Chapitre I : analyse fonctionnelle et organisationnelle de processus

Figure. I.1 Armoire de commande. ....	8
Figure. I.2 tableau électrique. ....	9
Figure. I.3 Disjoncteur général. ....	10
Figure. I.4 Disjoncteur divisionnaire. ....	10
Figure. I.5 Disjoncteur différentiel. ....	11
Figure. I.6. Les fusibles. ....	11
Figure. I.7 Les types de fusibles. ....	12
Figure. I.8 Le contacteur. ....	12
Figure. I.9 Le relais thermique. ....	13
Figure. I.10 Le transformateur. ....	13
Figure. I.11 Fonctionnement d'un capteur. ....	16
Figure. I.12 Capteur de position. ....	18
FFigure. I.13 Les Sondes de température. ....	18
Figure. I.14 Les thermostats avec voyant. ....	19
Figure. I.15 La vanne manuelle. ....	19
Figure. I.16 L'électrovanne. ....	20
Figure. I.17 La vanne tout ou rien. ....	20
Figure. I.18 le moteur asynchrone. ....	21
Figure. I.19 Agitateur mécanique. ....	22
Figure. I.20 Mise en marche de l'installation. ....	25

### Chapitre II : modélisation du fonctionnement de l'installation de chromage et de nickelage

Figure. II.1 Graphe fonctionnel (GRAFCET). ....	28
Figure. II.2 divergence en OU. ....	29
Figure. II.3 Convergence ET. ....	29
Figure II.4. Boucle si Alors. ....	30
Figure II.5. Boucle Répéter Tant que. ....	30
Figure II.6 : macro étape. ....	31
Figure II.10.b. Grafcet de fonctionnement des bras. ....	39

FigureII.10.c. Grafcet de fonctionnement des bras .....	40
FigureII.10.d. Grafcet de fonctionnement des bras.....	41
FigureII.10.e. Grafcet de fonctionnement des bras. ....	42
Figure II.11.M1 macro étape de levage, rotation, descente du bras.....	43
Figure II.12.M2 macro étape de rotation des bras dans les bains de traitement. ....	44

### **Chapitre III** : automatisation de la station de chromage et de nickelage

Figure III.1 Structure de la liaison Automate et ses périphériques. ....	45
FigureIII.2 Constitution d'un automate S7-300. ....	48
Figure III.3. Forme d'une CPU. ....	49
Figure.III.4 Vue d'ensemble de l'automatisme.....	52
Figure III.5 : Vue des éléments d'un projet S7. ....	53
Figure.III.6 : Manipulation de base pour une configuration matérielle. ....	54
Figure.III.7 : La hiérarchie .....	54
Figure.III.8: Bloc OB1 (affichage de température).....	58
Figure.III.9: Bloc OB1 (descente du bras dans le bain de levage).....	58
Figure.III.10 :BlocOB1 (levage du bras). ....	59
Figure.III.11: départ de cycle. ....	59
Figure.III.12 : levage du bras. ....	62
Figure.III.13 : départ de cycle. ....	62
Figure.III.14 : démarrage de l'installation. ....	63

### **Chapitre IV** : supervision de l'installation avec le WINCC flexible

Figure. IV.1création d'un projet dans WinCC. ....	65
Figure IV.2.Démarrage de WinCC flexible. ....	66
Figure IV.3.La création de projet. ....	66
Figure IV. 4. le type du pupitre. ....	67
Figure IV.5.La zone de travail sous le WinCC flexible. ....	67
Figure IV. 6. la fenêtre de projet. ....	68
Figure IV.7.La fenêtre des propriétés.....	68
Figure IV.8. La fenêtre d'outils.....	69
Figure IV.9: Structure générale de communication entre le PC de supervision et l'API.....	70
Figure IV.10 : Vue d'accueil.....	71
Figure.IV.11. Vue principale.....	72

Figure. IV.12. Vue des conditions initiales.....	72
Figure IV.13.vue de la régulation des températures.....	73
Figure IV.14. Vue de la préparation des produits chimiques.....	74

## Liste des tableaux

Tableau 1	Tableau. I.1. Caractéristiques des différents bains.....	<b>6.</b>
Tableau 2	Tableau. I.2: Caractéristiques des 4 redresseurs de l'installation. ....	<b>16.</b>
Tableau 1	Tableau.III.1 Les différentes alimentations .....	<b>48.</b>

## 1. Introduction

L'Entreprise Nationale des Industries de l'Electro Ménager (ENIEM) est une Entreprise Publique Économique de droit Algérien constituée le 02 janvier 1983 mais qui existe depuis 1974 sous tutelle de l'Entreprise SONELEC.



**Siège ENIEM**

Elle est entrée en production à partir de janvier 1977 dont l'activité principale est la fabrication et la commercialisation d'appareils électroménagers. L'Entreprise est certifiée :

***ISO 9001/2008 QUALITÉ et ISO 14001/2004 ENVIRONNEMENT.***

L'ENIEM a été transformée juridiquement en société par actions le 8 Octobre 1989. Son capital social est de 10.279.800.000 DA détenu en totalité par la ELEC ELDJAZAIR.

## 2. Situation géographique

E.N.I.E.M se trouve au cœur de la zone industrielle d'Oued-Aissi à 10 km de la ville de Tizi-Ouzou, C'est l'une des plus importantes unités industrielles de production en Algérie.

Ce complexe s'étale sur une superficie totale 55 hectares, il relève administrativement de la commune de Tizi-Rached et de la daïra de Larbaa Nath Irathen.

### 3. Organisation

L'entreprise se compose de quatre unités : l'unité de production, l'unité commerciale, l'unité de prestation de services et techniques ainsi que filiale.

- **L'unité de production :**

- **Unité froid :**

Possède des bâtiments industriels de stockage et de moyens de soutien adéquats à son exploitation, elle est composée de trois lignes de production :

1. Une ligne de réfrigérateurs grands modèles.
2. Une ligne de réfrigérateurs petits modèles.
3. Une ligne de congélateurs Bahut et de réfrigérateurs de 520 litre.

- **Unité cuisson :**

Implantée sur le même site que l'unité froid, cette usine est équipée de moyens de production repartis en quatre ateliers, un atelier de mécanique, un atelier de traitement de revêtement de surface, un atelier d'assemblage, et un laboratoire d'essais.

- **Unité climatisation :**

Elle est équipée de moyens de production répartis en trois ateliers :

1. Un atelier de peinture par électrostatique.
2. Un atelier de montage final avec deux chaînes d'assemblage de climatiseurs.
3. Un atelier de montage central autonome de climatisation et un atelier de montage de radiateurs à gaz butane

- **Unité de produits sanitaires :**

Située à Miliana (Ain Defla), cette unité est entrée en production en 1979 pour la fabrication sous licence RIA (Allemagne), elle assure la commercialisation de ses produits.

- **Unité commerciale :**

Implantée dans la zone industrielle d'Oued-Aissi, elle s'occupe de la commercialisation et la distribution des produits ENIEM.

- **Unité prestation techniques et services :**

Cette unité s'occupe de la gestion des moyens généraux et assure pour compte des unités situées à Oued-Aissi (gardiennage et sécurité, travaux de menuiserie, travaux d'imprimerie, travaux de nettoyages).

Cette unité assure aussi les fonctions de soutien aux unités de production dans divers domaines dont la :

1. Fabrication de pièce de rechange mécanique.
2. Conception et réalisation d'outillages.
3. Réparation des outils et moules.
4. Gestions informatique.

Avec un potentiel industriel constitue de :

- Un atelier central équipé de machines d'usinage.
- Un équipement pour la production et la distribution des utilités (eau surchauffé, air comprimé, azote...).

- **Filiale filamp :**

Cette filiale au capitale de 854000 détenus à 100 % par l'ENIEM, dont le siège sociale est à la zone industrielle de Mohammedia (Mascara), est à l'origine une unité de production ENIEM qui a été filialisée en 1996, elle est spécialisée dans la fabrication, la commercialisation, ainsi que la recherche et le développement des produits d'éclairage, les équipements de production sont constitués de :

- Sept chaînes de fabrication de lampes standards de 25 W à 200W de marque Osram(Allemagne).
- Une chaîne de fabrication de lampes standards flammes de marque FALMA (Suisse).

- Une chaîne de fabrication de lampes standards E27 et B22 de marque FALMA (Suisse).
- Un atelier de fabrication de filaments.

#### **4. Objectifs de l'entreprise**

Les principaux objectifs de l'entreprise sont :

- L'amélioration en permanence de la qualité de produits, et de la capacité d'étude et de développement.
- L'amélioration de la maintenance de l'outil de la production.
- La maîtrise des coûts et des revient.
- La valorisation du potentiel humain de l'entreprise.
- Augmentation des parts du marché au niveau national.
- Réduire le découvert bancaire.

# **Introduction**

## **générale**

## Introduction générale

L'évolution prévisible de toute société industrielle dans les années avenir nous permet d'affirmer que la production à moindre coût ne sera plus un rêve. On peut prédire un développement toujours plus intense des systèmes automatiques qui sont réalisés en vue d'apporter les solutions à des problèmes de nature technique, économique ou humaine.

Les domaines où l'homme ne peut, ou ne veut intervenir directement, soit parce qu'il serait obligé d'évoluer dans une atmosphère insalubre voire mortelle, soit parce qu'il devrait effectuer des tâches répétitives dénuées d'intérêts, soit enfin parce que la fiabilité et la sécurité d'un processus l'imposent. On peut prévoir un développement toujours plus intense des systèmes automatisés. De nos jours, les constructeurs de commande et les ingénieurs automaticiens n'ignorent plus rien des automates programmables, ce point d'intersection à partir duquel ces systèmes des commandes relativement récents sont d'un prix comparable ou même inférieur à celui des commandes traditionnelles à logique câblée recule cependant constamment.

L'automatisme est une discipline importante et nécessaire dans tous les secteurs industriels. Il facilite la tâche des opérateurs intervenants dans toute installation industrielle. Il permet de développer des systèmes automatisés qui assurent des tâches dangereuses, répétitives et dans des milieux hostiles pour l'homme. L'automatisme de toute unité de production augmente la productivité et améliore la qualité du produit.

Les automates programmables industriels représentent l'élément important de la chaîne automatisée, car ils assurent des bonnes performances, meilleure flexibilité et facilitent la maintenance et un fonctionnement fiable de l'installation industrielle. La diversité des processus industriels nécessite des connaissances sur l'aspect processus et les différentes technologies du domaine de l'automatisme, les automatismes câblés qui ont précédé les automates programmables industriels sont en développement en même temps que ceux des systèmes de production. Ils sont compétitifs toute fois leur structure présente des relatifs à leur maintenance et leur configuration.

C'est justement la raison qui nous conduit à porter notre attention lors de notre stage qui consiste à étudier et améliorer l'installation de traitement de surface au niveau de l'unité cuisson de l'ENIEM.

Le présent mémoire est organisé comme suit :

- Présentation de l'entreprise.
- Le premier chapitre est consacré à la description de l'installation et le processus de production ainsi que le cycle de travail.
- Le deuxième chapitre est consacré à la modélisation de cycle de fonctionnement de la station par l'outil GRAFCET, ainsi que l'amélioration proposée pour cette station.
- Dans le troisième chapitre nous avons proposé une solution programmable à l'aide de l'API S7-300 et son langage de programmation STEP-7. qui permet au plus de programmer et de simuler le programme par S7-PLCSIM.
- Quand le quatrième chapitre et le dernier, consiste à la supervision de la station à l'aide de logiciel WinCC flexible 2008.

Enfin, on termine par une conclusion générale et des perspectives visées en termes d'améliorer l'installation.

**Chapitre 1 :**  
**Analyse fonctionnelle**  
**et organisationnelle**  
**du processus**

## 1. Introduction

Le traitement de surface des matériaux est une étape importante dans la fabrication de différents types d'équipements. Il existe plusieurs techniques de traitement de surface tel que la peinture, le traitement mécanique, thermodynamique, traitement de conversion et par voie aqueuse.

Dans ce chapitre nous allons présenter les différentes parties de la station de Chromage et de Nickelage qui utilise le traitement par voie aqueuse, et nous présenterons ses différentes composants (électrique, pneumatique et hydraulique) utilisés dans ce processus, ainsi son fonctionnement, pour ensuite proposer une amélioration de la partie commande de cette station, voir les chapitres II, III et IV.

## 2. Description de la station de Chromage et Nickelage

L'installation est de genre automatique à portique de mouvement carrousel, les traitements principaux appliqués sont le Chromage et le Nickelage, et sa zone de travail est limitée au chargement et déchargement des pièces. Aussi, elle est composée d'une suite des cuves formant des chaines de production. Les bains correspondant à des bains de traitements, de lavage et de séchage. Les pièces subissent donc une succession de trempage dans les différents bains afin d'obtenir le traitement désiré. [1]

L'enchaînement nécessaire au traitement complet d'une pièce se fait par le passage successif dans les différents bains qui est assuré par un portique carrousel guidé automatiquement. Le passage est forcément d'un bain à celui qui le succède dans la chaîne.

### 2.1. Description des bains

Les bains sont construits en tôle d'acier et ils sont adéquatement renforcés et indéformables, Le revêtement intérieur en PVC, tandis qu'à l'extérieur ils sont protégés par une peinture antiacide à base de céramique.

Toutes ces cuves sont complétées par :

- Une décharge à bride.
- Une vanne de décharge complète en PVC.

### 2.1.1. Les bains de traitements

L'immersion d'une pièce dans l'un de ces bains permet d'obtenir un traitement bien spécifique selon la composition du bain, les différents bains de traitements sont :

- **Bains de dégraissage cathodique et anodique** : Ils permettent d'enlever les impuretés positives et négatives, ils sont complétés par :
  - Une armature galvanique en cuivre d'une section adéquate et isolée avec des spéciaux crochets.
  - Un serpentin de chauffage en acier inox.
  - Une gaine en pyrex pour le thermostat.
  - Deux hottes d'aspiration en PVC placées sur les bords de la cuve.
  - Un dispositif pour l'agitation mécanique dans le bain anodique.
- **Bain de décapage** : Il permet d'enlever la rouille par l'attaque des acides sur l'acier, il est complété par :
  - Deux hottes d'aspiration en PVC placées sur les bords de la cuve.
- **Bain de neutralisation** : Il permet d'enlever les rouilles de décapage et d'arrêter la réaction chimique après traitement.
- **Bain de Nickelage** : Il permet de protéger les pièces de la corrosion et de l'usure, il est complété par :
  - Une armature galvanique en cuivre de section adéquate et isolée avec des crochets spéciaux.
  - Un serpentin de chauffage en acier inox.
  - Une gaine en pyrex pour le thermostat.
  - Un dispositif pour l'agitation mécanique.

- **Bain mort** : L'installation possède 3 bains morts.
- **Bain de chromage** : Il permet de protéger et renforcer les pièces à traiter et aussi de les rendre plus esthétique grâce à l'effet miroir chrome, il est complété par :
  - Une armature galvanique en cuivre de section adéquate et isolée avec des crochets spéciaux.
  - Un serpentín de chauffage en acier titane.
  - Un serpentín de refroidissement en plomb.
  - Une gaine en pyrex pour le thermostat.
  - Deux hottes d'aspiration en PVC placées sur les bords de la cuve.

### 2.1.2. Les bains de lavages

Les bains de lavages permettent de :

- Nettoyer les pièces pour qu'elles soient aptes à subir le traitement chimique de l'opération suivante.
- Eviter le mélange des différentes substances des bains.
- Arrêter les réactions chimiques sur les surfaces des pièces.

L'installation comprend deux types de lavage :

- Le lavage chaud : ce bain est muni d'un serpentín pour le chauffage et d'une gaine pour le thermostat, il permet aussi d'enlever les traces du chrome.
- Le lavage froid (à température ambiante) avec neuf bains identiques.

### 2.1.3. Bain de séchage

Le séchoir construit en tôle fonctionne avec le système de la ventilation forcée à air chaud.

L'air chaud, fait circuler par trois ventilateurs opposée au radiateur, passe entre les pièces en décrochant les gouttes et en les séchant, un système de hottes soufflantes est attaché autour de la cuve et tout l'ensemble est isolé avec des panneaux synthétiques protégés par une tôle d'acier peinte avec de vernis antiacide à base de céramique. [1]

La puissance des trois radiateurs à eau surchauffée est de 18000 Kcal/h chacun.

## 2.2. Caractéristiques des bains

Les caractéristiques des bains sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau. I.1** Caractéristiques des différents bains.

Nombre de Bain	Nature	V (m <sup>3</sup> )	T°C
01	Dégraissage cathodique	2.352	40°C
08	Lavage	1.176	ambiante
01	Décapage	4.704	ambiante
01	Dégraissage anodique	2.352	40°C
01	Neutralisation	1.176	ambiante
01	Nickelage	11.760	60°C
03	Bain mort	1.176	Ambiante
01	Chromage	2.352	35°C
01	Lavage chaud	1.176	60°C
01	Séchoir	3.528	60°C

## 2.3. Groupe de transport

### 2.3.1. Portique

Sa logique de fonctionnement est du genre « pas à pas » a carrousel entièrement mécanique.

### 2.3.2. La partie centrale

La partie centrale de la machine est constituée d'un châssis métallique en profils en acier qui soutient les guides des bras et tous les mécanismes.

### 2.3.3. Les arbres de transmission

Sur le premier et le dernier montant sont fixés deux arbres de transmission.

### 2.3.4. Les couples de pinions

Dans cette station on trouve deux couples de pinions (deux inférieurs et deux supérieurs), chaque couple entraîne une chaîne et le mouvement est obtenu par un motoréducteur adéquatement puissant. [1]

### 2.3.5. Guides pour les chariots

Entre les deux chaînes on trouve 38 groupes de guides montés verticalement pour autant de chariots montés sur roues en plastiques avec roulement. [1]

### 2.3.6. Bras porte montage

Sur chaque chariot il est fixé un bras porte montage, isolé du reste de la machine et tendu par une baguette en acier, chaque bras est en outre doté de deux crochets en bronze pour accrocher les montages. [1]

### 2.3.7. Porte contact

Sur chaque bras il y a un porte contact en bronze pour la connexion électrique en courant continu. [1]

### 2.3.8. La partie centrale

Les chariots sont soulevés tous ensemble par une poutre centrale appuyée à deux couples de bielle actionnées par deux réducteurs et un motoréducteur central pour équilibrer le mouvement, la poutre est accrochée à un contre poids placé des guides et des poulies. [1]

## 2.4. Circuit-électrique

### 2.4.1 Armoire de commande

L'armoire de commande est métallique, peint avec un vernis époxydique et il est protégé contre la pénétration de la poussière, il contient tous les appareils pour les auxiliaires sur les cuves. [1]

Aussi, il est complété de disjoncteur avec le blocage de la porte, des boutons de marche et arrêt, des lampes de signalisations, des instruments de lecture et de contrôle, des relais, des transformateurs, des fusibles et des bornes de connections, voir Fig.I.1.

Le tableau fonctionne à 24V, il est alimenté à 380V,50Hz plus neutre et il est construit celons les dispositions IEC, voir fig. I.2.



Figure. I.1 Armoire de commande.

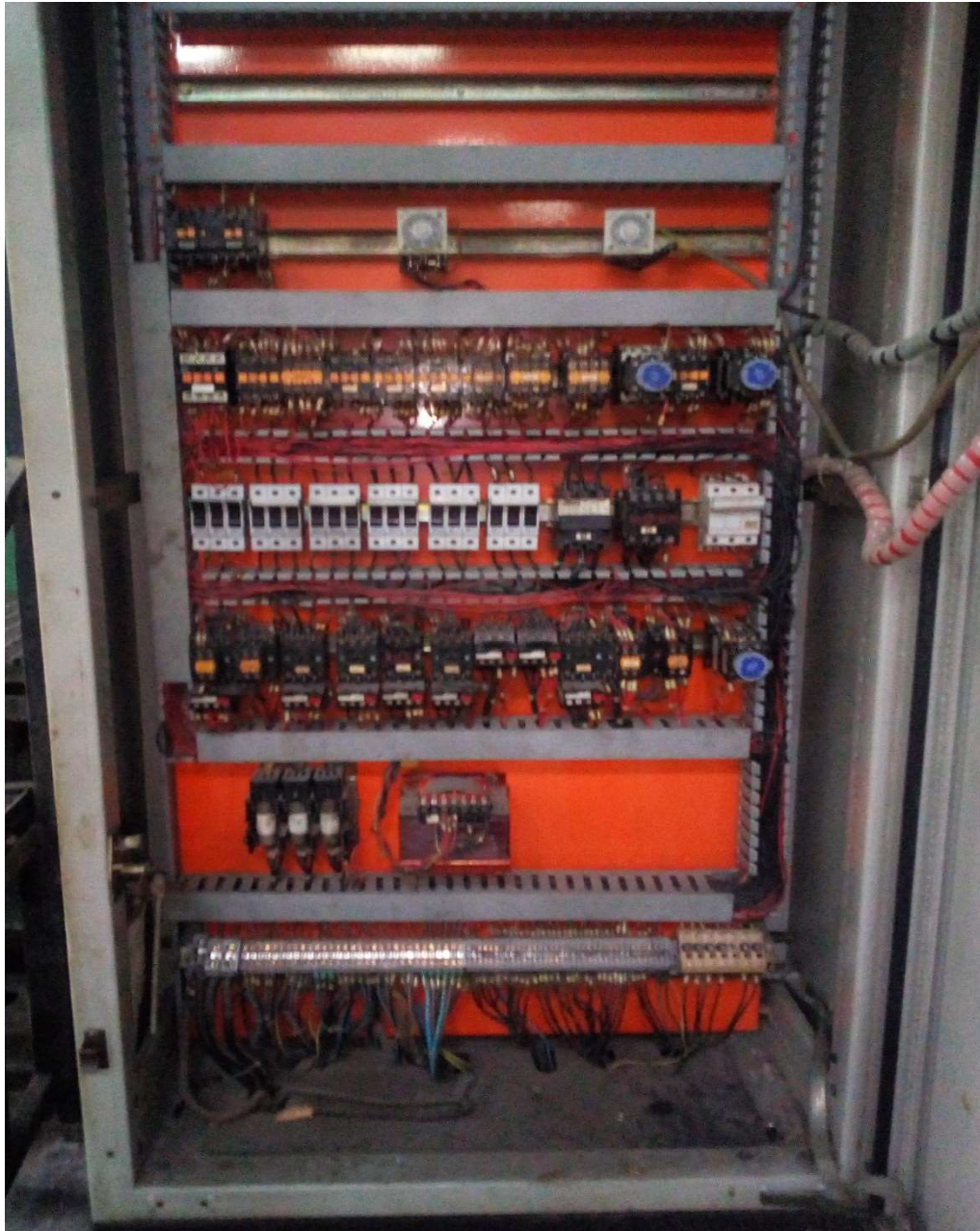


Figure. I.2 tableau électrique.

➤ **Le disjoncteur**

Le disjoncteur est un dispositif de protection qui permet entre autres de couper le courant en cas d'incident électrique sur un circuit, il existe trois types de disjoncteur :

❖ **Disjoncteur général :**

Le disjoncteur général ou de branchement protège l'installation électrique et les personnes .il assure l'arrêt d'urgence de l'ensemble de l'installation en cas de problème.



**Figure. I.3** Disjoncteur général.

❖ **Disjoncteur divisionnaire :**

Le disjoncteur divisionnaire assure la protection des différents circuits électriques de l'installation en cas de problème, il coupe le circuit responsable de la surcharge ou de court – circuit.



**Figure. I.4** Disjoncteur divisionnaire.

❖ **Disjoncteur différentiel :**

Le disjoncteur différentiel à haute sensibilité (30 milliampères), protège les circuits des surcharges et des court-circuit, mais également, il protège les personnes des risques d'électrisation.



**Figure. I.5** Disjoncteur différentiel.

➤ **Les fusibles**

Un fusible est un dispositif de sécurité qui protège contre les courts-circuits et les surcharges. Il se présente sous la forme d'un cylindre, en verre ou en céramique dont le cœur est traversé par un filament.



**Figure. I.6** Les fusibles.

On trouve des fusibles dans les anciennes installations électriques, où ils peuvent être de différents types : 2A, 10A, 16A, ou même 32A.



Figure. I.7 Les types de fusibles.

➤ **Le contacteur**

Permet d'alimenter le moteur avec une commande manuelle ou automatique avec un automate programmable.



Figure. I.8 Le contacteur.

➤ **Le relais thermique**

Protège le moteur contre les surcharges de courant, l'intensité maximale admissible est réglable. Son action différentielle permet de détecter une différence de courants entre les phases en cas de coupure d'une liaison par exemple.

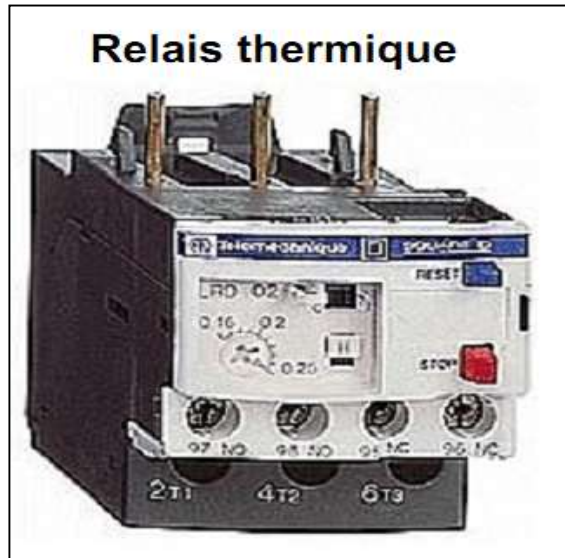


Figure. I.9 Le relais thermique.

➤ **Le transformateur**

Il abaisse la tension secteur à une valeur de 24V pour garantir la sécurité des utilisateurs sur la partie commande.

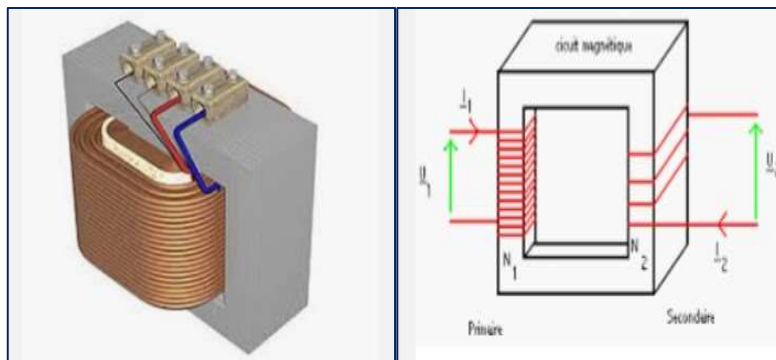


Figure. I.10 Le transformateur.

### 2.4.2 tableau des services auxiliaires

Dans le tableau qu'on a peiné décrit pour cette installation sont inclus :

- 5 thermostats digitaux pour les cuves (dégraissage chimique et électrolytiques, nickelage, chromage, lavage chaud et séchoir).
- 2 mises en marche des aspirateurs, pour cette installation on prévoit :

- Un aspirateur mode AF06 avec 7.5Hp de puissance et un débit de 6000 m<sup>3</sup>/h à 150mm H<sub>2</sub>O.
  - Un aspirateur mode AF09 avec 15Hp de puissance et un débit de 1800 m<sup>3</sup>/h à 100mm H<sub>2</sub>O.
- 2 mises en marche de l'agitation mécanique.
  - Mise en marche du séchoir.
  - Contrôle température du séchoir.

#### 2.4.4. Connexions électrique

Tous les appareils électriques de l'installation raccordés jusqu'à une boîte, les câbles des services des cuves passant dans des caniveaux en plastique

#### 2.4.5 Les réseaux auxiliaires

- Collecteur pour l'alimentation de l'eau.
- Collecteur pour l'eau de refroidissement.
- Collecteur de l'eau déchargée.
- Collecteur de l'eau surchauffée.

#### 2.5 Le Redresseur

Les montages redresseurs sont les convertisseurs de l'électronique de puissance qui assurent directement la conversion alternative –continue, alimentés par une source de tension alternative, ils permettent d'alimenter en continu le récepteur branché à leur sortie.

On utilise un redresseur chaque fois qu'on a besoin du courant continu alors que l'énergie électrique est disponible à chaque fois en alternatif. Comme c'est sous cette seconde forme que l'énergie électrique est presque toujours générée et distribuée, les redresseurs ont un très vaste domaine d'application.

Dans notre cas, l'installation de traitement possède 4 redresseurs :

**Tableau. I.2** Caractéristiques des 4 redresseurs de l'installation.

Redresseur	Puissance	Alimentation	Performance
Redresseur dégraissage cathodique	24 KVA	380 V 50 Hz triphasé	2000 Ampères 12 Volts D.C
Redresseur dégraissage anodique	30 KVA	380 V 50 Hz triphasé	2500 Ampères 12 Volts D.C
Redresseur nickelage	40 KVA	380 V 50Hz	5000 Ampères 8 Volts D.C
Redresseur chromage	24 KVA	380 V 50 Hz triphasé	3000 Ampères 8 Volts D.C

Tous les redresseurs qu'on propose ont un refroidissement à air.

## 2.6 Pompe filtre

Certains bains ont besoin d'une filtration périodique qu'on effectue avec des pompes pauvres de filtres de dimensions adéquates.

Pour cette installation on prévoit :

- Une pompe filtre à disques avec un débit de 20000 L/h pour le bain de nickelage.

## 2.7 Filtre des déchets de chromage

Pour éviter que les aérosols d'acide chromique aspirés du bord de la cuve soit répandu à l'extérieur autour de la cheminée, on a prévu un laveur de déchets à sec qui fonctionne avec le principe des séparateurs de gouttes qui dans ce cas a donné des résultats excellents.

Il s'agit d'une carcasse en PVC qui contient ces séparateurs de gouttes dimensionnées pour un débit nominal de 6000 m<sup>3</sup>/h et complet de deux embouchures de 400 mm de diamètre.

## 2.9 Dispositif de sécurité

Tous les dispositifs de sécurité installés sur les chariots sont relatifs au contrôle de fonctionnement électrique automatique et les fonctions sont bien illustrées dans les schémas électriques.

Tout autour de la zone d'accrochage des montages au bras, il y a une corde qui actionne un arrêt d'urgence, sur la passerelle opposée au poste de chargement il y a aussi des boutons pour l'arrêt d'urgence.

## 2.10 La passerelle

Autour de l'installation il y a une passerelle construite avec des profilés en acier plastifié avec du levasint bayer. Le pavé est constitué par des grilles en polypropylène il a 800mm de largeur.

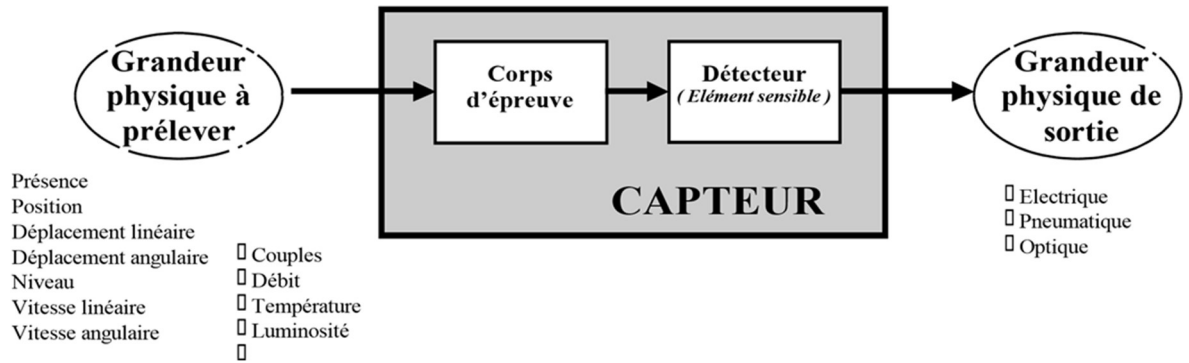
La balustrade opposée aux cuves est haute d'un mètre, aussi l'échelle à sa rampe et les marches sont avec des grilles.

## 2.11 Les cames de contrôle

Groupe toutes les cames pour l'arrêt des chariots sur les cuves et le comptage des positions, elles sont logées sur des plaques guides fixées sur les rails pour rendre les réglages plus faciles.

## 2.12 Les capteurs

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition, dans une chaîne fonctionnelle, ils prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande.



**Figure. I.11** Fonctionnement d'un capteur.

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 des capteurs logiques appelés aussi capteurs Tout Ou Rien (TOR), des capteurs Analogiques ou Numériques.

On peut alors classer les capteurs en deux catégories, les capteurs à contacts et les capteurs de proximité. Chaque catégorie peut être subdivisée en trois catégories des capteurs (les capteurs mécaniques, électriques et pneumatiques).

### 2.12.1 Choix d'un capteur

Pour choisir correctement un capteur, il faudra définir tout d'abord :

- ✓ Le type d'évènement à détecter.
- ✓ La nature de l'évènement.
- ✓ La grandeur de l'évènement.
- ✓ L'environnement de l'évènement.

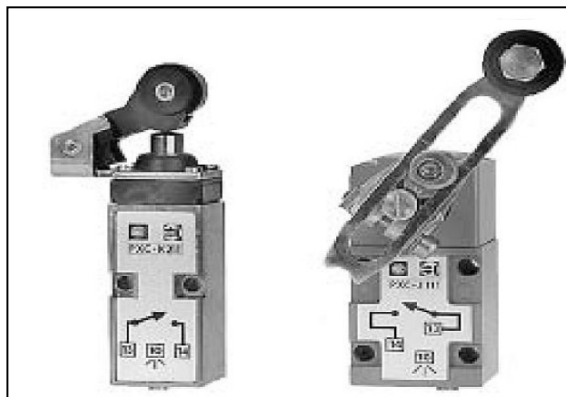
En fonction de ces paramètres on pourra effectuer un ou plusieurs choix pour un type de détection. D'autres éléments peuvent permettre de cibler précisément le capteur à utiliser :

- ✓ Ses performances.
- ✓ Son encombrement.

- ✓ Sa fiabilité.
- ✓ La nature du signal délivré par le capteur (électrique, pneumatique).
- ✓ Son prix.

Dans notre station les capteurs utilisés sont des capteurs de positions (avec contact) et ce type de capteur est extrêmement répandu, lorsque le levier rentre en contact avec l'objet celui-ci va actionner le bouton. Le signal est aussitôt envoyé à l'unité centrale.

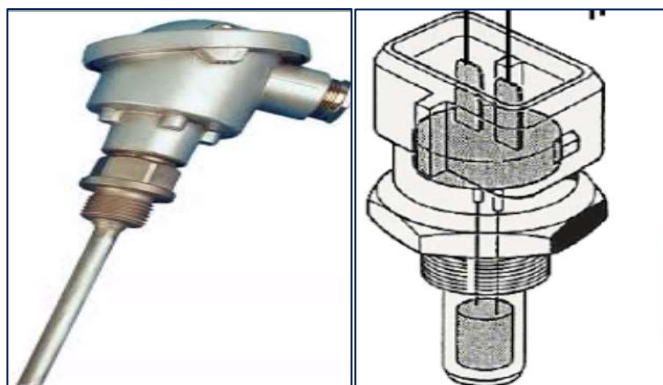
Il existe une multitude de capteurs de ce type, certains ne possèdent pas de levier, d'autres possèdent une roulette avec des géométries différentes.



**Figure. I.12** Capteur de position.

### 2.13 Les sondes de température

Les sondes de température (ou capteurs de température) sont des dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en signal électrique.



**Figure. I.13** Les Sondes de température.

## 2.14 Thermostat

Un thermostat est un boîtier compact assurant la régulation de température. On parle de thermostat d'ambiance, de thermostat de chaudière, de thermostat antigel, ...etc., il est à la fois capteur, régulateur et actionneur et peut agir directement sur l'organe de chauffe.



Figure. I.14 Les thermostats avec voyant.

## 2.15 Les Vannes

Une vanne est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide liquide, gazeux, pulvérulent ou multiphasique, en milieu libre (canal) ou en milieu fermé (canalisation).

- ✓ Différents types de vannes utilisés :

### 2.15.1 Les vannes manuelles

Sont des vannes commandées manuellement (voir la figure suivante).



Figure. I.15 La vanne manuelle.

### 2.15.2 Les électrovannes

Une électrovanne ou électrovalve est une vanne commandée électriquement, grâce à cet organe, il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un signal électrique, et dans notre cas on a utilisée des électrovannes Tout Ou Rien(TOR).

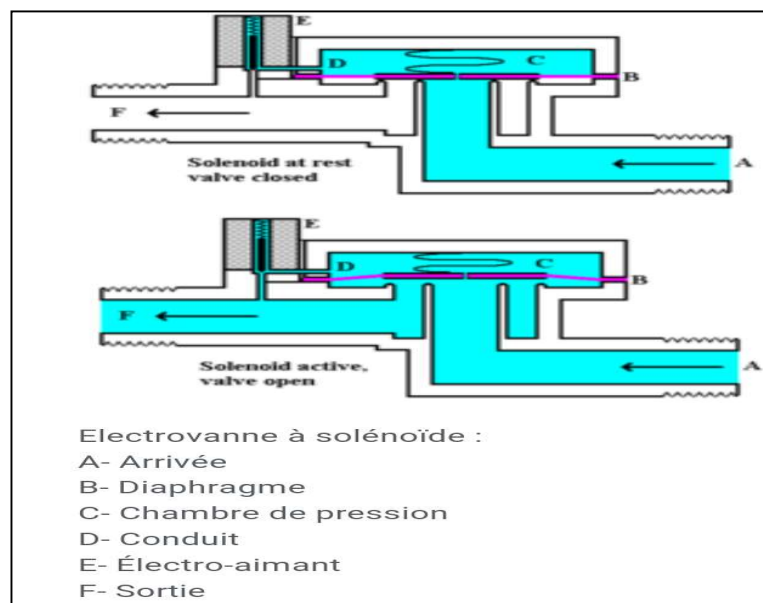


Figure. I.16 L'électrovanne.

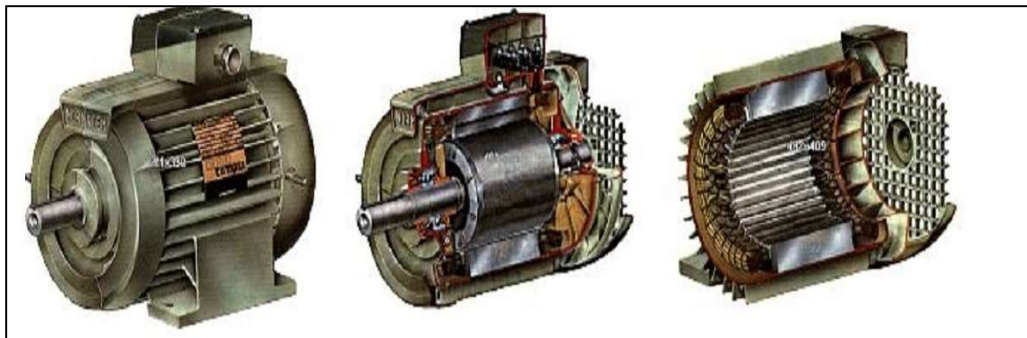
- ❖ **Les électrovannes tout ou rien(TOR) :** Elles ont deux états possibles :
  - ✓ Entièrement ouvertes.
  - ✓ Entièrement fermées.



**Figure. I.17** La vanne tout ou rien.

## 2.16 Les moteurs asynchrones

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



**Figure. I.18.a** le moteur asynchrone.

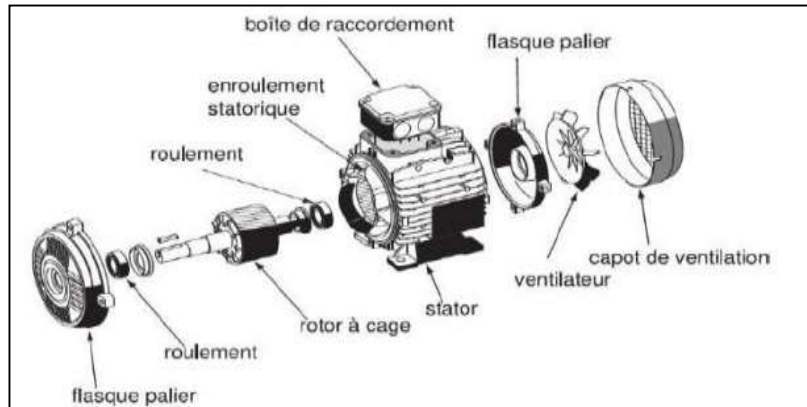


Figure. I.18.b le moteur asynchrone.

### 2.16.1 Les caractéristiques des moteurs

❖ Moteur de levage :

$$\left\{ \begin{array}{l} P=15 \text{ KW} \\ I=3.65 \text{ A} \\ U=380 \text{ V} \end{array} \right.$$

❖ Moteur de rotation :

$$\left\{ \begin{array}{l} P=0.55 \text{ KW} \\ I=1.85 \text{ A} \\ U=380 \text{ V} \end{array} \right.$$

### 2.17 Les agitateurs

Les agitateurs industriels sont utilisés dans les industries réalisant l'élaboration d'un produit par synthèse ou mélange (industrie chimique, alimentaire, pharmaceutique, cosmétique, etc...). Il existe différents types d'agitateurs industriels (mécaniques, statiques, à cuve tournante etc...) et dans notre station ils utilisent les agitateurs mécaniques.



**Figure. I.19** Agitateur mécanique.

## 2.18 Le temps de cycle

Dans notre installation le temps de cycle est composé des deux temps : temps de déplacement (monté, translation et décente) et temps d'immersion (celui de temporisateur de départ). Le temps de déplacement est de 25 secondes (sauf autres réglages). Par exemple si on impose sur le temporisateur de départ un temps de 35 secondes on aura dans la cuve de nickelage un temps d'immersion de :

- ✓ Temps de cycle :  $25+35=60$  secondes.
- ✓ Numéros de bras : 10.
- ✓ Temps d'immersions :  $(60*9) + 35 = 575$  secondes = 9 minutes et 35 secondes.

## 2.19 Le temps de cycle

Le temps de cycle minimum est le temps minimal que met le bras pour effectuer toutes les opérations sur les cuves. Généralement on l'utilise pour définir la productivité de l'installation :

Le temps de cycle minimum est de 29 minutes et 25 seconds.

### 3. Démarrage de l'installation

La régulation de la température est un facteur très important, les bains des dégraissages cathodiques et celui de dégraissage anodique doivent être chauffés à 40 °C, le bain de chrome à 35 °C, et le bain de nickelage et de lavage chaud à 60 °C, les sondes de contrôle de température sont reliées à des afficheurs avec voyants situés en face devant l'armoire de commande.

#### 3.1 Mise en chauffe de l'installation

- Ouvrir la vanne de l'eau surchauffée.
- Ouvrir la vanne de l'eau froide.
- Ouvrir la vanne d'air comprimé.
- Mettre en marche le disjoncteur de l'armoire de commande.
- Mettre en marche les dispositifs de chauffage de ces bains au préalable une heure avant le début du traitement des pièces pour atteindre les températures désirées.
- Mettre en marche les deux aspirateurs.
- Mettre en marche la pompe de filtration de nickel.

**NB : seul le séchoir peut être allumé après le démarrage.**

- ✓ Vérifier les niveaux des bains et ouvrir un peu les vannes des bains de lavage.

#### 3.2 Mise en marche de l'installation

Après avoir vérifié les conditions initiales, on accède au démarrage de l'installation en suivant les instructions suivantes :

- ✓ Mettre en marche les redresseurs des bains de dégraissages (cathodique et anodique), bain de nickel et bain de chrome.
- ✓ Mettre en marche la pompe de filtration de nickel.
- ✓ Régler le voltage de ces bains :
  - Bain Dégraissage cathodique et anodique a 5 volts.
  - Bain de nickel varie entre 05 volts et 06 volts selon les pièces a traité.
  - Bain de chrome varie entre 04 volts et 06 volts selon les pièces a traité.

- ✓ Actionner la corde d'arrêt d'urgence pour permettre la mise en marche de l'installation et les agitateurs.
- ✓ Mettre en marche les agitateurs de bain de décapage et de nickel.
- ✓ Vérifier la position des bras s'ils sont abaissés.
- ✓ Régler s'il est nécessaire le temporisateur qui règle le temps d'immersion 1 ou 2.

**NB : le temporisateur numéro 2 sert comme réserve ou pour lancer un deuxième cycle de travail.**

- ✓ Tourner le sélecteur de marche 'automatique/manuelle' sur le mode « Automatique ».
  - Appuyer sur le bouton de marche automatique.
  - Appuyer sur le bouton de marche « Ventilateur du séchoir ».
  - Appuyer sur le bouton départ de cycle.

## 3.3 cycle de travail

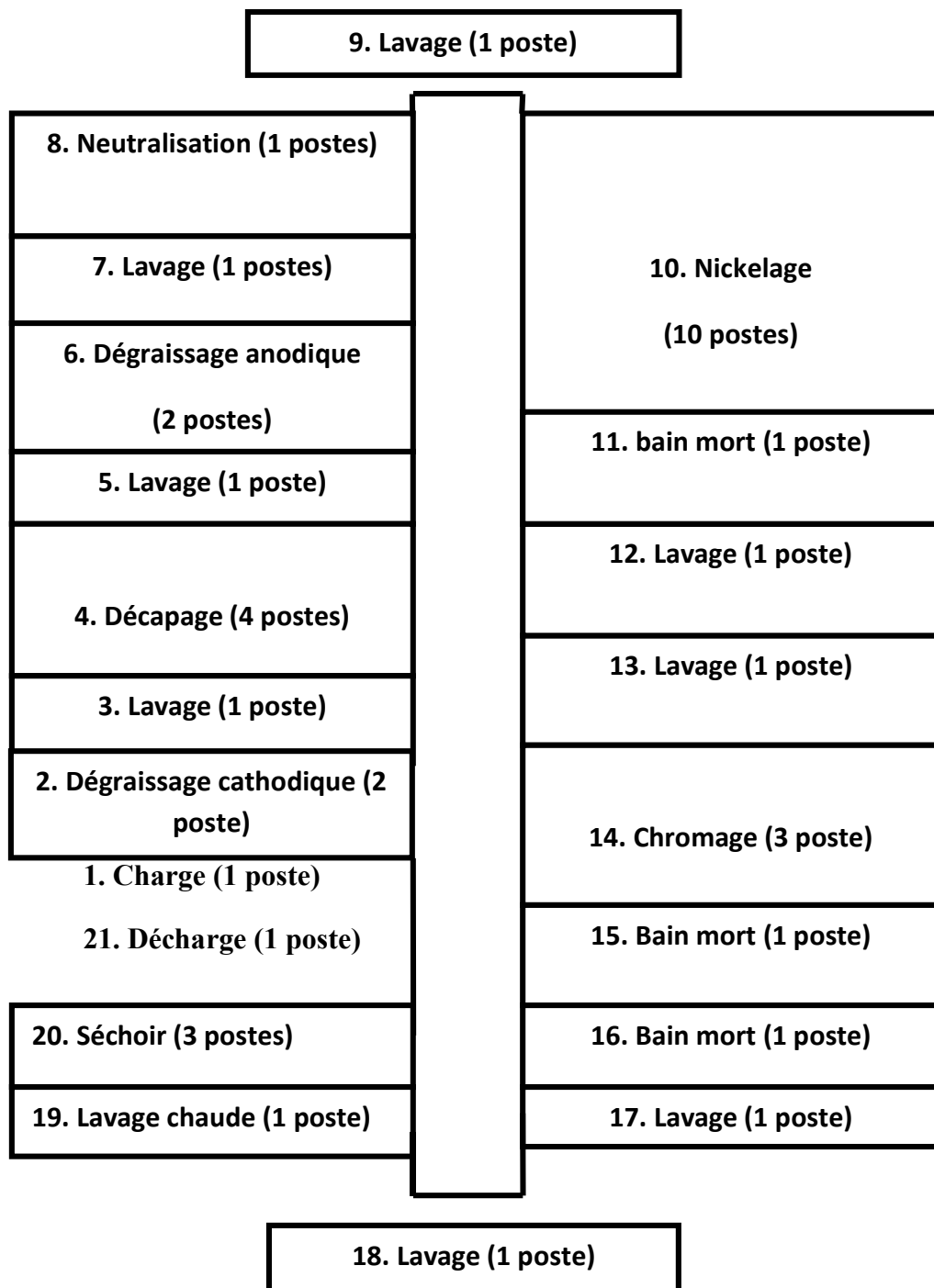


Figure. I.20 Mise en marche de l'installation.

### 3.4 Fin de travail

Pour terminer le travail, il suffit d'attendre que le dernier montage soit sorti de séchoir et déclencher le sélecteur de marche automatique puis fermer la vanne centrale.

## 4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié et cité en détail les diverses parties de l'installation de chromage et de nickelage. et par conséquent nous avons conclu que cette installation 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 préparation de chrome se fait manuellement. L'étude approfondie des différentes parties nous a permis d'élaborer un modèle de fonctionnement avant et après l'amélioration de cette installation, cet aspect est l'objet du chapitre suivant.



**Chapitre 2 :**  
**Modélisation du**  
**fonctionnement de**  
**l'installation de**  
**chromage et de**  
**nickelage**

## 1. Introduction

La création d'une machine automatique 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 aisé. En effet le client ne possède pas peut être la technique lui permettant de définir correctement son problème d'autre part, le langage courant ne permet pas de lever toutes les ambiguïtés (surtout des actions doivent se dérouler simultanément). Enfin la langue peut être considérée comme un obstacle. D'où la nécessité d'une représentation d'un diagramme fonctionnel GRAFCET.

Dans ce chapitre nous allons essayer d'élaborer un GRAFCET pour le fonctionnement actuel de l'installation et après l'amélioration proposée.

## 2. Définition du GRAFCET

Le GRAFCET (graphe fonctionnel de commande des étapes de transitions) est un outil graphique de définition pour l'automatisme séquentiel, c'est un diagramme fonctionnel qui permet de décrire graphiquement les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

### 2.1. Éléments de bases d'un GRAFCET

Le GRAFCET est composé d'étape de transition et de liaison.

- **La liaison** : ne peut être parcourue que dans un sens, a une extrémité d'une liaison il Ya une seule étape à l'autre une transition.
- **L'étape** : correspond à une phase durant laquelle on effectue une action pendant une certaine durée. L'action doit être stable, c'est-à-dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée de l'étape. Une action peut être la composition de plusieurs actions ou l'opposé, l'inaction (étape dite d'attente).

Une étape est dite active lorsqu'elle effectue l'action qui lui est associée si non elle est désactivée

- **La transition :** est une condition de passage d'une étape à une autre, la condition est définie par une réceptivité qui est généralement une expression booléenne de l'état des capteurs.

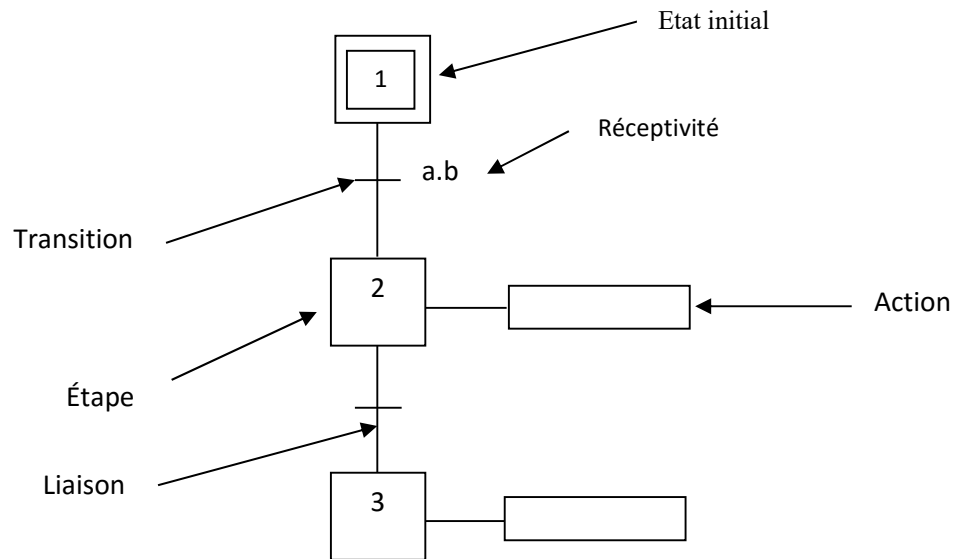


Figure. II.1 Graphe fonctionnel (GRAFCET).

## 2.2. Niveau de GRAFCET

### 2.2.1 GRAFCET niveau 1

Appelé aussi niveau de la partie commande. Il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations. On associe le verbe à l'infinitif pour les actions.

### 2.2.2 GRAFCET niveau 1

Appelé aussi niveau de la partie opérative. Il tient compte de plus de détails des actionneurs, des prés actionneurs et des capteurs, la présentation des actions et réceptivités sont écrits en abréviations et non en mots, on associe une lettre majuscule à l'action et une lettre majuscule à la réceptivité.

### 3. Les règles du GRAFCET

Le GRAFCET est basé sur cinq règles d'interprétation :

- **Règle 1** : la situation initiale d'un GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement, elle traduit généralement un comportement de repos.
- **Règle 2** : une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée et que la réceptivité associée à cette transition est vraie
- **Règle 3** : le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.
- **Règle 4** : plusieurs transitions simultanément franchissables simultanément franchies.
- **Règle 5** : si au cours du fonctionnement, la même étape est simultanément activée et désactivée elle reste active.

### 4. Configurations courantes

#### 4.1. Divergence en OU

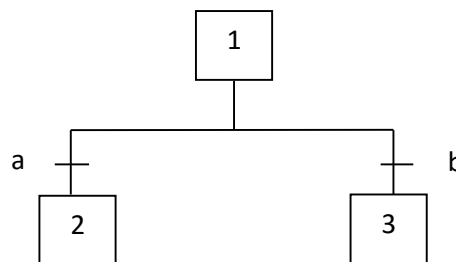


Figure. II.2 divergence en OU

Si 1 est active et a seul, alors désactivation de 1 et activation de 2 et 3 restent inchangés.

Si a et b et 1 est active, alors désactivation de 1 et activation de 2 et 3.

### 4.2. Convergence en ET

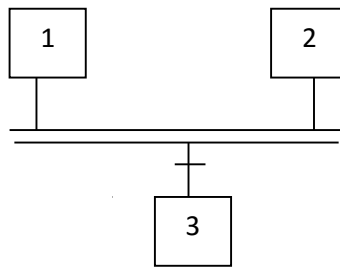


Figure. II.3 Convergence ET

Si 1 est active seule et a, alors aucun changement.

Si 1 et 2 sont active et a, alors activation de 3 et désactivation de 1 et 2.

### 4.3. Saut d'étape et reprise de séquence

Le saut d'étape est un cas particulier de sélection des séquences, elle permet soit de parcourir la séquence complète soit de sauter une ou plusieurs étapes de la séquence lorsque par exemple les actions associées à ces étapes deviennent inutiles.

Exemple sur sauts d'étapes :

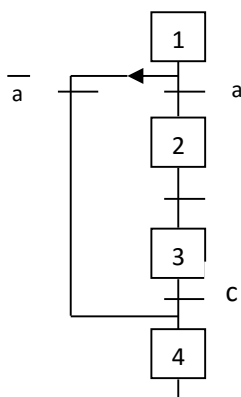


Figure II.4 Boucle si Alors

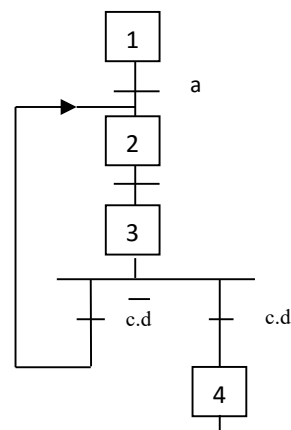


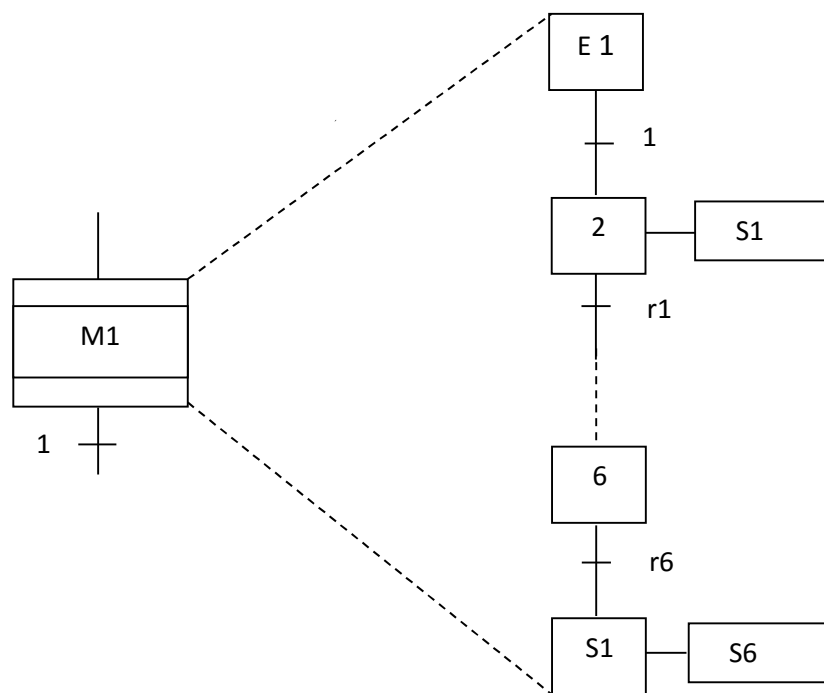
Figure II.5. Boucle Répéter

#### 4.4. Macro-étape

Une macro-étape est la représentation unique d'un ensemble d'étapes de la transition, nommé expansion de la macro-étape.

Le but d'une macro étape est de faciliter la description des systèmes complexes en évitant la surcharge du GRAFCET principal, elle est représentée par un carré partagé en trois parties par deux traits horizontaux.

La macro étape représente une partie du GRAFCET qui est détaillé par un autre diagramme appelé expansion de la macro étape. Cette dernière commence par une étape d'entrée « Ei » et se termine par une étape de sortie « Si ».



FigureII.6 : macro étape.

##### 4.4.1. Règles et représentation

L'expansion d'une macro-étape comporte une étape d'entrée E et une étape de sortie S. Tous franchissements d'une transition en amont de la macro-étape provoquent l'activation de l'étape d'entrée de son expansion. L'étape de sortie Si de l'expansion participe à la validation de la transition en aval de la macro-étape.

Il n'existe aucune liaison structurale entre d'une part, une étape ou une transition de l'expansion de la macro-étape, d'autre part, une étape ou une transition d'un autre graphe de la représentation.

## 5. Grafset niveau 1 de notre système (avant amélioration)

Il décrit le fonctionnement actuel de l'installation, voir **Figure II.7**.

## 6. Amélioration apportées pour la station

La station présente des insuffisances au niveau de son fonctionnement. Ces insuffisances se situent au niveau de la (partie commande, le fonctionnement des bras, la régulation de température, la sécurité, la préparation des produits chimiques.....etc.). Pour cela nous avons proposé quelques améliorations.

### 6.1. La Partie commande

L'installation est en logique câblée à base des relais qui est mécanique, le fait que ces relais fonctionnent mécaniquement entraîne qu'ils nécessitent plus d'entretien et la plus part des pièces de rechanges sont très coûteuses et obsolètes sur le marché c'est pour ça on a proposé de passer de la logique câblée à la logique programmée à base d'un automate programmable, les systèmes à base d'un automate programmable sont physiquement beaucoup plus compact que les relais, ce qui permet les mêmes fonctionnalités dans un espace plus petit dans une armoire de commande aussi, les automates sont plus résistants aux contacts d'encrassement dans les environnements poussiéreux, ils peuvent facilement être reliés à des équipements tels que des variateurs de vitesses, pupitre de commande, moteur etc....

### 6.2. Fonctionnement des bras

Le fonctionnement des bras est entièrement mécanique, est durant leur fonctionnement l'opérateur trouve des problèmes au niveau de la montée, la descente et la position centrale du bac, est la vérification de l'état de ces bras avant le démarrage se fait manuellement. Pour cela on a proposé de changer les fins de courses (montée, descente, position centrale du bac). Par des capteurs inductifs et des temporisateurs qui contrôlent le



figure II.7 grafocet niveau 1 de factionnement actuel de l'installation.

temps d'immersion dans chaque bain.

### 6.3. Démarrage et réglage des redresseurs

Pour allumer et régler les redresseurs l'opérateur se déplace entre 4 redresseurs l'un se trouve loin de l'autre est ça c'est une perte de temps. C'est pour ça on a proposé d'intégrer l'allumage et le réglage des redresseurs dans le programme que nous allons développer.

### 6.4. Préparation des produits chimiques

La préparation des produits chimique ce fait manuellement et ça met la santé des ouvriers en danger si pour ça on a proposé un système de préparation des produits chimiques automatique adaptés aux besoins du client. Le système est conçu pour activer efficacement le nickel et le chrome, simplifier la maintenance de l'opérateur et réduire la consommation des produits chimiques.

### 6.5. Régulation de température

La régulation de la température dans quelques baigns est nécessaire pour un bon traitement chimique. Cela pour avoir une bonne qualité des pièces. la régulation actuelle est faite par des sondes de température qui donnent un signal pour l'ouverture ou la fermeture des électrovannes qui font circuler l'eau chauffée dans les serpentins des cuves cette température est mal régulée car elle affiche des valeurs qui ne correspondent pas à la température réelle. Pour cela nous avons proposé d'intégrer la régulation de température dans le programme que nous allons améliorer.

### 6.6. Les vannes

La plus parts des vannes utilisé dans cette installation sont des vannes manuelles, et pour faciliter la tâche de l'opérateur on a proposé de remplacer les vannes de (d'eau surchauffée, d'eau froid, d'air comprimés) par des électrovannes TOR, et de remplacer les vannes des baigns de lavage par des électrovannes proportionnelles.

## 6.7. Les conditions de sécurité

L'installation présente des insuffisances au niveau de la sécurité personnelle qui est un facteur très important. En effet lors de mouvement des bras si un ouvrier reste dans la zone de charge et de décharge, les bras suivant leur mouvement et ne reconnaissent pas la présence de celui –ci cela peut provoquer la chute des pièces.

Pour éviter ce genre d'accidents. L'installation d'une barrière photoélectrique de sécurité pourra remédier à ce problème. En cas de danger cette barrière envoie un signal a l'automate qui enclenchera une alarme pendant 5s. Si l'objet est toujours détecté les bras s'arrêtent.

## 7. Liste des actions et des capteurs

### 7.1. Liste des actions

EV1 : vanne électrique de l'eau surchauffée.

EV2 : vanne électrique d'air comprimé.

EV3 : vanne électrique de ventilateur.

EV4 : vanne électrique de l'eau froid.

EVP (1,2,3,4,5,6,7,8,) : vannes électriques proportionnelles des baignoires de lavage

ASPCH : aspirateur de la préparation de chrome.

ASPP : aspirateur de la préparation.

RDC : redresseur du bain de dégraissage cathodique.

RDA : redresseur du bain de dégraissage anodique.

RNIC : redresseur du bain de nickel.

RCH : redresseur du bain de chrome.

MAG : moteur agitateur.

MVséch : moteur ventilateur séchoir.

MOL-MO : moteur du levage monté.

MOL-DE : moteur de levage descente.

MOR : moteur de la rotation.

AR\_MOL-MO : arrêt de moteur de levage montée.

AR\_MOL-DE : arrêt moteur du levage descente.

## 7.2. Liste des sélecteurs et des boutons

BPDISJ : bouton de marche du disjoncteur.

BPR : bouton po des redresseurs.

BPAG : bouton de marche du moteur agitateur.

BPMséch : bouton de marche des ventilateurs de séchoir.

Os1 : bouton de marche générale.

AR\_UR. : bouton d'arrêt d'urgence.

OS4 : sélecteur de marche automatique/manuel.

OS5 : bouton de marche automatique.

OS6 : sélecteur de temporisateur de départ 1ou2.

OS7 : bouton de départ de cycle.

## 7.3. Liste des capteurs

DET-H : détecteur haut

DET-B : détecteur bas

DET-PCH : détecteur de poste de charge

DET-PDCH : détecteur de poste de décharge

DET1-PM1 : détecteur de porte montage 1

DET2-PM2 : détecteur de porte montage 2

DET-BT : détecteur bain du traitement.

DET-PCB : détecteur position central du bac

#### 7.4. Les différents temporisateurs

T1, T2 : temporisateurs du départ

T3 : temporisateur de commande de la rotation.

T4 : temporisateur de commande de la descente.

T5 : temporisateur des bains de traitement plus de 02 postes.

#### 7.5. Liste des compteurs

Z1 : compteur des bras dans le bain de décapage.

Z2 : compteur des bras dans le bain de nickel.

Z3 : compteur des bras dans le bain de chrome.

Z4 : compteur des bras dans le bain de séchoir.

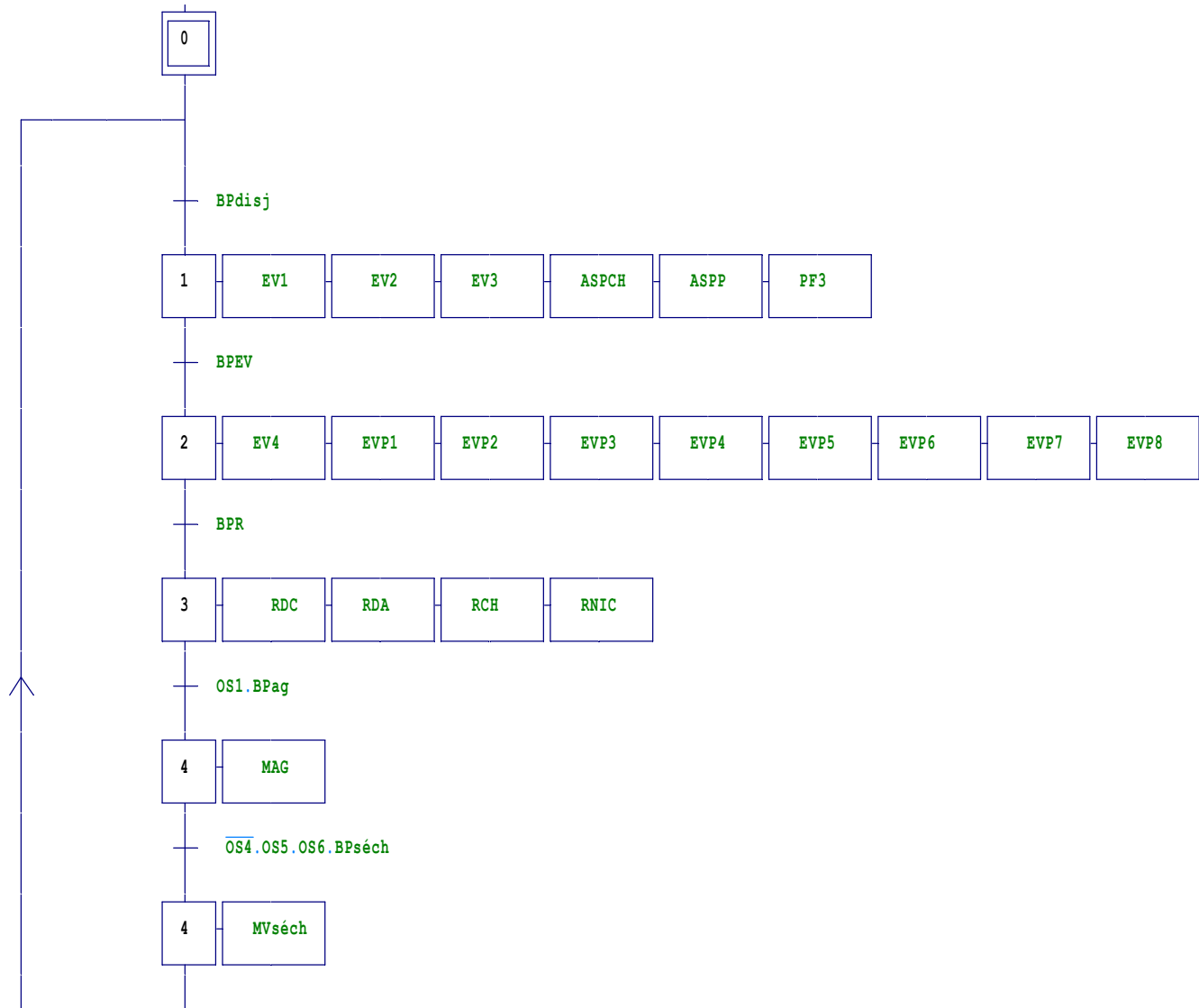
### 8. Grafcet niveau 2 de notre système (après améliorations)

Le grafcet niveau 2 est composé de deux partie :

- Le Grafcet des conditions initiales décrit les conditions de démarrage de notre système, voir **Figure II.8.**
- Le Grafcet de fonctionnement des bras décrit le cycle de travail des bras, voir **Figure II.9.a, Figure II.9.b, Figure II.9.c, Figure II.9. Figure II.9.e.**
- M1 macro étape de levage, rotation, descente du bras, voir

**Figure II.10.**

- M2 macro étape de rotation des bras dans les bains de traitement, voir, **Figure II.11.**



**Figure II.9.** Le Grafcet des conditions initiales.

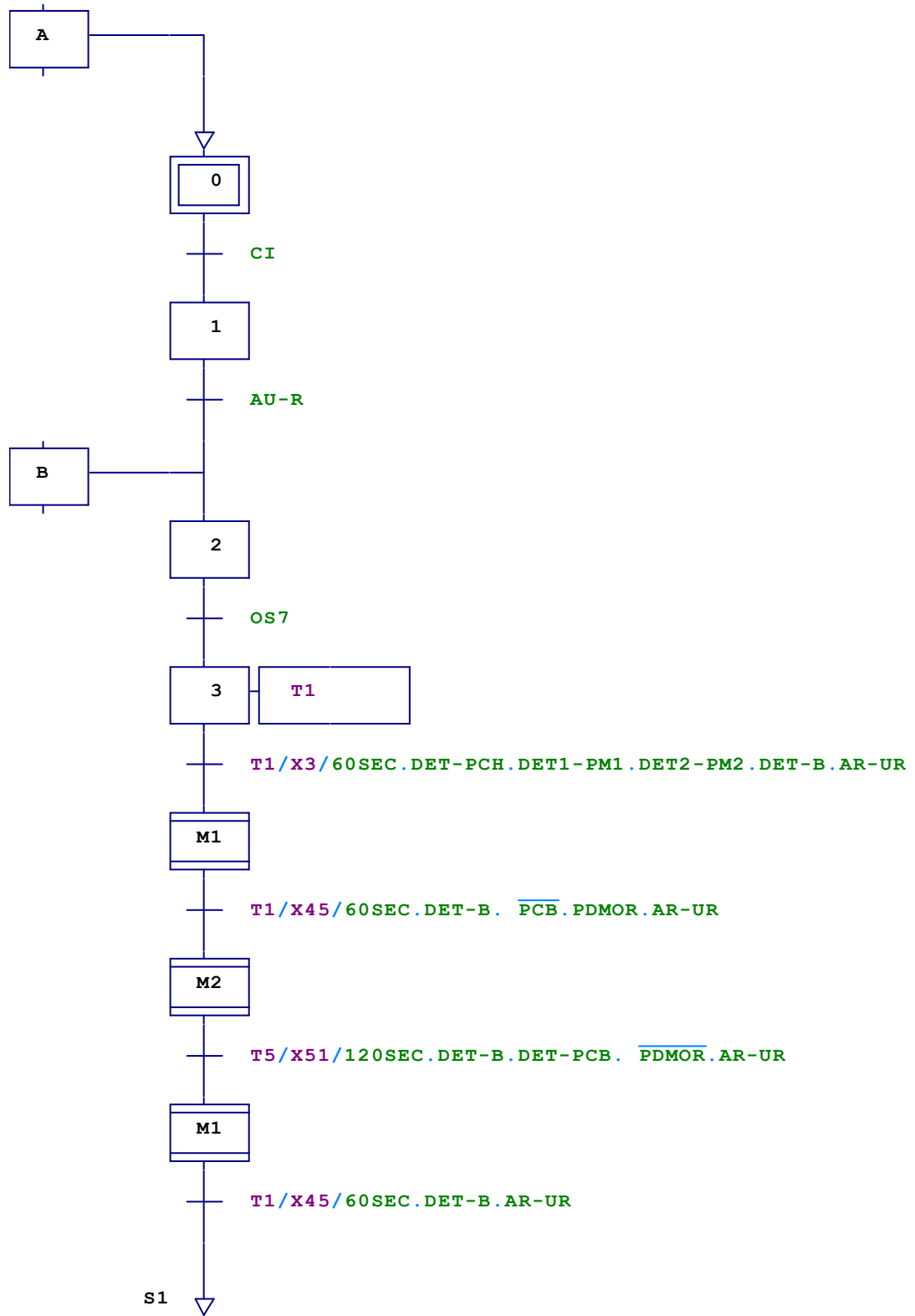


Figure II.9.a. grafcet de fonctionnement des bras.

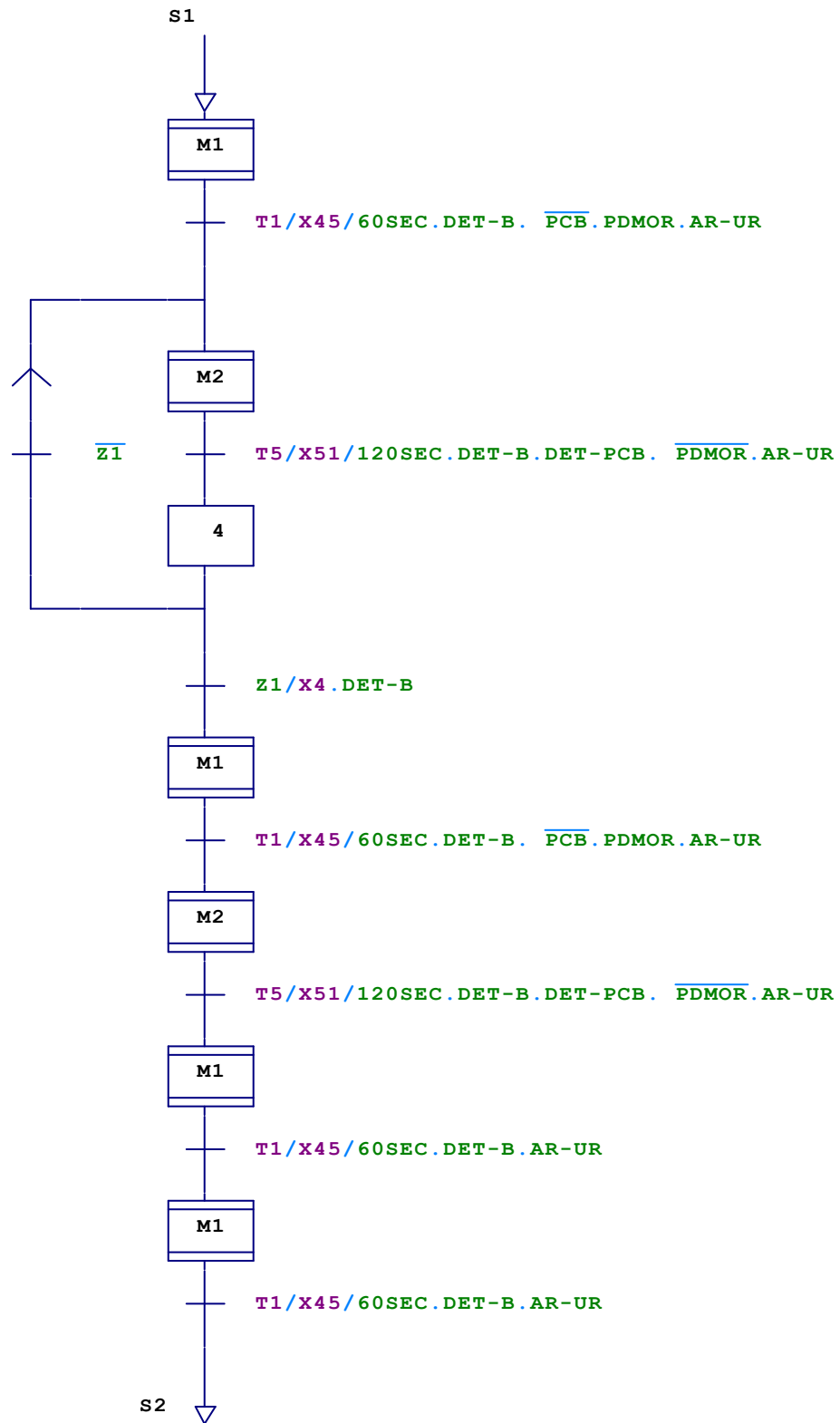


Figure II 9.b. Grafcet de fonctionnement des bras.

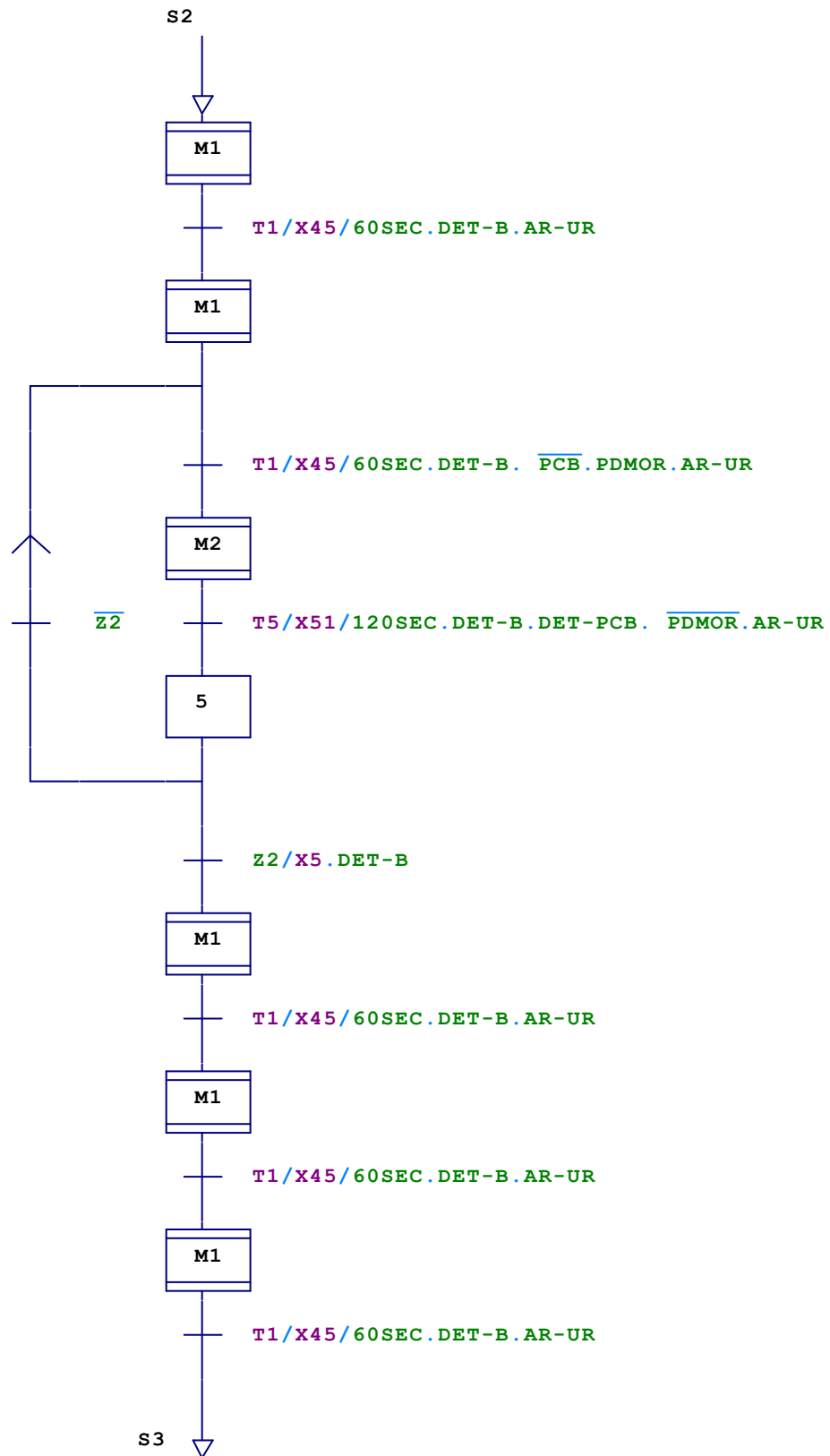


Figure II.9.c. Grafcet de fonctionnement des bras.

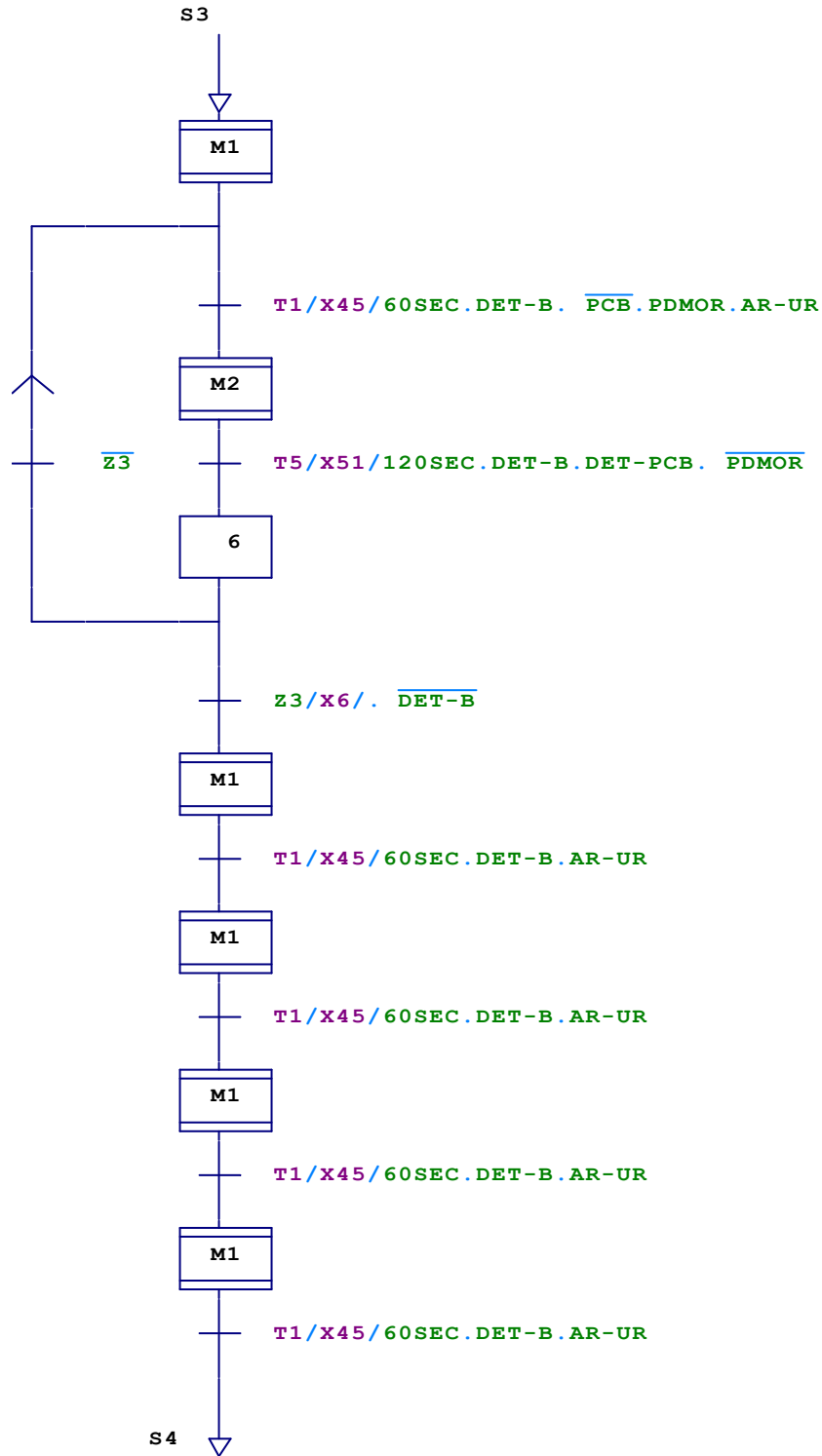


Figure II.9. d. Grafcet de fonctionnement des bras.

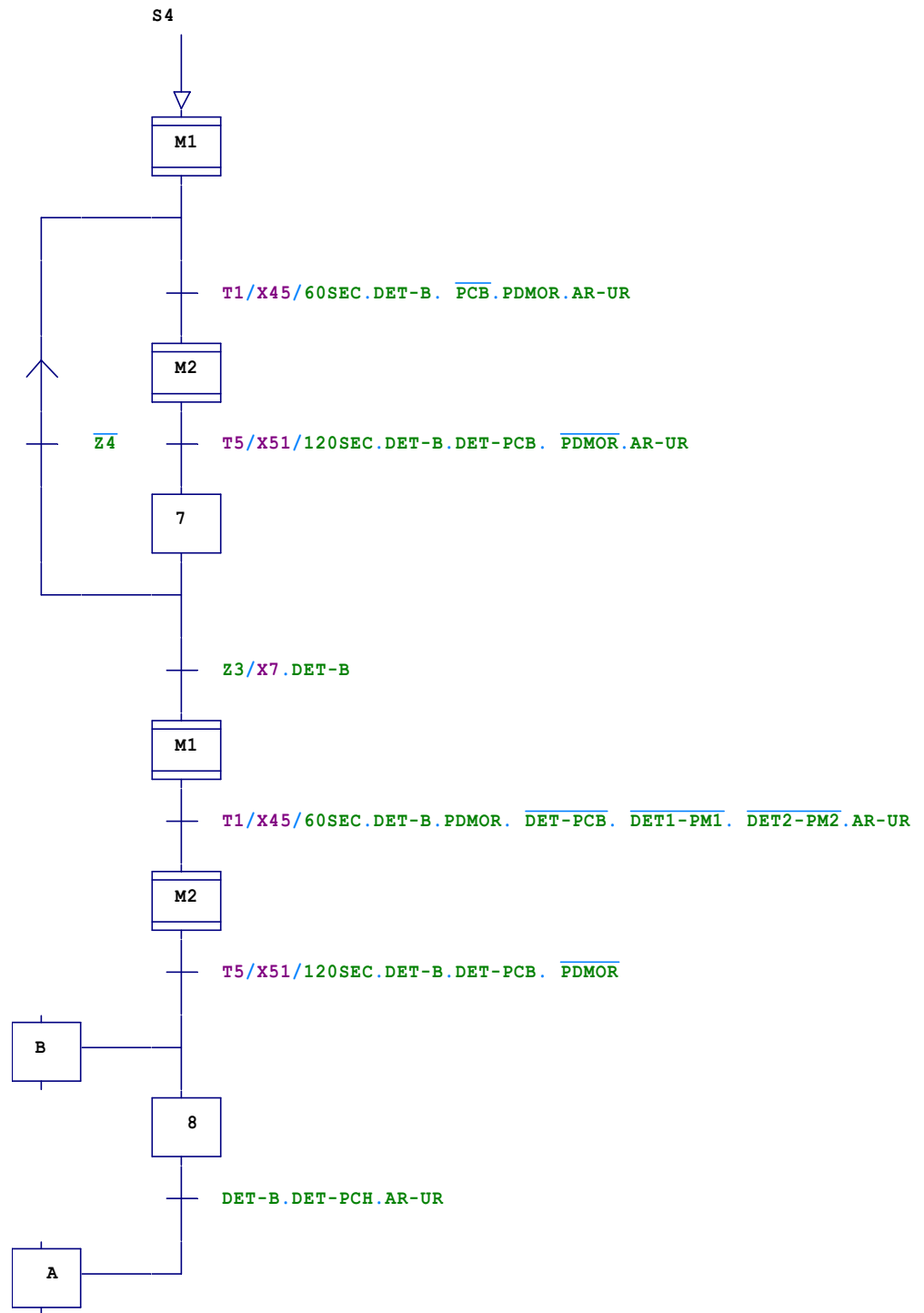


Figure II.9.e. Grafcet de fonctionnement des bras.

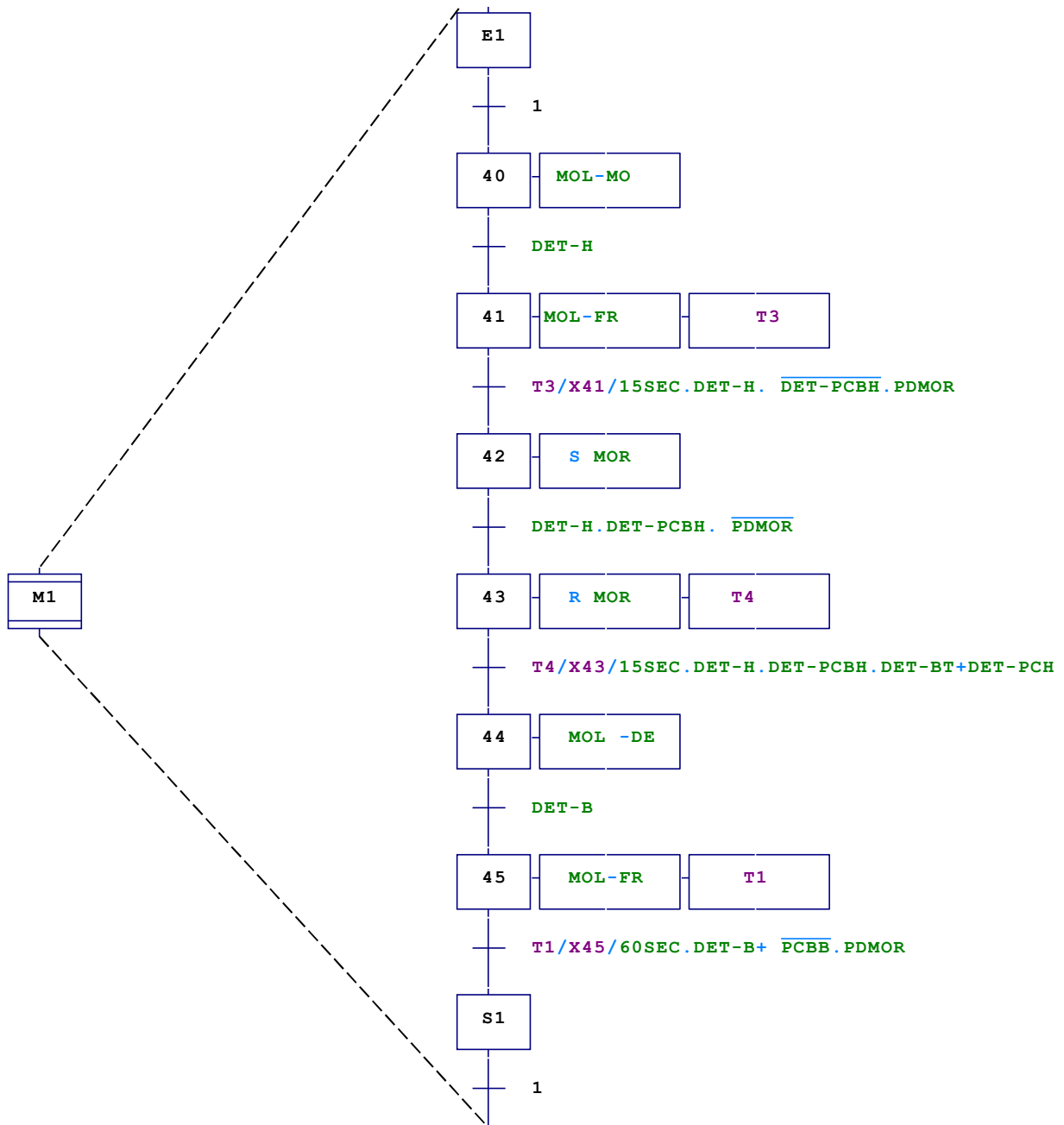


Figure II.10.M1 macro étape de levage, rotation, descente du bras.

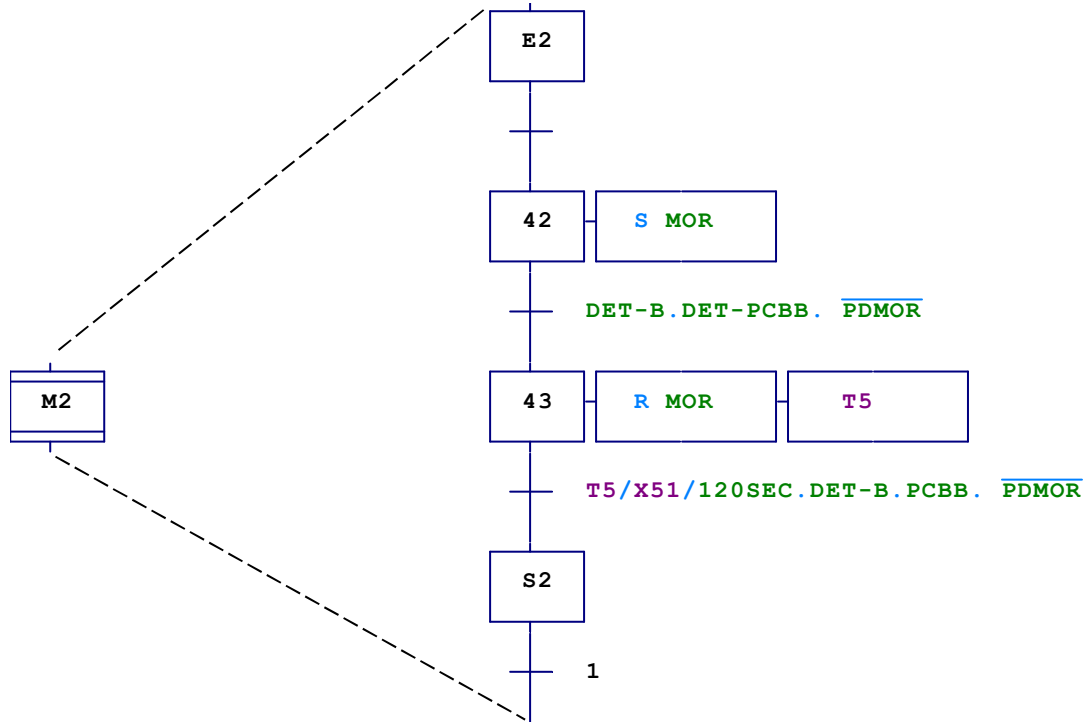


Figure II.11.M2 macro étape de rotation des bras dans les bains de traitement.

## 9. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons modélisé notre système à l'aide de l'outil GRAFCET et on a proposée des améliorations pour ce système, Nous avons élaboré le modèle en GRAFCET niveau 1 pour le fonctionnement actuel de l'installation, Ensuite nous avons intégré les améliorations proposée dans le GRAFCET niveau 2, Ce qui facilitera la tâche pour le prochain chapitre qui consiste à l'élaboration de la solution programmée sur automate et cette solution dépend de l'automate utilisé et de la maîtrise du langage de programmation correspondant.

**Chapitre 3 :**  
**Automatisation de la**  
**station de chromage**  
**et de nickelage**

## 1. INTRODUCTION

Aujourd'hui, les tâches d'automatisation sont assurées par des automates programmables. La logique stockée dans la mémoire programme de l'automate est indépendante de la configuration matérielle et du câblage. Elle peut donc être modifiée à tout moment à l'aide d'une console de programmation.

Pour élaborer un programme de l'automate, il est impératif en premier lieu d'équiper la station du matériel nécessaire, la station de Chromage et Nickelage de l'ENIEM sera équipée par l'automate SIEMENS S7-300.

## 2. Les automates programmables industriels

Un automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique programmable adapté à l'environnement industriel, sa configuration lui permet d'envoyer des ordres vers le pré-actionneur (partie opérative) à partir des données d'entrées (capteurs) partie commande de consigne et d'un programme informatique.

Vue la grande nécessité de l'API dans l'industrie il est très indispensable de maîtriser l'interconnexion de l'API et son environnement de travail de sorte à obtenir la bonne exécution de programme, dont on illustre cette liaison automate et ses périphériques dans la figure suivante :

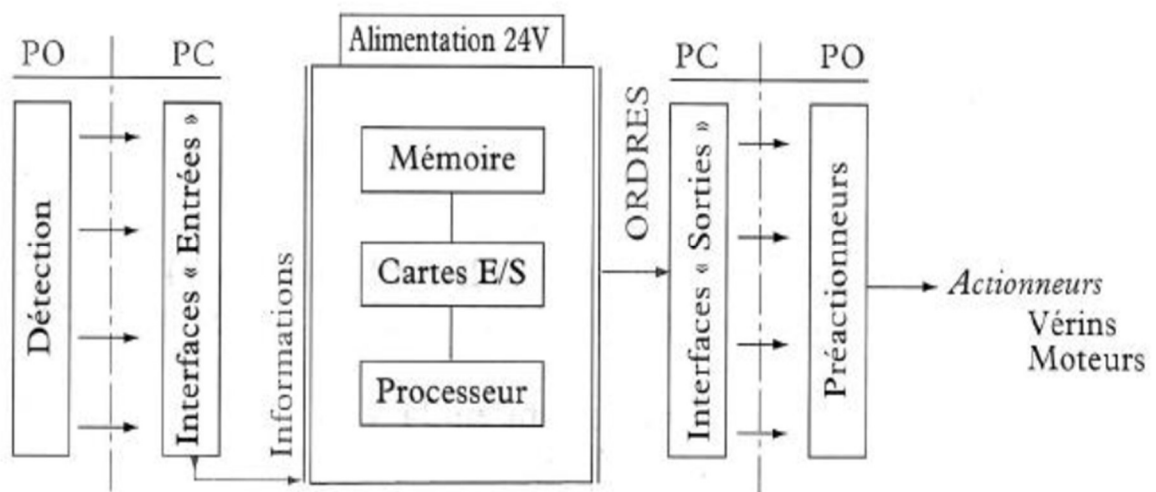


Figure III.1 Structure de la liaison Automate et ses périphériques.

L'ensemble d'un système automatisé comprend généralement une partie opérative, une partie commande et une partie relation.

### 2.1. Partie opérative

C'est elle qui opère ou agit sur la matière d'œuvre ou le produit. Elle comporte en général des actionneurs et outillage mécanique permettant leur élaboration. Elle agit selon les ordres donnés par la partie commande, les exécute et émet des informations à celle-ci.

### 2.2. Partie commande

C'est elle qui donne des ordres vers la partie opérative et en reçoit des informations en retour afin de coordonner ses actions. Elle peut être réalisée selon deux types de technologies.

### 2.3. Critères de choix de l'automate programmable industriel

Le choix des A.P.I revient à considérer certains critères importants tels que :

- ❖ Le nombre et la nature des entrées /sorties.
- ❖ Le type de processeur, la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur.
- ❖ Les fonctions ou les modules spéciaux : Certains modules permettent de soulager le processeur en calculs à fins sécuriser le traitement et la communication avec le procédé.
- ❖ La communication avec d'autres systèmes.
- ❖ La fiabilité et la robustesse

## 3. Présentation générale de l'automate S7-300

L'automate S7-300 est un mini automate modulaire pour des applications d'entrée 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, il est synonyme de la nouvelle gamme des automates programmables. Ils se distinguent principalement par le nombre des :

- Entrées et sorties.
- Compteurs.
- Temporisation.
- Mémentos.
- La vitesse de travail

### 3.1. 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.
- 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 aux différents emplacements.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

Plusieurs automates S7-300 peuvent communiquer entre eux avec un câble PROFIBUS pour une configuration décentralisée.

### 3.2. Constitution de l'automate S7-300

L'automate programmable S7-300 offre la gamme de modules suivants :

- Module d'alimentation (PS) 2A, 5A, 10A.
- Unité centrale
- Module de signaux (SM) pour entrées et sorties TOR et analogiques.
- Le module d'extension (IM) pour configuration multi rangées 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.

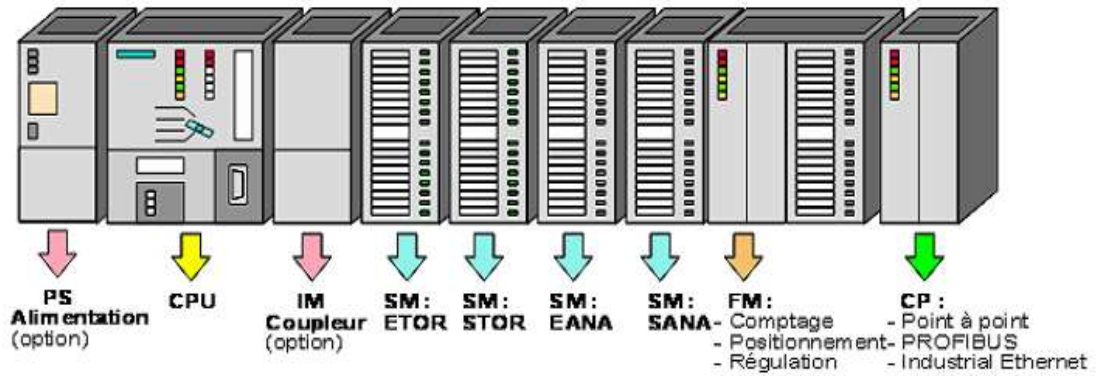


Figure III.2 Constitution d'un automate S7-300.

### 3.2.1. 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.III.1 Les différentes alimentations

Désignation	CS	Tension à la sortie	Tension à l'entrée
PS 307	2A	DC 24v	AC 120v/230v
PS 307	5A	DC 24v	AC 120v/230v
PS 307	10A	DC 24v	AC 120v/230v

### 3.2.2. 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.



**Figure III.3** Forme d'une CP.

### 3.2.3 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.

### 3.2.4 Modules de signaux (SM)

Il comporte plusieurs types 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.

### 3.2.5. Modules de fonctions (FM)

Il a pour rôle l'exécution de tâche du traitement des signaux du processus à temps critique et nécessitant une importante capacité mémoire comme le comptage, positionnement, la régulation.

### 3.2.6. Modules de communication (CP)

Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine qui se font à l'aide des interfaces de communications suivantes :

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

## 3.3. Fonctionnement de base d'un API

### 3.3.1 Le module central CPU

La tension venant du signaleur est connectée sur la barrette de connexion de module d'entrée. Dans la CPU (Module central), le processeur traite le programme se trouvant dans la mémoire et interroge les entrées de l'appareil pour savoir si elles délivrent de la tension ou pas. En fonction de l'état des entrées et du programme se trouvant en mémoire, le processeur ordonne au module de sortie de commuter sur le connecteur de la barrette de connexion correspondante. En fonction de l'état de tension sur les connecteurs des modules de sortie, les appareils à positionner et les lampes indicatrices sont connectés ou déconnectés.

Le compteur d'adresses interroge les instructions du programme mémoire les unes après les autres (série) et provoque la transmission d'informations dépendantes de programme depuis la mémoire programme au registre d'instructions. On appelle usuellement les mémoires d'un processeur les registres.

Le bus de périphérie exécute l'échange de données entre le module central et la périphérie.

Les modules numériques d'entrée/sortie, les modules analogiques d'entrée/sortie et les modules de temporisation, de compteur appartiennent à la périphérie.

### 3.3.2. 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.

Le S7-300 met à jour la mémoire image des entrées au début de chaque cycle de programme en transférant le nouvel état des signaux d'entrées des modules vers la mémoire image des entrées ce qui permet à la CPU de savoir l'état du processus.

### 3.3.3. Exécution du programme utilisateur

Après avoir acquis les informations d'entrées et exécuter le système d'exploitation, la CPU passe à l'exécution du programme utilisateur, qui contient la liste d'instruction à exécuter pour faire fonctionner le procédé.

Il est composé essentiellement de bloc de données, bloc de code, et bloc d'organisation.

### 3.3.4. Commande du processus

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

## 3.4. Programmation de l'automate S7-300

La programmation des automates de la famille S7 se fait par la console de programmation ou par PC et sous un environnement WINDOWS. Via le langage de programmation STEP7.

Le logiciel STEP7 offre les fonctions suivantes pour l'automatisation :

- Configuration et paramétrage du matériel et de la communication.
- La création et la gestion des projets
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes pour des systèmes cibles S7.

- Le chargement des programmes dans les systèmes cibles.
- Teste de l'installation d'automatisation

La programmation en STEP7 présente trois modes de représentations qui peuvent être combinés dans une même application :

1-le schéma logique (LOG).

2- le schéma contact (CONT).

3-liste d'instruction (LIST).

Pour notre projet nous avons choisi l'OB1 (cycle d'exécution) et le langage à contact.

La figure suivante illustre les différents éléments d'un automatisme

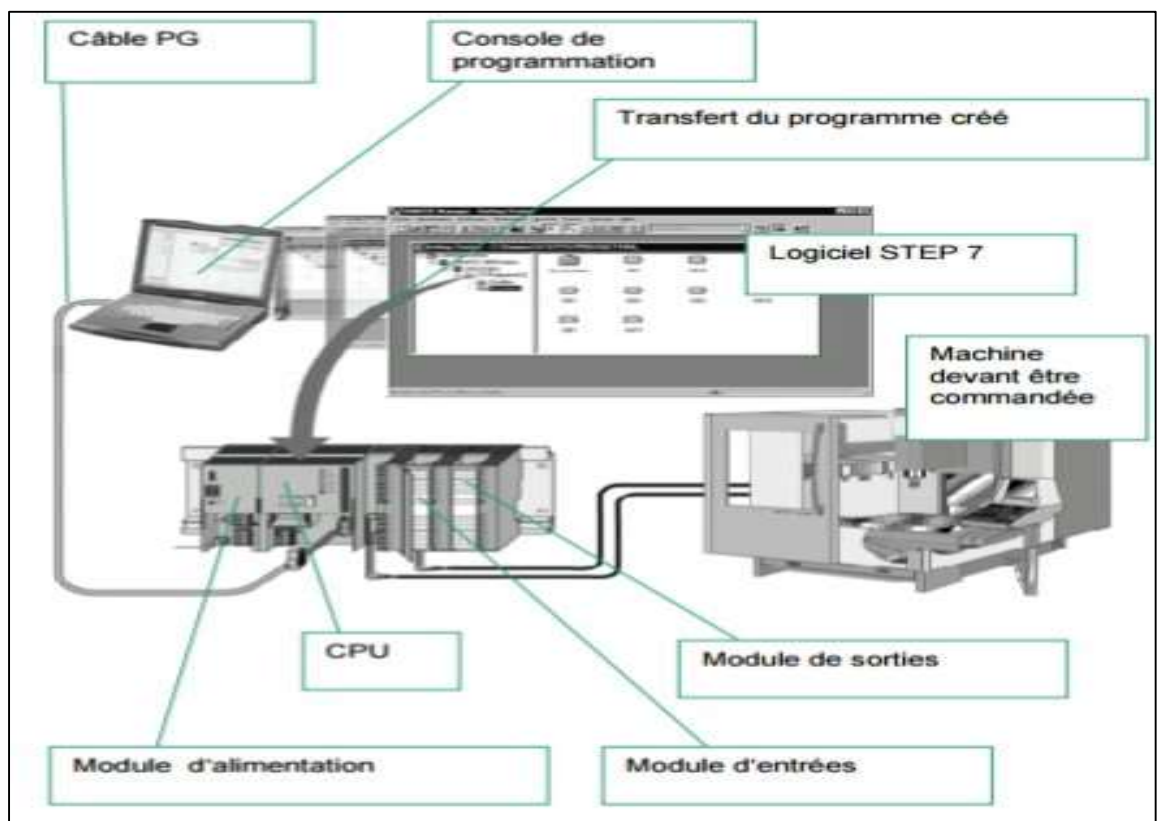


Figure III.4 Vue d'ensemble de l'automatisme.

### 3.4.1. Création d'un projet STEP7

Pour créer un projet on dispose d'une certaine liberté d'actions, en effet nous avons deux solutions possibles

- Solution 1 : Commencer par la configuration matérielle puis le programme.
- Solution2 : Commencer par la programmation puis la configuration matérielle.

La figure suivante représente les icônes affichées dans la fenêtre de création de projet.

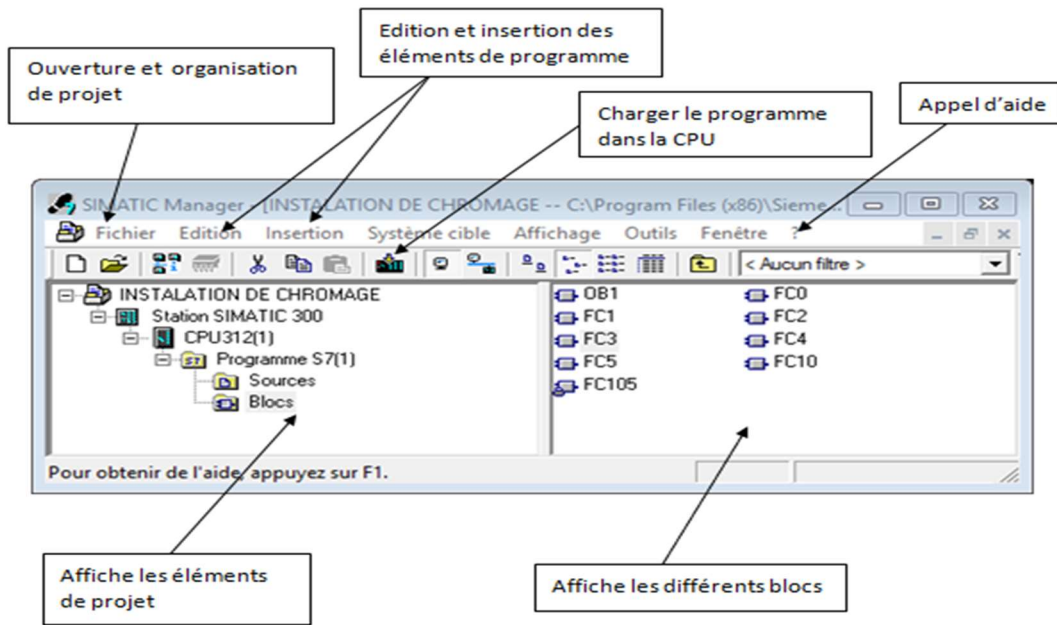


Figure III.5 : Vue des éléments d'un projet S7.

### 3.4.2. Configuration matérielle

La configuration du matériel est utilisée pour configurer et paramétrer le support matériel dans un projet d'automatisation

Les profilés support ou châssis sont représentés par une table de configuration, dans laquelle l'on peut placer un nombre défini de modules, tout comme dans les profilés support ou châssis "réels".

On clique sur l'icône (STATION SIMATIC 300) située dans la partie gauche qui contient l'objet (matériel) la fenêtre HW config s'ouvre.

La figure suivante illustre les manipulations de base :

- Configuration matériel : (voir figure III.6)

Dans notre programme on a utilisé la configuration matériel suivante :

- Une CPU 312.
- Module d'alimentation PS 307 5A.
- Un module de 64 entrées 24V TOR : DI 32.DC 24V.
- Un module de 64 sorties 24V/0.5 TOR :DO 32.DC.24/0.5A.
- Module de 8 entré analogique : AI8x12 bit....20MA.....adresse 288-303.

Emplacement	Module	...	Référence	Firmware	Adresse MPI	Adresse ...	À...	Commentaire
1	PS 307 5A		6ES7 307-1EA01-0AA0					
2	CPU312(1)		6ES7 312-1AE14-0AB0	V3.0	2			
3								
4	DI64xDC24V		6ES7 321-1BP00-0AA0			0...7		
5	DO64xDC24V/0.3A, M		6ES7 322-1BP50-0AA0				4...11	
6	AI8x12Bit		6ES7 331-7KF02-0AB0			288...303		
7								
8								
9								
10								

Figure III.6 : Manipulation de base pour une configuration matérielle.

### 3.5. Projet et hiérarchie d’objets

Dans SIMATIC Manager, la hiérarchie d’objets pour les projets et bibliothèques est similaire à la structure des répertoires comportant des dossiers et fichiers dans l’explorateur de Windows.

La figure suivante donne un exemple de hiérarchie d’objets :



- Objet projet
- Objet station
- Objet module programmable
- Objet programme S7/M7
- Objet dossier sources
- Objet dossiers bloc

Figure.III.7 : La hiérarchie

- **Objet projet** : représente l'ensemble des données et programmes d'une solution.
- **Objet station** : représente une configuration matérielle S7 comportant un ou plusieurs modules programmables.
- **Objet module programmable** : représente les données de paramétrage d'un module programmable.
- **Objet Programme S7/M7** : est un dossier contenant les logiciels pour les modules CPU S7/M7 et les logiciels pour les modules autres que les CPU (par exemple modules CP ou FM programmables).
- **Objet dossier Sources** : il contient les programmes source sous forme de texte.
- **Objet dossier Blocs** : le dossier blocs d'une vue hors ligne peut contenir des blocs de code (OB, FB, FC, SFB, SFC), des blocs types de données utilisateur (UDT) et des tables de variables.

Le dossier Blocs d'une vue en ligne contient les éléments de programme exécutables, chargé de manière résidente dans le système cible.

### 3.6. Structure d'un programme utilisateur

Un programme utilisateur est composé de bloc de code et de blocs de données.

#### 3.6.1. Bloc de code

On appelle bloc de code tous les blocs contenant une section d'instruction, c'est-à-dire les blocs d'organisation, les blocs fonctionnels et les fonctions.

- **Blocs d'organisation (OB)** : représentent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur, Une tâche précise à chaque bloc d'organisation.
- **Bloc fonctionnel(FB)** : est un bloc de code avec rémanence, dans ce cas la mémoire est un bloc de données d'instance affecté au bloc fonctionnel dans lequel sont sauvegardés les paramètres effectifs et les données statiques du bloc fonctionnel.
- **Une fonction(FC)** : est un bloc de code sans rémanence, après les traitements des fonctions, les paramètres de sortie contiennent les valeurs des fonctions calculées, c'est ensuite à vous d'organiser l'utilisation et la sauvegarder des paramètres effectifs selon vos besoins.

### 3.6.2. Blocs de données

Les blocs de données mémorisent les données du programme utilisateur, on distingue les blocs de données globaux et les blocs de données d'instance.

- Vous pouvez accéder aux blocs de données globaux à partir de tout endroit du programme utilisateur.
- Les blocs de données d'instance sont affectés à un bloc fonctionnel, aussi les données de multi-instances éventuellement définies. Aussi est-il conseillé d'accéder au bloc de données d'instance uniquement en relation avec ce bloc fonctionnel.

### 3.7. Traitement du programme par l'automate

La CPU traite le programme d'une manière cyclique en plusieurs phases :

- Phase (1) : le système d'exploitation démarre la surveillance de temps de cycle.
- Phase (2) : la CPU lit l'état des entrées dans les modules d'entrées et met à jour la mémoire image des entrées.
- Phase (3) : à cette étape, la CPU exécute les instructions de programme utilisateur.
- Phase (4) : la CPU écrit les résultats dans la mémoire image des sorties, puis elle transfère ces derniers vers les modules de sorties.
- Phase (5) : à la fin de cycle, le système d'exploitation exécute les travaux en attente, tel que le chargement et l'effacement des blocs ou la réception et l'émission des données globales.
- Phase (6) : la CPU revient alors au début du cycle et démarre à nouveau la surveillance du temps du cycle.
- Le traitement des données de processus (ex : combiner des signaux binaires, lire et exploiter des valeurs analogiques, fixer des signaux binaires pour les sorties, écrire des valeurs analogiques).

### 3.8. Structure générale de programme de station chromage et nickelage

Cette structure se subdivise en différents blocs de fonctions. Chaque fonction remplit une tâche bien définie dans des conditions bien définies. Elles se répètent d'une manière cyclique. Chaque fonction est dépendante de l'autre :

- La fonction FC0 représente les conditions initiales qui permettent le démarrage de cycle.
- La fonction FC1 représente l'affichage de la valeur de température des bains, et FC10 la régulation de ces températures en agissant sur les électrovannes de type TOR (Tout ou Rien) qui permettent la circulation de l'eau chauffée dans les serpentins.
- Les fonctions FC3 jusqu'à FC5 représentent les fonctions de mouvement des bras :
  - Le levage du bras(FC2)
  - La translation du bras dans le bain(FC3)
  - La Descente du bras(FC4)
  - La translation du bras en haut (FC5)

Toutes ces fonctions sont reliées à un sous-programme de sécurité qui est déclenché en appuyant sur l'arrêt d'urgence, ou si la barrière photoélectrique détecte un objet dans la zone de travail, ou bien si l'une des conditions initiales n'est pas activée.

Après on a fait une appelle pour ces différents blocs dans le bloc d'organisation (OB1).

#### 3.8.1. Exemple de notre programme

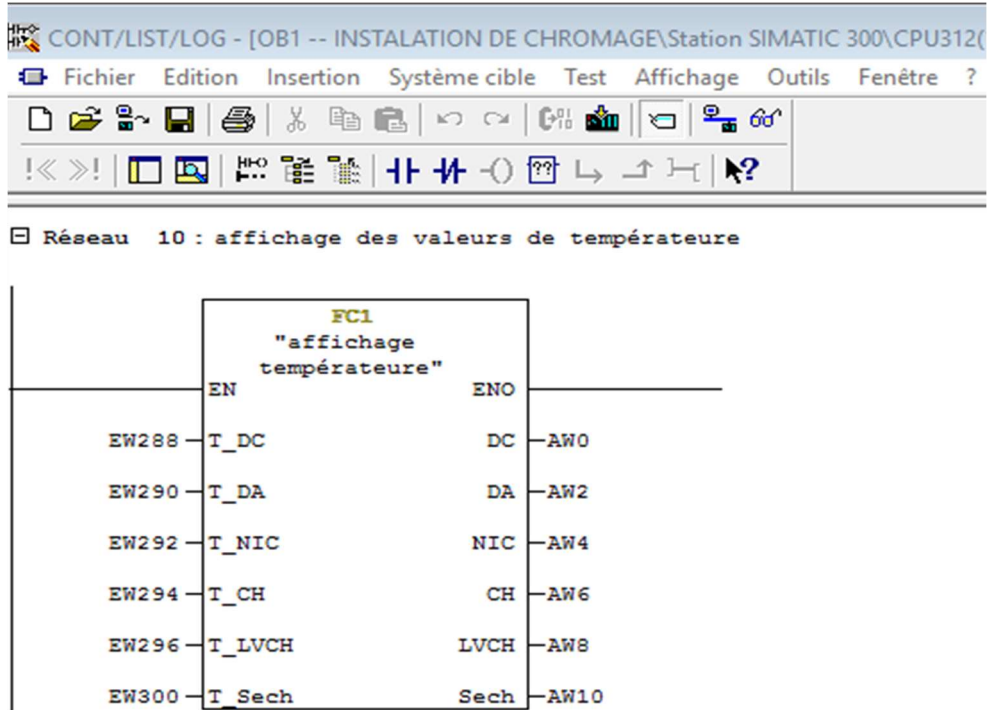


Figure III.10 : Bloc OB1 (affichage de température).

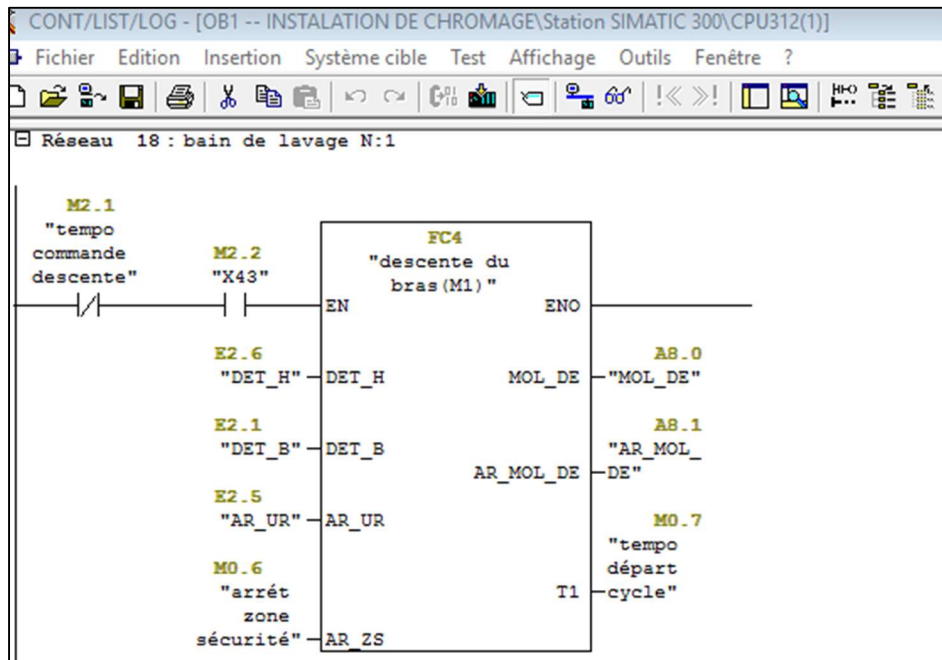


Figure III.11 : Bloc OB1 (descente du bras dans le bain de levage).

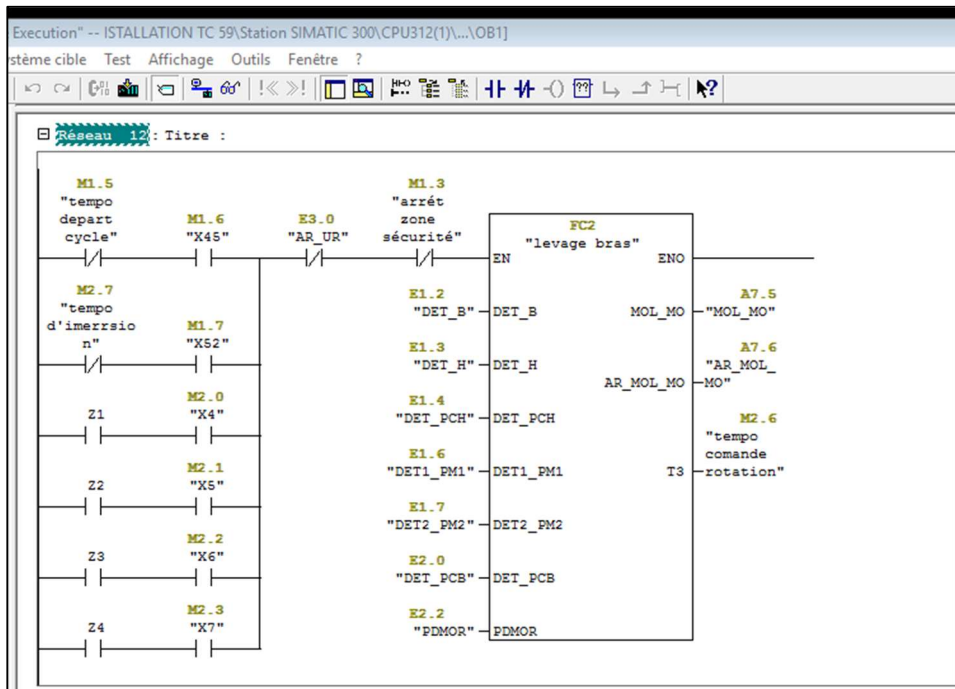


Figure III.12 : Bloc OB1 (levage du bras).

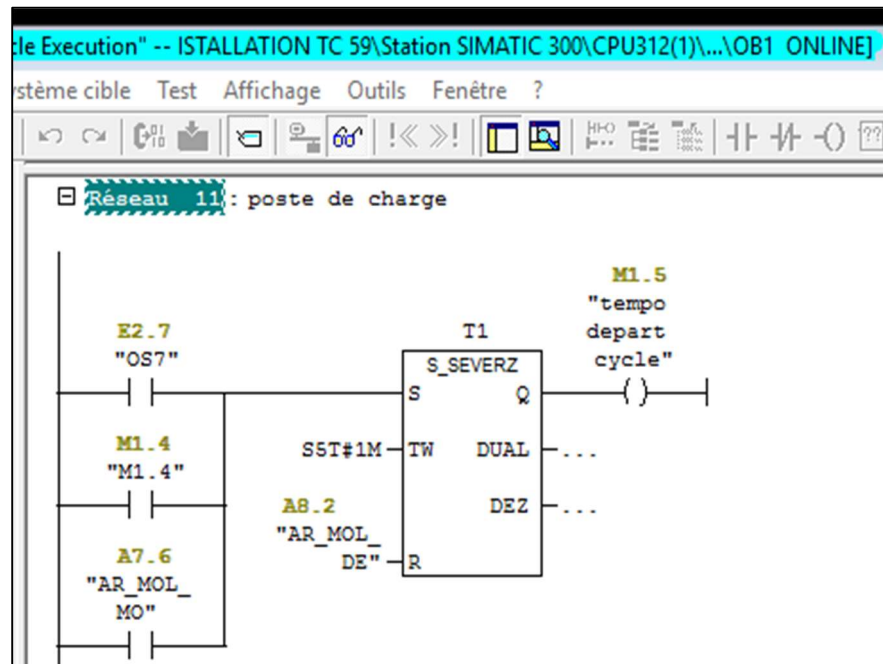


Figure III.13 : départ de cycle.

## 4. Simulation et validation avec PLCSIM

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 dans le 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 STEP 7 pour les automates S7-300 et S7-400 qu'on ne peut pas tester immédiatement sur le matériel.

### 4.1. Présentation du S7 PLCSIM

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.

### 4.2. 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 :

- Dans SIMATIC MANAGER activer le logiciel de simulation en cliquant sur l'icône



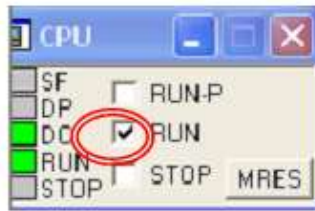
- Charger le programme et les blocs en cliquant sur l'icône




- Dans les blocs OB1 ou FC Lancer la visualisation en cliquant sur l'icône



- Mettre la CPU en mode RUN ou RUN-P



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

### 4.3. Simulation de programme d'installation

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

La simulation de programme de station de traitement des surfaces se fait en trois étapes :

**Etape1** : simulation des conditions initiales qui permettent le démarrage de mouvement de l'installation.

**Etape2** : simulation des entrées de régulation de température qui se fait d'une manière indépendante de cycle de travail.

**Etape3** : simulation de cycle complet, cela en activant les différentes entrées et en incrémentant les compteurs.

### 4.4. Exemple de simulation

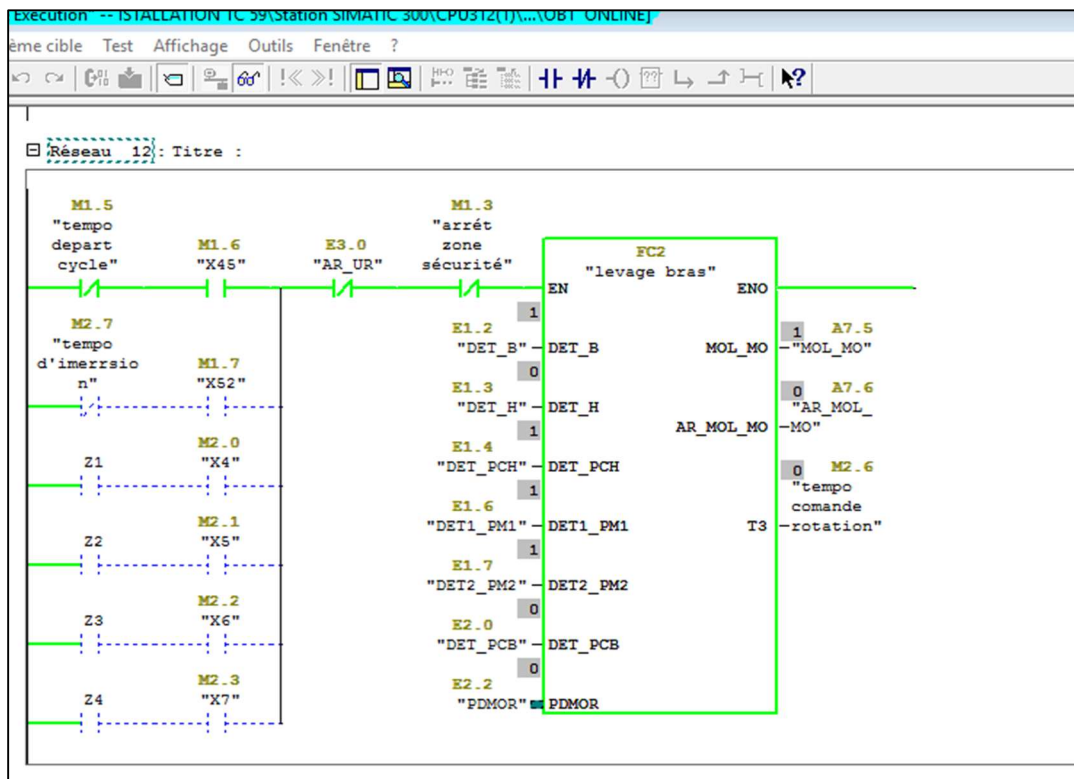


Figure III.14 : levage du bras.

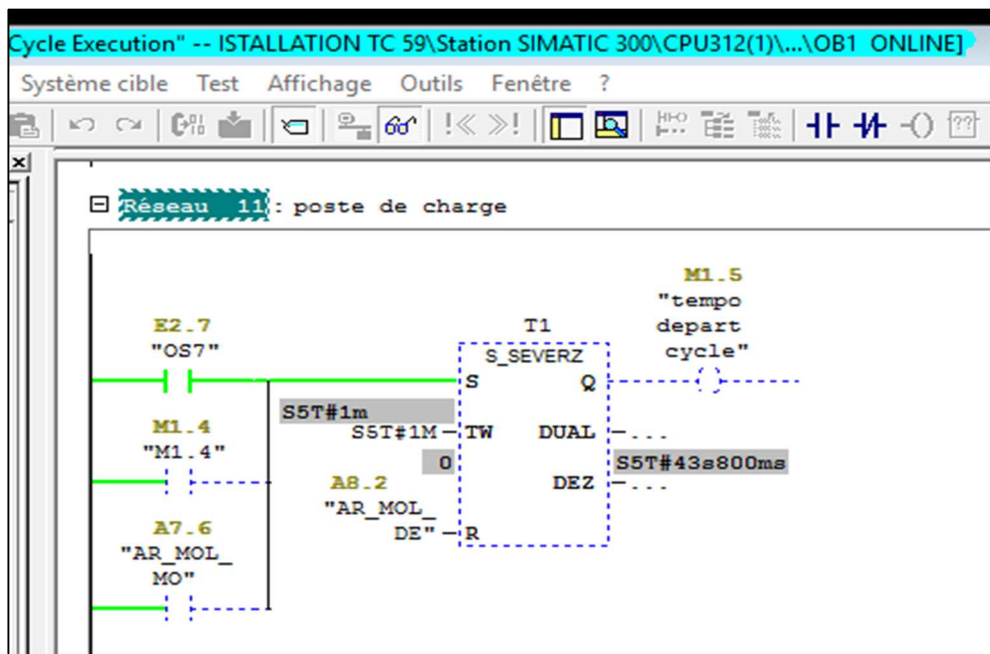


Figure III.15 : départ de cycle.

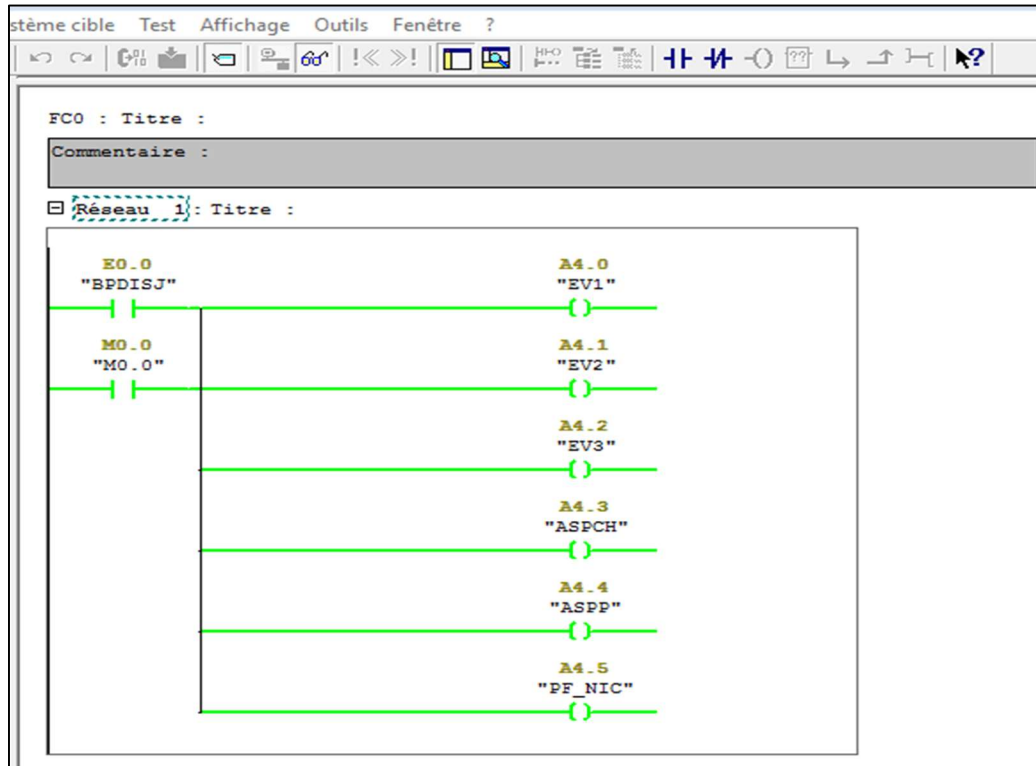


Figure III.16 : démarrage de l'installation.

## 5. Conclusion

Le programme que nous avons développé respecte l'exactitude du modèle GRAFCET que nous avons élaboré dans le chapitre 2.

C'est un programme structuré qui est composé de plusieurs fonctions, cette structure nous facilite la compréhension de ce programme qui est flexible. Aussi, ce programme englobe toutes les améliorations proposées (les conditions initiales et la procédure de l'arrêt d'urgence qui représente la sécurité de personnel et évite l'arrêt brusque des moteurs qui cause la chute des pièces, La régulation de température est intégrée dans ce programme.

Cette structure nous facilitera le développement d'une solution de supervision qui fera l'objet de chapitre suivant.

# **Chapitre 4 :**

## **Supervision de la station avec winCC**

## 1 - Introduction :

Actuellement, les installations industrielles deviennent très complexes dans l'industrie et souvent le contrôle-commande, la surveillance, le diagnostic et les travaux de maintenance dans ce genre d'installations présentent d'énormes difficultés. Mais l'utilisation de la supervision industrielle peut résoudre ces problèmes tout en gagnant du temps qui est un facteur très important dans la production. La technique de supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal. Le but c'est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus, ce qui permet à l'opérateur de prendre rapidement des décisions appropriées à ses objectifs telle que la cadence de production, qualité des produits et sécurité des biens et des personnes.

Notre objectif dans ce chapitre est de réaliser un système de supervision pour l'installation de chromage et Nickelage à l'aide d'un logiciel de supervision qui est le WinCC flexible.

## 2. La supervision :

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle sert à représenter et surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé.

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques-unes :

- Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques de gestion de la production.
- Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt...) et de tâches telles que la synchronisation.
- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.

## 2.1. Logiciel de supervision WinCC flexible :

WinCC (Windows Control Center) est un IHM (Interface Homme Machine) autrement dit l'interface entre l'homme (l'opérateur) et la machine (le processus). Il permet à l'opérateur de visualiser et de surveiller le processus par un graphisme à l'écran.

WinCC constitue la solution de conduite et de supervision de procédés sur ordinateur pour systèmes monopostes et multipostes. Il fonctionne sous Microsoft Windows, autorise des solutions basées sur le Web et permet le transit des informations sur internet. Il offre une bonne solution de supervision en raison des fonctionnalités adaptées aux exigences courantes des installations industrielles qu'il met à la disposition des opérateurs.

La manière de procéder pour créer un projet dans le WinCC est résumée dans la figure suivante

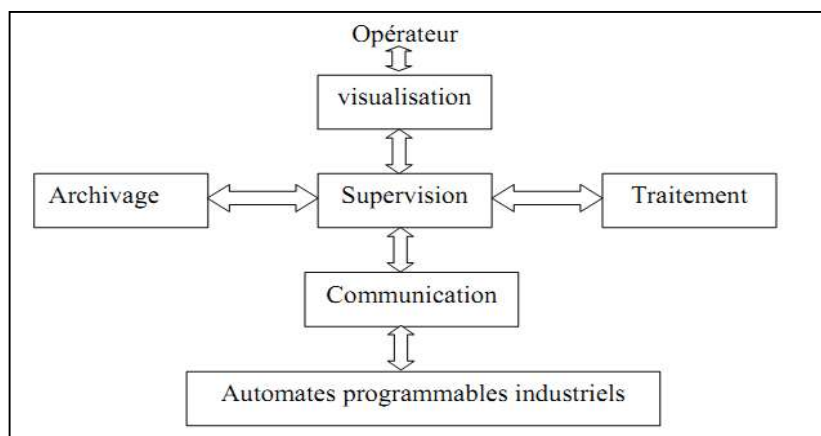


Figure.IV.1 création d'un projet dans WinCC.

## 2.2. Elaboration du programme sous Win CC :

### 2.2.1. Démarrage du logiciel WinCC :

Pour lancer le logiciel on localise l'icône SIMATIC WinCC flexible sur l'écran de l'ordinateur puis avec un double clic sur cette icône, on se permet d'ouvrir sa fenêtre fonctionnelle.

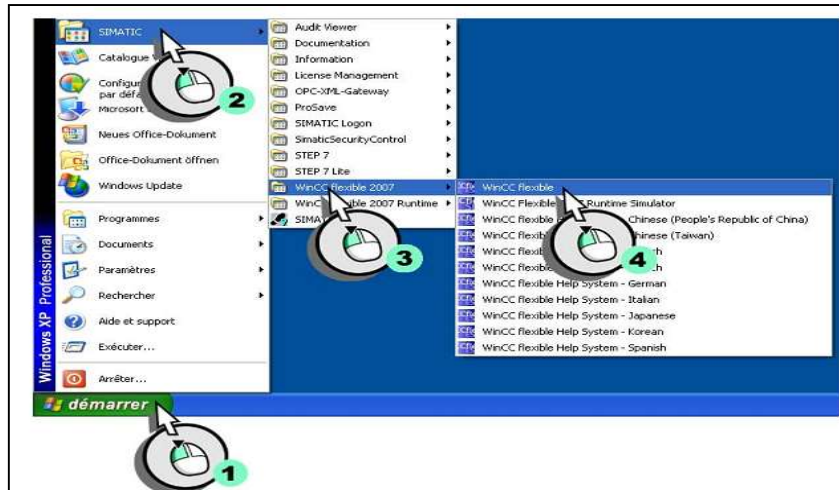


Figure IV.2. Démarrage de WinCC flexible.

### 2.2.2. Création d'un nouveau projet

La fenêtre SIMATIC Manager s'ouvre, on crée le projet :

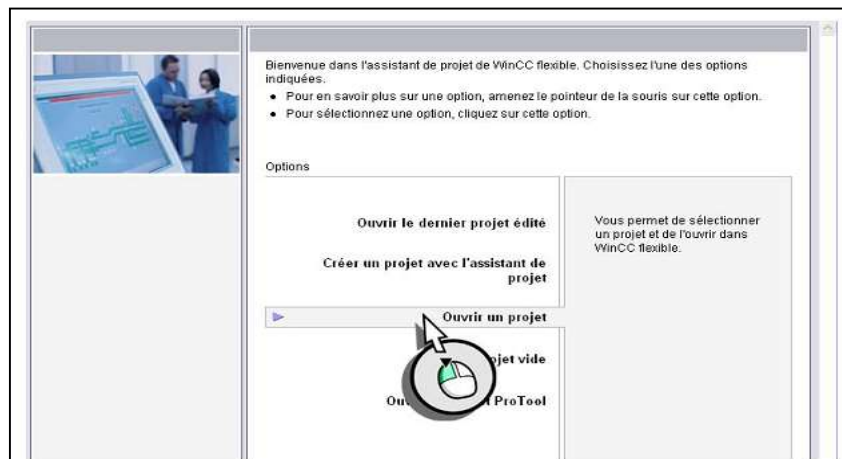


Figure IV.3. La création de projet.

On sélectionne le type pupitre puis on valide les paramètres par défaut sur la page « Modèle de vue » avec « suivant ».

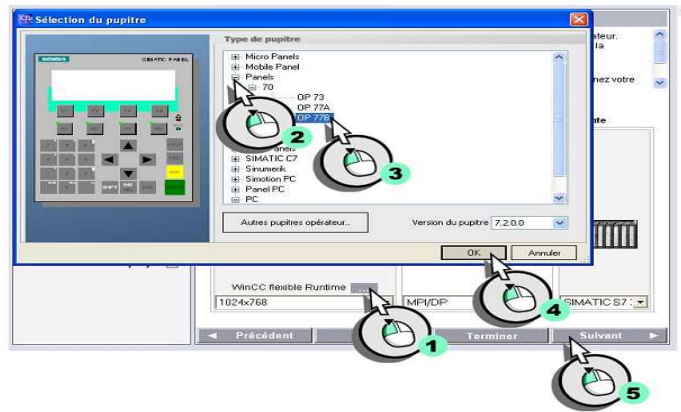


Figure IV. 4. le type du pupitre.

Après avoir lancé et configuré le logiciel WinCC flexible, ce dernier mettra à disposition une boîte d'outils qui contient les différents éléments pour la réalisation d'un projet.

- **La zone de travail** : sert à éditer les objets du projet. Tous les éléments de WinCC flexible sont disposés autour de la zone de travail. A l'exception de la zone de travail, vous pouvez disposer et configurer, déplacer ou masquer.



Figure IV.5. La zone de travail sous le WinCC flexible.

- **La fenêtre du projet** : dans cette fenêtre tous les éléments et tous les éditeurs disponibles d'un projet sont affichés dans l'arborescence et peuvent y être ouverts. Dans la fenêtre de projet, vous pouvez de plus accéder aux propriétés du projet et au paramétrage du pupitre utilisateur.

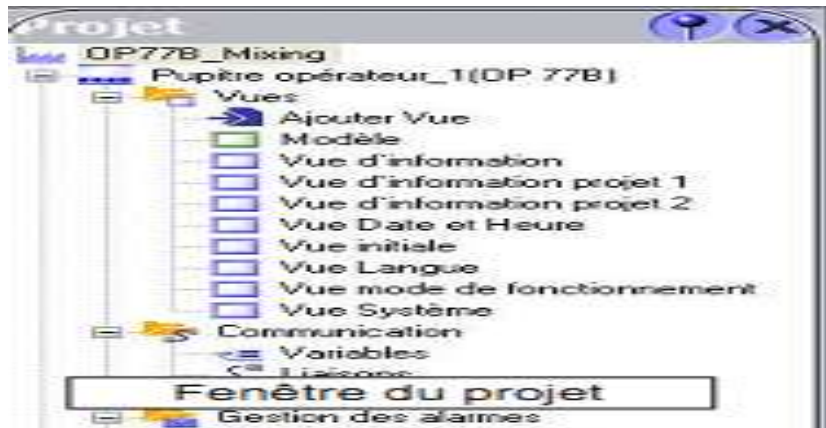


Figure IV. 6. la fenêtre de projet.

- **La fenêtre des propriétés :** dans cette fenêtre vous éditez les propriétés des objets, p.ex. la couleur des objets graphiques.

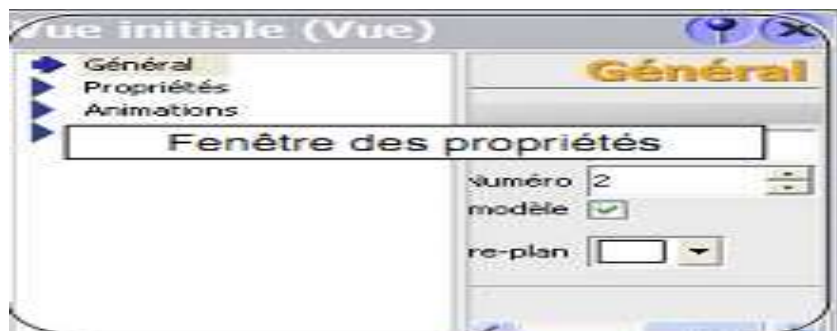


Figure IV.7. La fenêtre des propriétés

- **La fenêtre d'outils :** cette fenêtre vous propose une sélection d'objets que vous pouvez insérer dans vos vues, La fenêtre d'outils contient en outre des bibliothèques d'objets et collections de blocs d'affichage prêts à l'emploi.

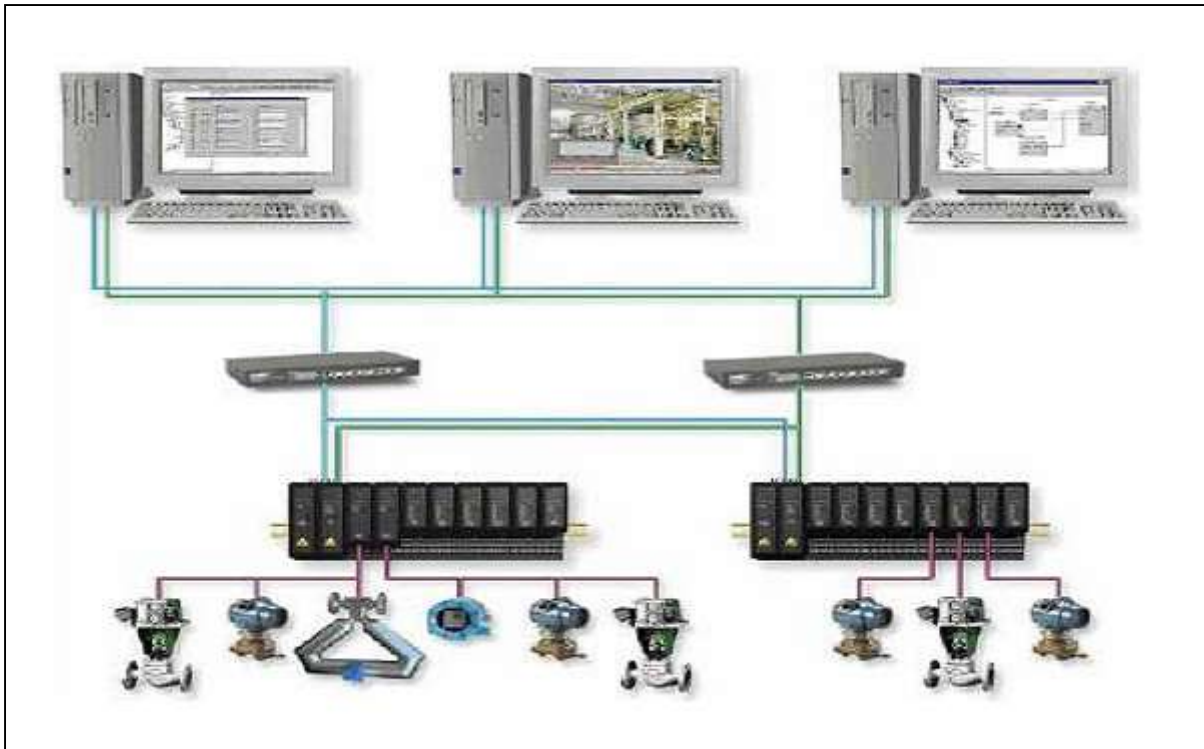


Figure IV.8. La fenêtre d'outils.

### 2.3. L'intégration de projet dans step7

Après la sélection du projet STEP7 dans lequel on intègre le projet IHM, on clique sur liaison et une autre fenêtre apparaît pour choisir le type de connexion entre les pupitres et l'automate.

La communication entre les pupitres opérateurs et les automates SIMATIC S7 peut être réalisée via les réseaux MPI (Multi Point Interface), PROFIBUS (Processus Field bus) ...etc.



**Figure IV.9:** Structure générale de communication entre le PC de supervision et l'API

## 2.4. Simulation du projet sur WinCC flexible Runtime

Logiciel de visualisation de processus Win CC flexible Runtime, permet de faire fonctionner notre configuration sous Windows et de visualiser le processus. Il est également exécuté sur l'ordinateur de configuration pour tester et simuler le fichier projet compilé.

## 3. Développement d'un système de supervision sous Win CC Flexible 2008

### 3.1. Réalisation des vues de contrôle et de supervision de l'installation de chromage et de nickelage

On a fait 5 vues pour cette station sont les suivantes :

- Vue d'accueil.
- Vue principale.
- Vue des conditions initiales.
- Vue de régulation de température.
- Vue de la préparation des produits chimique

Chaque vue contient des boutons de navigation qui permettent d'accéder à toutes les autres vues.

### 3.1.1. Vues d'accueil

Cette première vue est la vue d'accueil qui comporte les différents boutons de navigation qui serviront à basculer vers les autres vues.

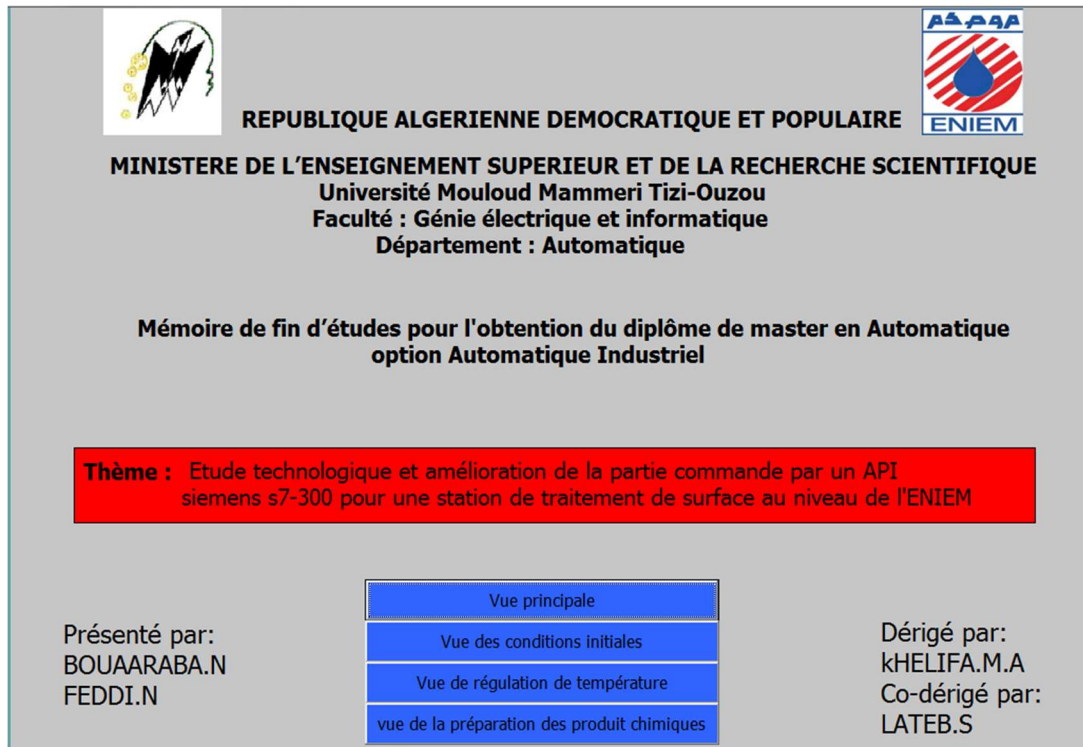


Figure IV.10 : Vue d'accueil.

### 3.1.2. Vue principale

Cette vue présente notre installation avec les différents bains de traitements et le champ de la barrière photoélectrique qui circule notre installation pour la sécurité des ouvriers.

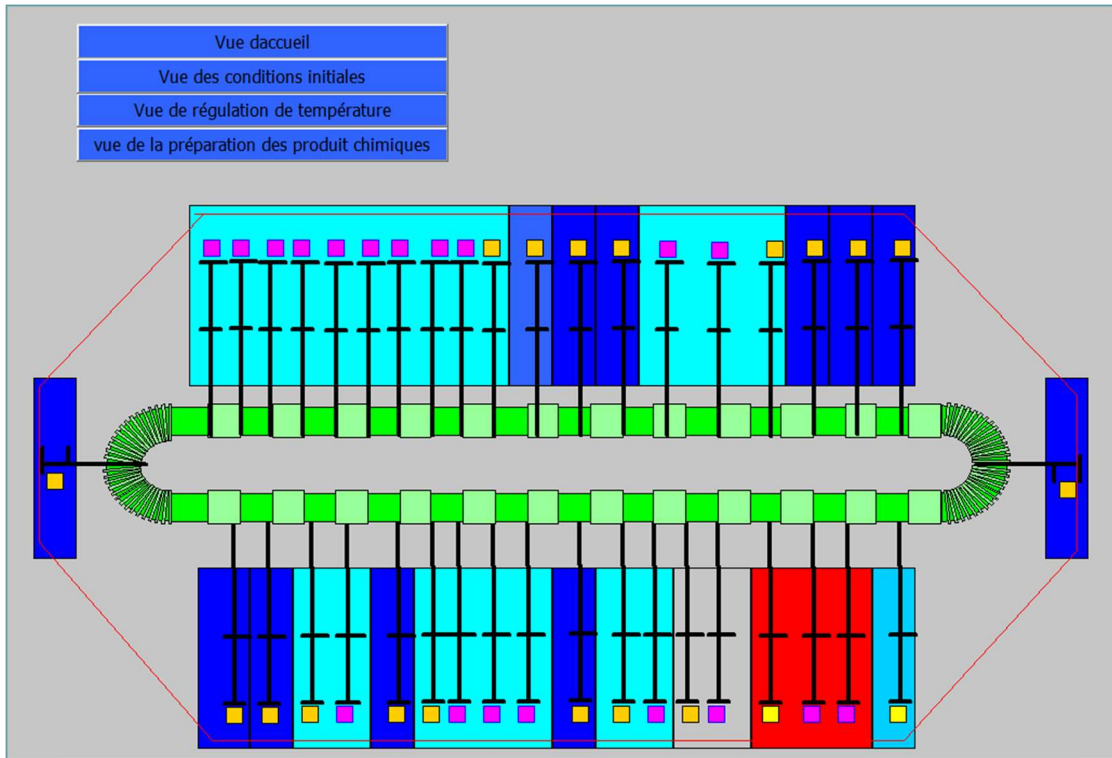


Figure.IV.11. Vue principale

### 3.1.3.vue des conditions initiales

Cette vue représente l'ensemble des conditions initiales nécessaires pour le départ de cycle.

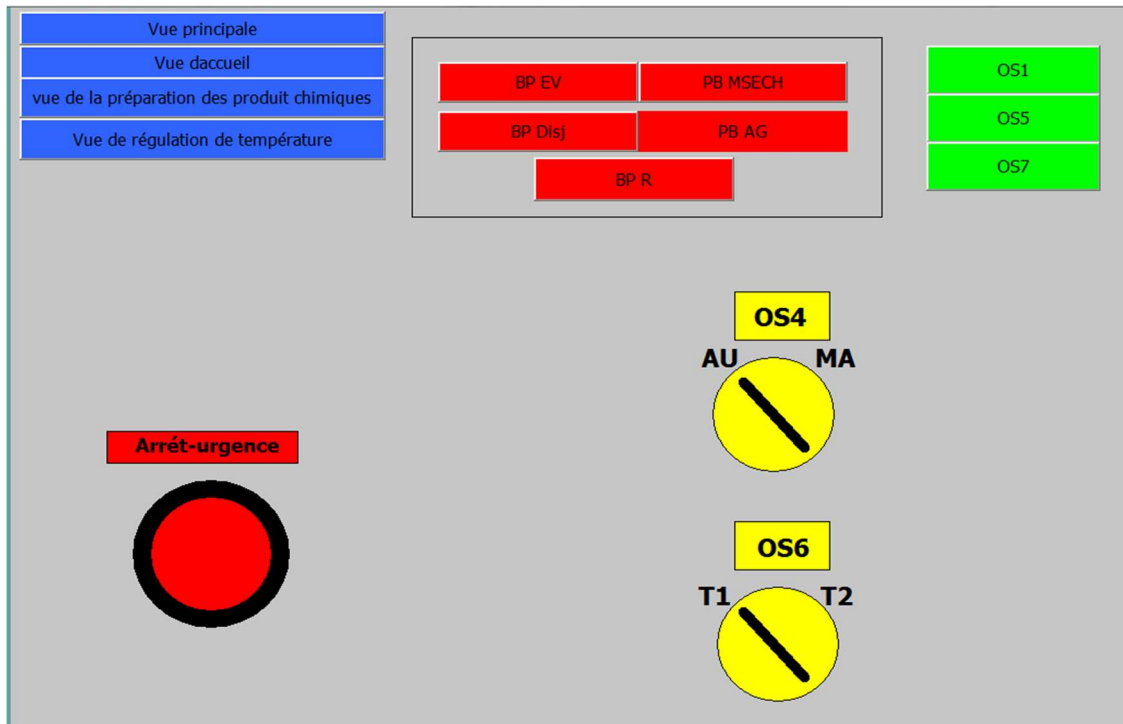


Figure. IV.12. Vue des conditions initiales.

### 3.1.4. Vue de régulation de température

La figure représente six baignoires avec des serpentins de chauffage qui sont reliés à une conduite d'eau chauffée avec des électrovannes.

L'ouverture des électrovannes permet la circulation de l'eau chauffée dans les serpentins en cuivre qui font chauffer les baignoires

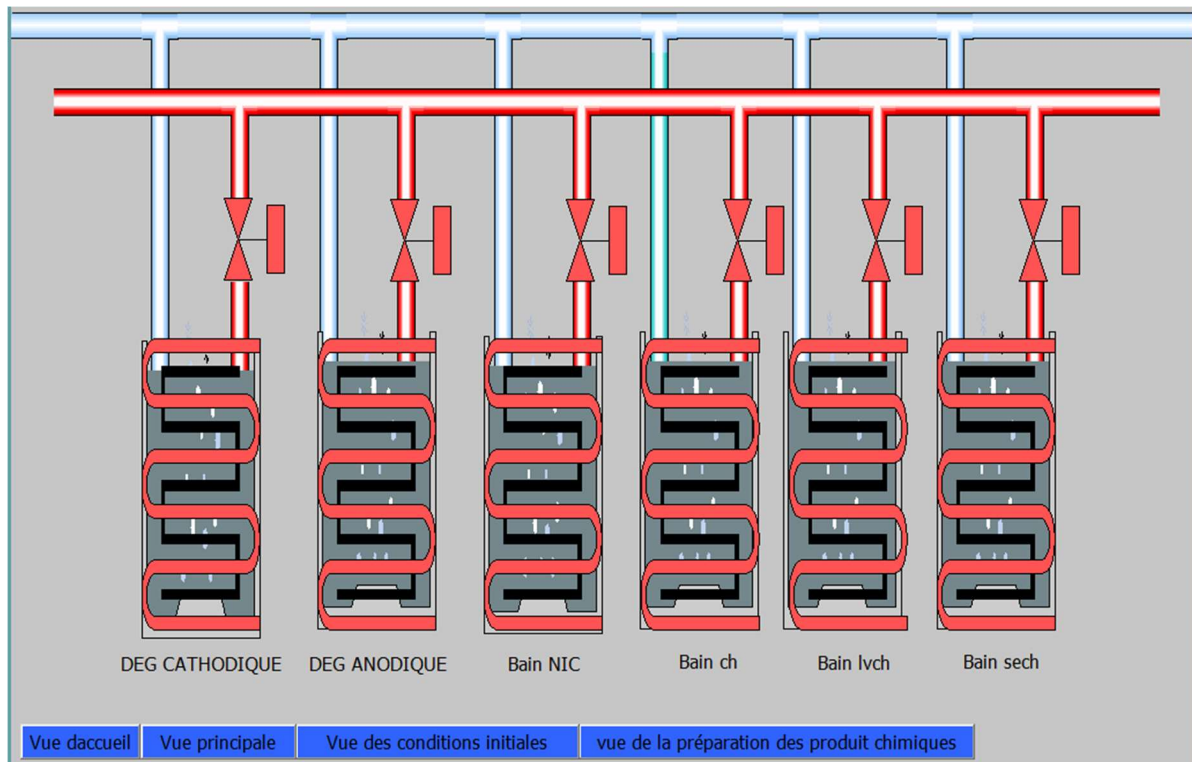


Figure IV.13.vue de la régulation des températures

### 3.1.5. Vue de la préparation des produits chimiques

Cette vue représente le système qui aide à la préparation des produits chimiques.

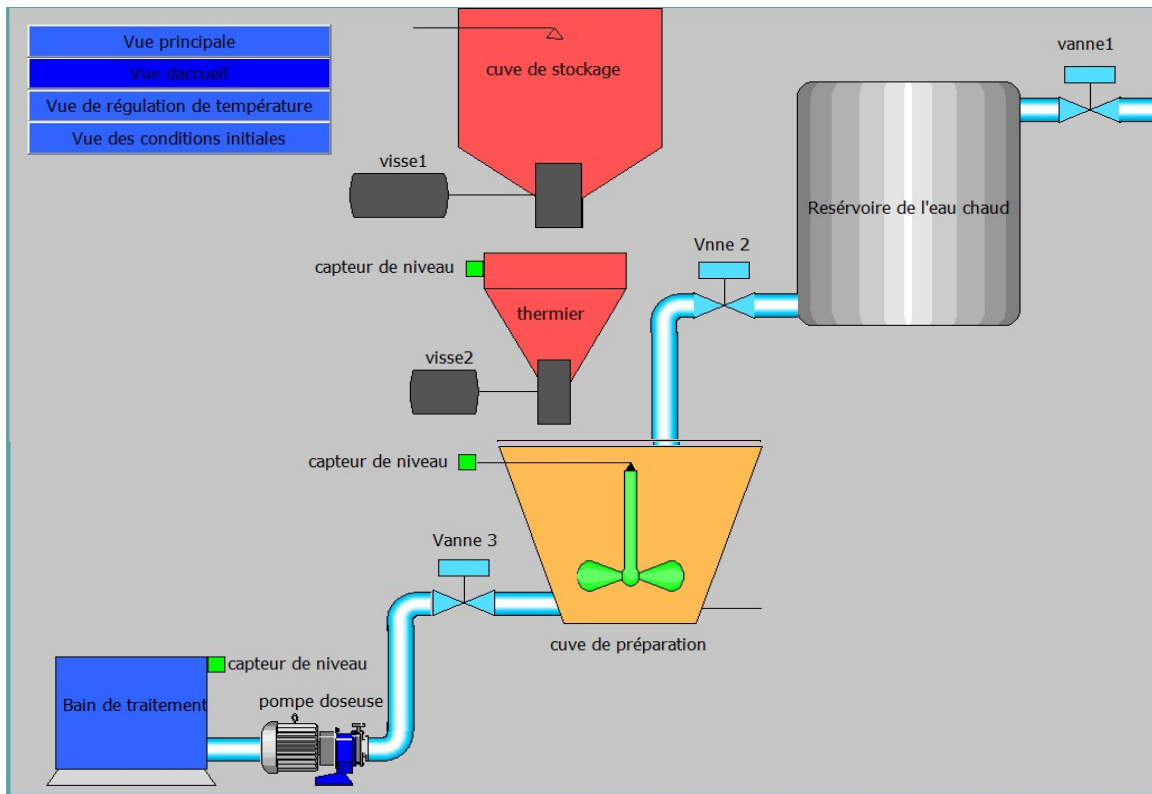


Figure IV.14. Vue de la préparation des produits chimiques

## 4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une description générale sur le WinCC flexible et nous avons aussi réalisé les vues de contrôle et de supervision pour notre installation qui nous permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel.

Nous avons constaté que le logiciel de supervision WinCC flexible est très riche en options, très puissant dans les solutions globales d'automatisation car ce logiciel assure un flux continu d'informations. Ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les applications dont nous avons besoin, il intègre tous les composants nécessaires aux tâches de visualisation et de pilotage. Donc il suffit d'imaginer le design de l'installation et tous les effets d'animation qui seront nécessaire pour bien apporter l'état réel de l'installation à l'opérateur avec plus d'information à partir des messages configurés et l'attribution des couleurs différentes pour les états différents des objets.

# **Conclusion générale**

## Conclusions générales

Notre travail de fin d'étude a été réalisé en grande partie au sein du complexe électroménager de l'ENIEM, dans le cadre d'un stage pratique de mise en situation professionnelle de trois mois.

Dans ce mémoire nous avons proposé des améliorations de l'installation de traitement des surfaces au niveau de l'ENIEM, qui sont des solutions réalisables qui ne nécessitent pas des dispositifs coûteux, en plus de la flexibilité de fractionnement qui sera un grand apport pour l'augmentation de la production et les conditions de sécurité personnel.

L'automatisation est un domaine pluridisciplinaire qui associe les notions de la mécanique, de l'électronique et de l'informatique, elle permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée pour le système, d'exécuté des tâches industrielle avec une intervention humaine très réduite. A l'extrait de notre travail, nous avant conclus :

Le GRAFCET et les outils qui lui sont associés ont apporté bien des progrès en matière de méthodologie d'élaboration de cahier des charges, de réalisation et de programmation des Systèmes automatisés. Pour respecter les exigences introduites par l'évolution des industries. La commande des processus avec un automate programmable industriel est la solution Recherchée, vue la justesse des traitements que les API effectuent.

L'évolution des API ne cesse de continuer et notamment leurs logiciels de programmation ; L'API S7-300 qui possède plusieurs avantages tels que la flexibilité, la facilité d'extension de Ses modules et la possibilité de visualisation et validation du programme établi avant son Implantation grâce à son logiciel de simulation S7-PLCSIM.

En plus de l'étude que nous avons menée dans le cadre de notre projet, ce stage nous a permis de découvrir le monde industriel, d'enrichir nos connaissances sur le plan pratique et le domaine d'automatique et compléter ainsi notre formation théorique universitaire.

Nous espérons que notre travail verra naître sa concrétisation sur le plan pratique et que les promotions à venir puissent en tirer profit.

## Bibliographie

- [1] documentation de l'entreprise ENIEM.
- [2] : site internet : [www.ENIEM\\_dz.com](http://www.ENIEM_dz.com).
- [3] : site internet : <http://www.shneider-electric.fr>
- [4] : site internet : <http://www.shneider-energuide.be>
- [5] : site internet : <http://fr.eni>leguide-de-l-electricite>.
- [6] : site internet : <https://www.gotronic.fr>
- [7] : site internet : <http://www.futura-siemens.com>
- [8] : site internet : <http://www.siemens.com/simatic-tech-doku>.
- [9] : site internet : <http://mall.automation>.
- [10] : site internet : <http://support.automation.com>
- [11] : **P.Trau** « le grafcet et sa mise en œuvre » ULP 1997.Edition Paris,ISBN
- [12] : **J-M.Bleux, J-L.Fanchon**, « automatismes industriels » Edition Nathan1996.
- [13] **A.Juton** « automatismes industriels I » janvier 2007.
- [14] Mr BOUKHERROUB HAND et KADI DJAMAL « Amélioration d'une commande de station de traitement de surfaces d'Equipements Cuisiniers » automatique 2009.
- [15] : Documentation techniques de Siemens, aide STEP7 CD ROM Siemens. (CD STEP7).
- [16] **C.Bourbonne. J.Cojean**, « les systèmes automatisés, Tome1 » Edition foucher 1992.

## **Résumé :**

Dans le cadre des études ingénieur, le stage ouvrier est souvent synonyme de première expérience dans le monde industriel découvrir et vivre la réalité du terrain, prendre conscience de l'organisme et des contraintes liées à l'entreprise.

Notre stage ouvrier s'est déroulé du 04 avril au 17 juin 2018 au sein de l'entreprise nationale des industries de l'électroménager (ENIEM).

Dans notre travail nous avons étudié et proposé des améliorations pour la station de chromage et de nickelage.

## **Monts clés :**

- ❖ **ENIEM** : **E**ntreprise **N**ationale des **I**ndustries de l'**E**lectro **M**énager.
- ❖ **GRAFCET** : **G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande des **E**tapes de **T**ransitions.
- ❖ **TOR** : **T**out **O**u **R**ien.
- ❖ **API** : **A**utomate **P**rogrammable **I**ndustriel.
- ❖ **CPU** : **C**entral **P**rocessing **U**nit.
- ❖ **WINCC** : **W**indows **C**ontrol **C**enter.
- ❖ **IHM** : **I**nterface **H**omme **M**achine.
- ❖ **MPI** : **M**ulti **P**oint **I**nterface