

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE
DEPARTEMENT AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Electrique

Spécialité : **Automatique et Informatique
Industrielles**

Présentés par

**YAMOUCHENE Mohammed
OUZAID Idir**

Thème

**Etude et automatisation d'une station de
nettoyage en place (CIP) au niveau de
la SARL Tifra-Lait a base d'un
automate Siemens S7 300**

Mémoire soutenu publiquement le 30/10/2015 Devant le jury composé de :

Mr CHELLI. T
MAA, UMMTO, President

Mr HAMACHE. A
MAA, UMMTO, Encadreur

Mr SELHADJI. Y
ING, Tifra-Lait, Co-Encadreur

Mme BOUDJEMAA. F
MAA, UMMTO, Examineur

Mr BOUKENDOUR. O
MAA, UMMTO, Examineur

Promotion 2015

Remerciements

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

Nos premiers remerciements vont à notre promoteur Mr HAMACHE et Co promoteur Mr SELHADJI Youcef pour le temps qu'ils nous ont réservé et pour leurs éclaircissements très utiles.

On tient aussi à remercier les membres du jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants qui ont contribué à notre réussite dans nos études, en particulier Mr Charif pour sa disponibilité et le temps qu'il accorde à tous les étudiants sans distinction.

Nos remerciements vont également à l'ensemble du personnel administratif et technique de Tifra Lait.

Dédicace

Il nous est agréable de dédier ce modeste travail à :

*Nos chers parents qui nous ont soutenus tout
au long de notre cursus*

*Nos familles et nos proches et nos amis Ainsi
qu'à tous ceux qui nous sont chers.*

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre 1 : description et fonctionnement de la CIP	
I- Introduction	2
II- Description de la station de nettoyage	2
1- Zone de réception du lait	3
2- Zone de pasteurisation	4
3- Zone de stockage	4
4- Zone de conditionnement	5
III- Inconvénients et insuffisances de la station actuelle	5
III-1 Les modifications apportées	5
III-2 Schéma de la nouvelle station CIP	6
III-3 Principe de fonctionnement de la CIP	6
IV- Instrumentation	10
IV- 1 Les capteurs	10
IV- 2 Les actionneurs et les pré-actionneurs	13
IV- 3 Echangeur thermique	18
IV- 4 Variateur de vitesse	19
V- Conclusion	21
Chapitre 2: Modélisation de la station CIP par GRAFCET	
I- Introduction	22
II- Définition du GRAFCET	22
III- Les concepts de base d'un GRAFCET	22
IV- Les niveaux de représentation du GRAFCET	23
V- Mise en l'équation d'un GRAFCET	24

VI- Les séquences	24
VII- Présentation de notre modèle GRAFCET	25
VIII- Conclusion	32
 Chapitre 3 : Adaptation d'un API S7-300	
I- Introduction	33
II- Les automates programmable industriel (API)	33
II-1- Définition d'un API	33
II-2- Architecture des automates	33
II-3- Choix d'un automate	34
II-4- Le choix du S7-300	35
III- Présentation du S7-300	35
III-1- Caractéristiques de l'automate S7-300	35
III-2- Constitution d'un automate S7-300	35
IV- La programmation avec le SIMATIC STEP 7	37
IV-1- Le logiciel STEP 7	37
IV-2- Les blocs STEP 7	38
IV-3- Le logiciel S7-PLCSIM	39
V- Création du projet	40
VI- Conclusion	48
 Chapitre 4 : Supervision de la station de CIP	
I- Introduction	49
II- Constitution d'un système de supervision	49
III- Présentation du logiciel de supervision WinCC FLEXIBLE 2008	50
III- 1- WinCC et SIMATIC STEP 7	50
IV- Développement d'un système de supervision sous WinCC Flexible 2008	51
V- Conclusion	54
Conclusion générale	55

Introduction générale

Introduction générale

L'automatisation des systèmes de production devient de plus en plus une obligation pour l'amélioration du gain de production, pour gagner en temps et en énergie. L'insertion d'un automate programmable dans tous les procédés industriels est donc la solution adéquate.

C'est dans ce cadre que nous avons été chargés, durant notre stage pratique pour l'élaboration de notre projet de fin d'étude effectué à l'unité **SARL TIFRA-Lait** d'étudier, d'améliorer et enfin d'automatiser la station de nettoyage en place CIP (**Clean In Place**) qui assure le nettoyage intérieur de tous les éléments du processus de stockage du lait.

Le nettoyage en place (NEP) est un processus où les solutions de lavage et de désinfection circulent dans le circuit et nettoient les chaînes de production et d'embouteillage sans démontage. La combinaison exacte des facteurs d'influence que sont la chimie, la température, la mécanique et le temps fait du lavage un processus fiable et reproductible. Le nettoyage en place (NEP) garantit à tout moment la sécurité du produit.

Actuellement, le fonctionnement de La station CIP est semi-automatique, l'opérateur occupe entièrement les tâches de nettoyage en utilisant des boutons dont il dispose sur l'armoire de commande, ce qui nécessite une amélioration et des modifications pour ce système.

Dans notre travail, nous avons choisi d'adapter un nouveau système de commande en utilisant un automate siemens S7-300. Pour ce faire, nous avons organisé notre projet en cinq chapitres :

Dans le premier chapitre, nous avons fait la présentation générale de l'entreprise.

Dans le deuxième chapitre, nous avons fait une description générale de toute l'unité de production, ainsi que la présentation de notre problème qui est l'étude de la station de nettoyage en place, en décrivant ses composants et ses inconvénients pour y pouvoir proposer des solutions. Par la suite nous avons fait la présentation technique de la CIP en décrivant les différents équipement et instruments utilisés.

Le troisième chapitre traite de la modélisation de la station en utilisant l'outil graphique Grafcet.

Dans le quatrième chapitre, nous avons fait une présentation des automates programmables industriels en général, puis L'automate programmable industriel S7 300 utilisé pour l'automatisation de cette station) ainsi que son logiciel de programmation « SIMATIC STEP7 » et l'outil de simulation « S7 PLCSIM ». Nous avons terminé par la présentation de quelques exemples de notre solution programmable.

Le cinquième et dernier chapitre donne un aperçu sur la plateforme de supervision élaboré sous WinCC flexible.

Nous terminons par une conclusion générale.

Chapitre 1 :
description et
fonctionnement de la CIP

I- Introduction

La production des produits laitiers exige une hygiène parfaite de tous les équipements rentrant dans la production. Pour cela, un nettoyage doit être effectué après chaque utilisation pour éliminer tout risque de contamination.

Le nettoyage des équipements de production s'effectue en utilisant une station de nettoyage en place (NEP) qui exerce une fonction totalement indépendante du procédé de production mais elle doit assurer le nettoyage de tous les circuits et équipements de la laiterie concernés par la production.

II- Description de la station de nettoyage

Un **Nettoyage en place (NEP)** ou **Clean-in-Place (CIP)** en anglais, est un système automatique de nettoyage des installations sans démontage. Le plus souvent intégrées à la machine lors de la conception, les cuves, tuyaux ou autres machines sont lavés à l'aide d'un circuit d'eau parallèle. Dans les systèmes les plus complexes, différents cycles avec produits de lavage et de rinçage sont programmés.

La station de **Nettoyage En Place (NEP)** exerce une fonction totalement indépendante du procédé de production mais elle doit assurer le nettoyage de tous les circuits et équipements de la laiterie concernés par la production, le conditionnement et le stockage du lait.

Elle est constituée, comme il est indiqué dans la figure suivante :

1/ Cuves

La station de nettoyage comporte 3 cuves de 2500L, chacune

- La 1^{ère} cuve contient de l'eau neuve pour le rinçage,
- La 2^{ème} cuve contient de la soude pour éliminer les souillures organiques,
- La 3^{ème} cuve contient de l'acide pour éliminer les souillures minérales,

2/ Pompes

- Deux pompes doseuses associées à des conteneurs de concentrés pour assurer la concentration des solutions acide et soude.
- Une pompe d'envoi, assure l'envoi de l'eau des solutions des cuves vers l'échangeur thermique.

3/ Capteurs

- **Capteurs de niveau** : deux détecteurs de niveau de type TOR placés verticalement sur chaque cuve (NB, NH), ce qui fait 6 capteurs en tout.

- **Capteurs de température:** deux capteurs sur les deux cuves qui contiennent les solutions acide et basique (soude), et un PT100 sur la sortie de l'échangeur de chaleur.

4 / Echangeur thermique

Un échangeur thermique pour le chauffage des solutions soude et acide.

5/ Tableau de pointage de l'arrivée NEP

C'est un croisement d'un ensemble de chaînes de lignes et de manchettes pour pouvoir les raccorder. Il contient l'arrivée principale des produits de nettoyage et les sorties vers les cuves et les lignes de l'ensemble de la chaîne de production.

6/ Vannes

- 8 vannes manuelles,
- 6 vannes TOR,
- 1 vanne pneumatique double effets,
- 1 vanne modulante.

7/ Tuyauterie

Des tuyaux inox reliés à tout l'équipement de production et assure l'envoi et le retour des solutions de nettoyage.

8/ Ligne arrivée eau

Alimente l'unité en eau.

9/ Une ligne de retour NEP avec pompes de retour

10/ Armoire de commande

Pour garder l'état des équipements propre, la NEP doit suivre le chemin de passage du lait donc de tous les éléments de la chaîne de production qui se partage en quatre zones :

1- Zone réception du lait

Elle comporte :

- Deux(02) tank de stockage du lait, type verticale d'une capacité unitaire de 20 000 litres chacune ; dotées d'une boule de nettoyage,
- Un refroidisseur lait : c'est un échangeur thermique pour évacuer la chaleur du lait, il permet l'échange de chaleur entre l'eau glacée à 2°C et le lait à 25°C,
- Ligne arrivée lait en inox vienne de l'extérieur vers les cuves,

- Ligne arrivée et ligne de retour CIP,
- Des vannes pneumatiques,
- Pompe de retour CIP.

2- Zone de pasteurisation

Elle comporte :

- Un bac type à flotteur pour une alimentation régulière du Pasteurisateur en lait,
- Un échangeur thermique à plaque pour la pasteurisation du lait,
- Chambreur : sont des enroulements de tubes superposés en Inox dont le rôle est d'exposer le produit pendant un temps donné à une température bien déterminée,
- Une pompe pour le soutirage de lait du tank et l'alimentation du Pasteurisateur,
- Un ensemble de vannes pneumatiques,
- Ligne arrivée eau chaude,
- Ligne arrivée eau froide,
- Ligne arrivée lait,
- Ligne arrivée et ligne de retour CIP,
- Armoire électrique pour la commande des vannes lors de la production.

3- Zone de stockage

Elle comporte :

- Quatre (04) cuves de 20 000 litres chacune ; spécial pour le stockage du lait pasteuriser ; et Une ligne de remplissage des cuves par le haut en provenance du pasteurisateur,
- Une armoire électrique pour la commande des vannes et les moteurs,
- Un tableau de pointage,

- Deux (02) pompes et une ligne de soutirage liée a la chaine de production,
- Ligne d'arrivée et ligne de retour CIP,
- Une (01) pompe de retour CIP,
- Des vannes pneumatiques.

4- Zone de conditionnement

Elle comporte :

- Trois conditionneuses,
- 2 Ligne arrivée lait,
- Ligne d'arrivée et ligne de retour CIP,
- Des vannes pneumatiques.

III- Inconvénients et insuffisances de la station actuelle

La station de nettoyage en place (NEP) présente beaucoup d'inconvénients et d'insuffisances qui agissent mal sur son fonctionnement, ce qui nécessite une amélioration et des modifications pour ce système. Citons principalement :

- La perte de temps lors du fonctionnement de la station : déplacement et efforts de l'opérateur pour la préparation des solutions, le branchement des manchettes, l'ouverture et fermeture des vannes, la mise en marche et l'arrêt des pompes, la vérification et contrôle des capteurs,
- La perte de temps lors du remplissage des cuves qui contiennent les solutions acide et la soude
- Les erreurs commises par l'opérateur : le contrôle des niveaux et de la concentration des solutions, l'ouverture et la fermeture des vannes.

III-1 Modifications à apporter

Pour un meilleur rendement de l'installation nous proposons de :

- Utiliser un automate S7-300, qui est le constituant de base de système automatisé, pour gérer tout le processus,

- Placer des capteurs de niveaux TOR sur chaque cuve pour détecter les niveaux bas et haut évitant le débordement,
- Eliminer le tableau de pontage et le remplacer par des conduits fixes commandés par des vannes pneumatiques simples effets,
- Placer deux agitateurs descendant dans les cuves d'acide et de soude. Ils doivent être munis de moteurs asynchrones triphasés avec un seul sens de rotation et une seule vitesse de rotation pour assurer la répartition des solutions,
- Raccorder l'alimentation des cuves qui contient les solutions à l'alimentation principale d'eau pour gagner du temps,
- Remplacer les vannes manuelles V01, V15 et V16 par des vannes TOR.

III-2 Schéma de la nouvelle station CIP (La page suivante)

III-3 Principe de fonctionnement de la CIP

Avant de lancer la procédure de lavage, l'agent doit vérifier :

- Le circuit d'alimentation en eau de la station NEP s'il est mis en service.
- Le circuit d'alimentation en eau chaude de l'échangeur thermique s'il est mis en service.
- la présence de produit à doser (acide et soude).

Après vérification des conditions initiales de démarrage du cycle de nettoyage, l'agent sélectionne la ligne du système disponible à nettoyer et actionne un bouton sur l'armoire de commande qui enclenchera le cycle correspondant.

Les étapes de nettoyage suivantes seront déclenchées automatiquement :

Etape 1 : remplissage des cuves avec de l'eau :

- Ouverture des vannes d'alimentation V01, V02 et V03.
- Détection des niveaux hauts des trois cuves NH1, NH2 et NH3.
- Fermeture des vannes d'alimentation V01, V02 et V03.
- Enclenchement de la temporisation d'attente $T_0=5s$.

Etape 2 : préparation de la solution soude ($T^{\circ}c=80^{\circ}c$) :

- L'écoulement de la temporisation d'attente $T_0=5s$ enclenchera la pompe soude (P03) et ouverture de la vanne (V05).

- ouverture de la vanne (V05) enclenchera la pompe d'envoi (P01) et ouverture de la vanne de retour (V09).
- Envoie de la solution vers l'échangeur de chaleur puis vers la vanne double effet (V07) pour former un cycle fermé en envoyant la solution vers la vanne de retour (V09).
- Enclenchement de mélangeur soude
- Le conductivimètre (TC) relève la concentration de la solution et commande la pompe soude (P03), la sonde de température (PT100) commande le débit de la vapeur en agissant sur la vanne modulante (V11).
- Enclenchement de la temporisation d'attente T1=5s.

Etape 3 : préparation de la solution acide ($T^{\circ}c=80^{\circ}c$) :

- L'écoulement de la temporisation d'attente T1=5s enclenchera la pompe acide (P02) et ouverture de la vanne (V06).
- ouverture de la vanne (V06) enclenchera la pompe d'envoi (P01) et ouverture de la vanne de retour (V10).
- Envoie de la solution vers l'échangeur de chaleur puis vers la vanne double effet (V07) pour former un cycle fermé en envoyant la solution vers la vanne de retour (V10).
- Enclenchement de mélangeur acide
- Le conductivimètre (TC) relève la concentration de la solution et commande la pompe acide (P02), la sonde de température (PT100) commande le débit de la vapeur en agissant sur la vanne modulante (V11).
- Enclenchement de la temporisation d'attente T2=5s.

Etape 4 : Lancement du procédé

• **Rinçage à l'eau froide**

- L'écoulement de la temporisation d'attente T2=5s ; la vanne V04 s'ouvre et activation de la pompe d'envoi.
- Ouverture de la vanne double effet V07 et ouverture de la vanne de la ligne désirée (V20,....., V27).
- L'échangeur de chaleur n'est pas demander.
- Enclenchement d'une temporisation de rinçage T3=5min
- La pompe de retour sera activée à son tour après l'écoulement d'une temporisation de retour T4=1min et l'eau mise à l'égout avec l'ouverture de la vanne (08).
- L'arrêt de la pompe de retour après l'écoulement de la temporisation d'arrêt T5=5min et fermeture de la vanne (V08).
- Enclenchement de la temporisation d'attente T8=5s.

• **Lavage avec la solution soude :**

- L'écoulement de la temporisation d'attente $T8=5s$; la vanne V05 s'ouvre et activation de la pompe d'envoi.
- Envoie de la solution vers l'échangeur de chaleur puis vers la vanne double effet
- Enclenchement d'une temporisation de lavage avec la soude $T6=15min$
- La pompe de retour sera activée à son tour après l'écoulement d'une temporisation de retour $T9=1min$.
- L'arrêt de la pompe de retour après l'écoulement de la temporisation d'arrêt $T7=15min$ et fermeture de la vanne (V09).
- Enclenchement de la temporisation d'attente $T10=5s$.

- **Rinçage à l'eau froide**

- L'écoulement de la temporisation d'attente $T10=5s$; la vanne V04 s'ouvre et activation de la pompe d'envoi.
- Ouverture de la vanne double effet (V07).
- Enclenchement d'une temporisation de rinçage $T31=5min$
- La pompe de retour sera activée à son tour après l'écoulement d'une temporisation de retour $T41=1min$ et l'eau mise à l'égout avec l'ouverture de la vanne (08).
- L'arrêt de la pompe de retour après l'écoulement de la temporisation d'arrêt $T51=5min$ et fermeture de la vanne (V08).
- Enclenchement de la temporisation d'attente $T11=5s$.

- **Lavage avec la solution acide**

- L'écoulement de la temporisation d'attente $T11=5s$; la vanne V06 s'ouvre et activation de la pompe d'envoi.
- Envoie de la solution vers l'échangeur de chaleur puis vers la vanne double effet
- Enclenchement d'une temporisation de lavage avec l'acide $T61=20min$
- La pompe de retour sera activée à son tour après l'écoulement d'une temporisation de retour $T91=1min$
- L'arrêt de la pompe de retour après l'écoulement de la temporisation d'arrêt $T71=20min$ et fermeture de la vanne (V10).
- Enclenchement de la temporisation d'attente $T12=5s$.

- **Rinçage à l'eau froide**

- L'écoulement de la temporisation d'attente $T12=5s$; la vanne V04 s'ouvre et activation de la pompe d'envoi.
- Ouverture de la vanne double effet (V07).
- L'échangeur de chaleur n'est pas demandé.
- Enclenchement d'une temporisation de rinçage $T32=5min$

- La pompe de retour sera activée à son tour après l'écoulement d'une temporisation $T42=1\text{min}$ et l'eau mise à l'égout avec l'ouverture de la vanne (08).
- L'arrêt de la pompe de retour après l'écoulement de la temporisation d'arrêt $T52=5\text{min}$ et fermeture de la vanne (V08).
- Enclenchement de la temporisation d'attente $T13=5\text{s}$.
- L'écoulement de la temporisation $T13=5\text{s}$ enclenchera une sirène d'alarme après chaque cycle de nettoyage pendant un temps $T14=10\text{s}$.
- Enclenchement de la temporisation final $T15=5\text{s}$
- Refaite de l'étape 4 pendant les 7 cycles restant.

Etape 5 : Vidange des cuves acide et soude

- Après le huitième cycle de nettoyage les contenus des cuves soude et acide rejetés à l'égout en ouvrant les vannes de vidange (V15) et (V16) pour les renouveler.

Un système automatisé peut être représenté par le schéma de la figure ci-dessous :

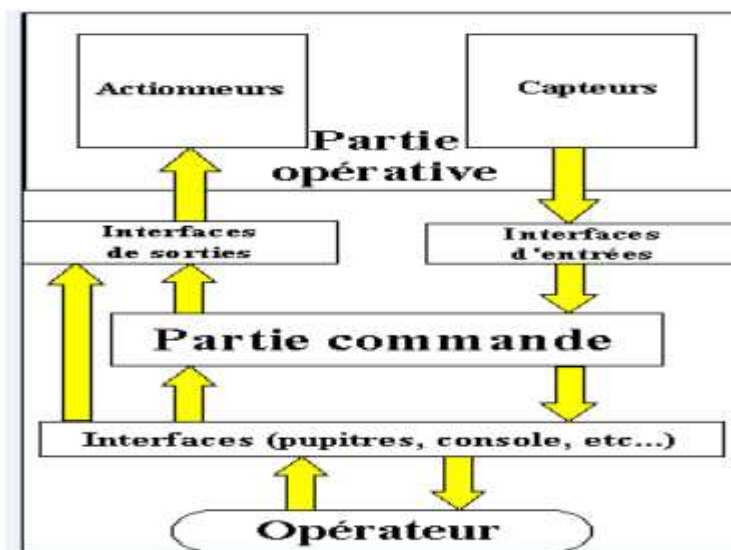


Figure 1.1 : Structure d'un système automatisé

A) La partie commande (PC) : C'est la partie qui gère le fonctionnement du système automatisé. Elle est composée d'un automate programmable **S7 300** de la firme **SIEMENS**. Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la partie opérative ou fournies par l'opérateur pour élaborer une succession d'ordre nécessaire pour obtenir les actions souhaitées.

B) La partie opérative (PO) : C'est elle qui assure la transformation de la matière d'œuvre représentée dans notre cas par l'eau, l'acide et la soude, pour élaborer la valeur ajoutée recherchée qui est représentée par les solutions de nettoyage. Elle regroupe :

- **Les actionneurs :** Les actionneurs : Sont des dispositifs de commande d'un mouvement, ils convertissent l'énergie d'entrée disponible (électrique, pneumatique, hydraulique) en énergie de sortie exploitable par le système, le plus souvent en énergie mécanique. On peut en citer les moteurs, les pompes, les vérins...etc.

- **Les pré-actionneurs:** Ils sont chargés de distribuer l'énergie aux différents actionneurs (Distributeurs, contacteurs...etc.).

- **Les capteurs :** Ils assument l'ensemble des fonctions de la chaîne d'acquisition de données. (Capteur de température, capteur de niveau...etc.).

C) La partie relation (PR) : Elle comporte le pupitre de dialogue homme machine, équipée des organes de commande permettant la mise en /hors énergie de l'installation, le départ des cycles, l'arrêt d'urgence...ainsi que des signalisations diverses telle que voyants lumineux, afficheurs, sonneries...etc.

IV- Instrumentation

La maîtrise des instruments de l'équipement utilisé pour l'étude d'un processus est plus que nécessaire.

Nous allons présenter l'ensemble des instruments qui seront utilisés pour la matérialisation de la station de lavage.

IV- 1 Capteurs

Les capteurs sont les premiers éléments rencontrés dans une chaîne de mesure, ils jouent des rôles de plus en plus importants car ce sont eux qui permettent de transformer les grandeurs physiques ou chimiques d'un processus ou d'une installation en signaux électriques exploitables par la partie commande et proportionnels à la grandeur qu'ils surveillent. Selon le signal qu'ils génèrent on peut les classer en trois catégories :

- **Capteurs TOR :** Ce sont les plus répandus en automatisme. Ils délivrent un signal binaire. Détecteur de niveau, détecteur de proximité...etc.

- **Capteurs analogiques :** Ils traduisent des valeurs de position, de pression, de température...sous forme d'un signal (tension ou courant) évoluant continuellement entre deux valeurs limites.

- **Capteurs numériques :** Transmettent des valeurs numériques précisant des pressions, des positions, ...pouvant être lus sur 8, 16, 32, bits soit en parallèle sur plusieurs conducteurs, soit en série sur un seul conducteur.

Dans la station de nettoyage on trouve les capteurs indiqués ci-dessous :

➤ **Les capteurs de niveau :**

Sont des détecteurs de niveau de type **TOR** placés verticalement sur les cuves pour connaître leurs états de remplissage (NB, NH), dès que le liquide atteint son électrode un courant électrique s'établit et permet d'actionner un relai.



Figure 1.2 : Les capteurs de niveau (TOR)

➤ **Sonde de température PT 100 :**

C'est un capteur résistif qui permet de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur sa résistance en signal électrique.

La sonde pt 100, est constituée d'un filament en platine, entourant une tige de verre, dont la caractéristique est de changer de résistance en fonction de la température. Leur résistance est de 100Ω pour 0°C . Elle s'élève en fonction de l'augmentation de la température. En injectant à la sonde un courant constant et continu, il suffit alors de mesurer la tension, qui, étant proportionnelle à la résistance, donne une image de la température mesurée.

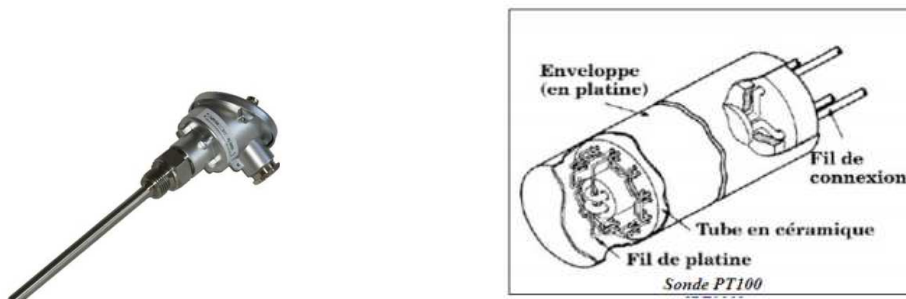


Figure 1.3 : Sonde de température PT 100

Principe de mesure :

$$RT / R0 = 1 + At + Bt^2$$

Avec:

RT = résistance du thermomètre à la température T.

R0 = résistance du thermomètre à 0°C.

t= la température en °C.

A = $3.9083 \cdot 10^{-3}$ et B = $-5.775 \cdot 10^{-7}$

➤ **Conductivimètre : (Figure 1.4)**

Ce capteur est destiné à mesurer la concentration en ions des solutions (acide et soude dans notre cas).

Le produit mesuré (8) est le conducteur liquide entre les champs magnétiques de deux bobines magnétiques séparées (4 et 5).

La bobine d'excitation (4) génère en permanence un champ magnétique alternatif qui induit une tension électrique dans le liquide.

Les ions du liquide génèrent un flux qui augmente en fonction de leur concentration (conductivité).

Le courant (9) dans le liquide génère un champ magnétique alternatif à la bobine réceptrice (5).

Le courant induit (9) est traité en signal de mesure de conductivité par le capteur.

Le signal généré est un courant de 4 à 20 mA.

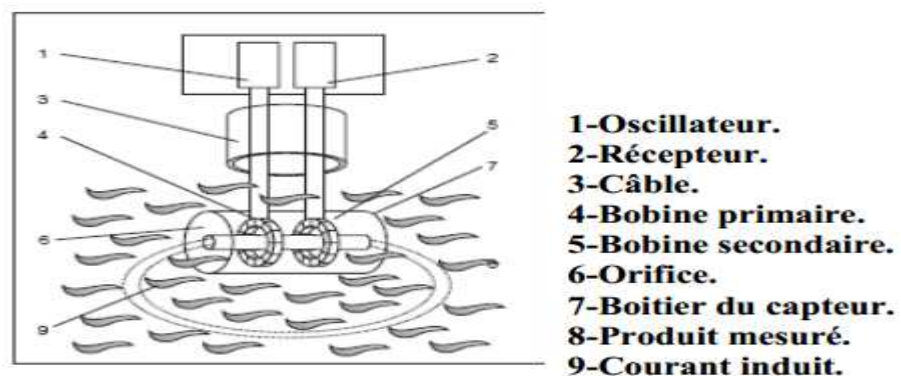


Figure 1.4 : Conductivimètre

IV- 2 Les actionneurs et les pré-actionneurs

IV- 2-a/ Les actionneurs

➤ Vanne modulante :

Une vanne modulante est un dispositif conçu pour contrôler débit de toutes sortes de fluides (liquide ou gaz) dans un système de commande de processus.

La figure ci-dessous montre la vanne modulante utilisée dans le système de régulation de la température à la sortie de l'échangeur :

La vanne est commandée par un régulateur qui utilise l'action de l'air comme fluide d'asservissement. Ainsi l'ouverture, la fermeture ou modulée de la vanne est produite par les variations de pression de sortie d'un instrument de mesure et de contrôle.

La vanne est actionnée mécaniquement, elle est reliée à un actionneur capable de faire varier la position d'un organe de fermeture dans la vanne. L'actionneur peut être mû par une énergie pneumatique, électrique, hydraulique ou toute combinaison de ces énergies.

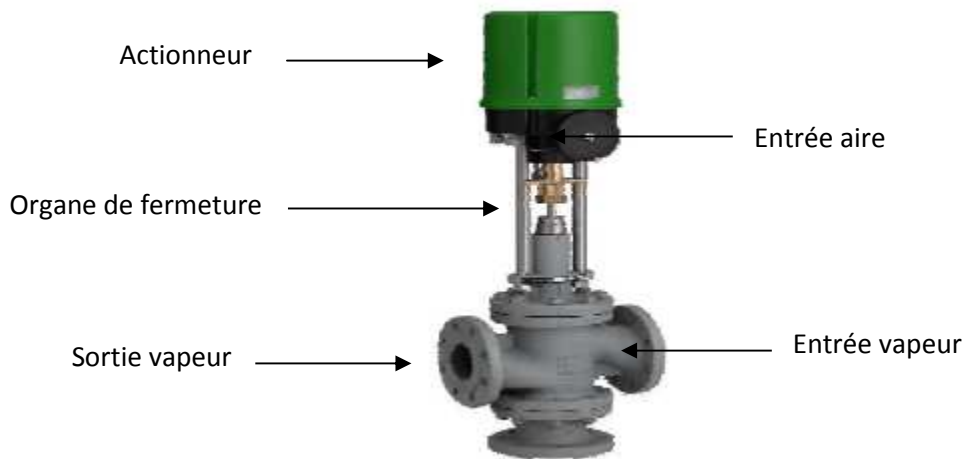


Figure 1.5 : Vanne régulatrice (modulante)

➤ Vanne papillon:

Les vannes papillon sont des vannes pneumatiques tout ou rien Utilisées dans les installations de liquides et celles des gaz. Ces vannes sont en inox, chose qui leur permet d'être largement utilisées dans toute l'industrie agroalimentaire.

La figure (**Figure II.8**) montre la vanne papillon utilisée dans la station de nettoyage



Figure 1.6 : Vanne papillon

La vanne papillon TOR est en effet un vérin simple effet équipé d'un ressort de rappel. Les parois internes du piston de cette vanne étant rainurées, alors le mouvement de translation du vérin provoqué par une pression d'air (de 5 à 7 bar) à son entrée, est converti automatiquement par transmission mécanique en un mouvement de rotation de « 90° » du disque (en forme de papillon), emmenant ainsi la vanne à un changement d'état.

➤ **Pompe centrifuge :**

Le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie communiqué par la force centrifuge. Elle est constituée par :

- Une roue à aubes tournant autour de son axe.
- Un distributeur dans l'axe de la roue.
- Un collecteur de la section croissante en forme de spirale appelée volute.

Le principe utilisé est celui de la roue à aube. La roue est placée dans une enceinte (le corps de pompe) possédant deux ou plusieurs orifices. Le premier dans l'axe de rotation (aspiration), le second perpendiculaire à l'axe de rotation (refoulement).

Le liquide est pris entre deux aubes, se trouve contraint de tourner avec celle-ci. La force centrifuge repousse alors la masse du liquide vers l'extérieur de la roue où la seule sortie possible sera l'orifice de refoulement. Le liquide acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur. Les pompes centrifuges sont munies d'un moteur triphasé à un seul sens de rotation.

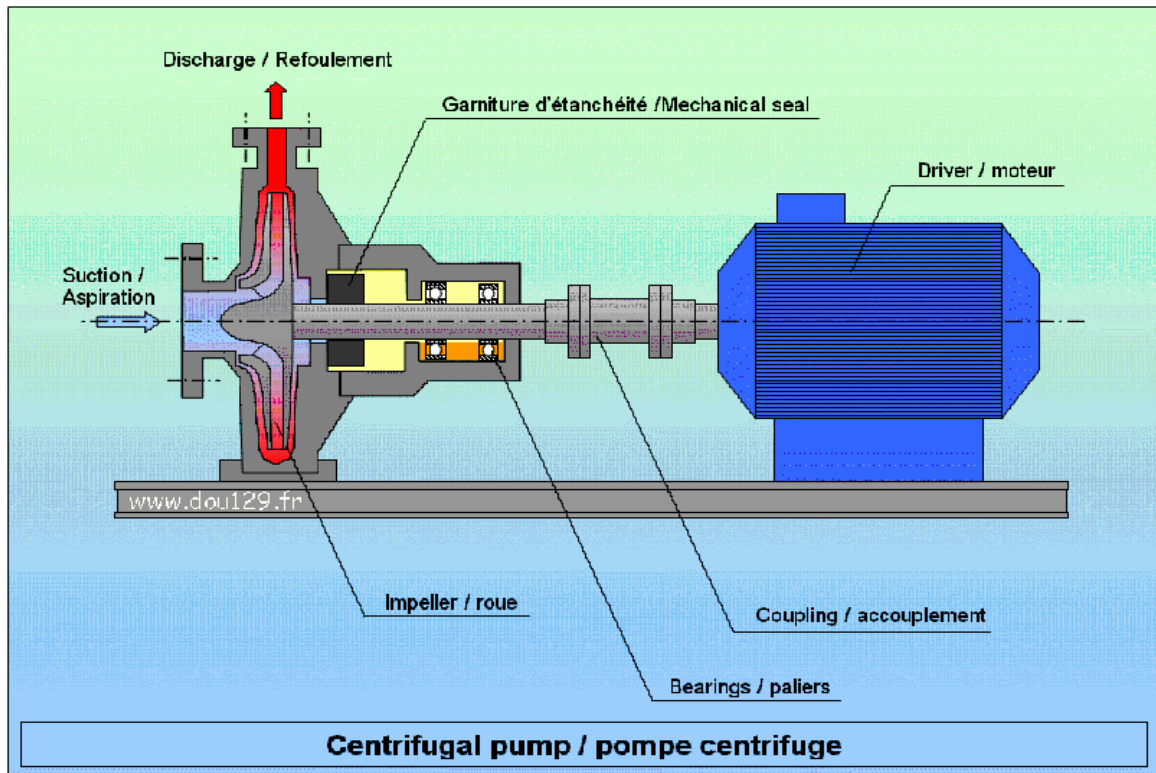


Figure 1.7 : Pompe centrifuge

➤ **Pompe doseuse :**

Elles sont essentiellement à piston ou à membrane. Un entraînement avec réducteur à roue et vis sans fin entraîne un excentrique. Une bielle lie l'excentrique à une membrane sèche pour former un ensemble bielle-manivelle. La simple rotation de l'excentrique entraîne un déplacement axial de la membrane et ainsi la formation d'une cylindrée (La cylindrée est le volume du fluide aspiré et expulsé pour un mouvement, exemple des pompes rotatives la cylindrée est exprimée en $m^3/tour$). Un arrangement agit sur la bielle pour faire varier la cylindrée et donc le débit de la pompe. Cet arrangement consiste dans l'interruption de la course grâce au réglage de course qui arrête le déplacement de la bielle. L'excentrique continue son mouvement dans la bielle le long du logement prévu à cet effet.

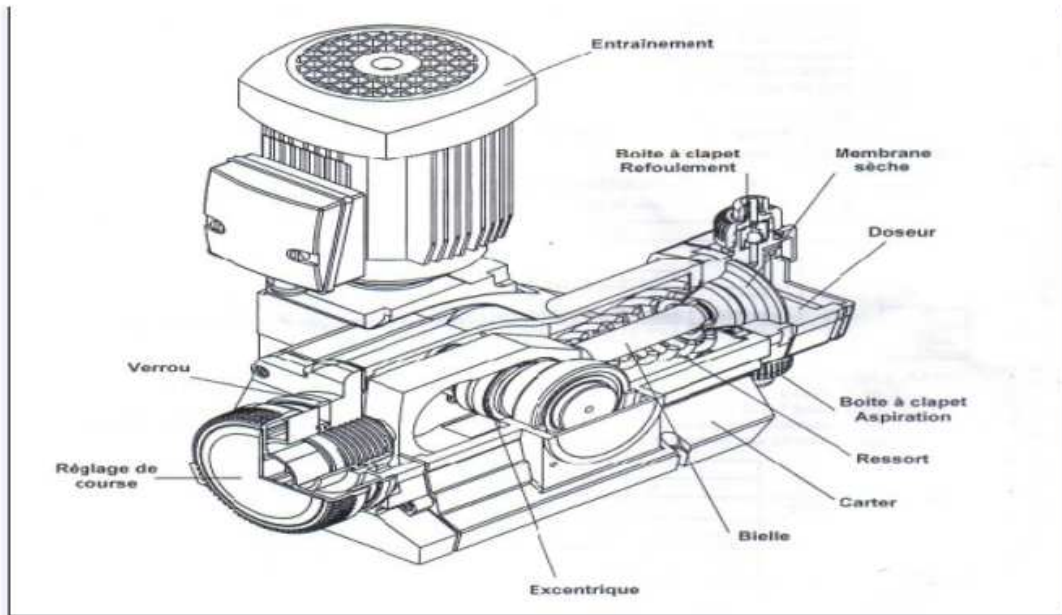


Figure 1.8: Pompe doseuse

➤ **Moteur asynchrone**

Le moteur asynchrone triphasé transforme l'énergie électrique en énergie mécanique. Il est largement utilisé en industrie. En raison de multiples avantages qu'il présente : normalisé, robuste, fiable, simple d'entretien et à mettre en œuvre.

Il est constitué d'une partie fixe (le stator) le bobinage, et d'une partie rotative (le rotor) qui est bobinée en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fin tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault.

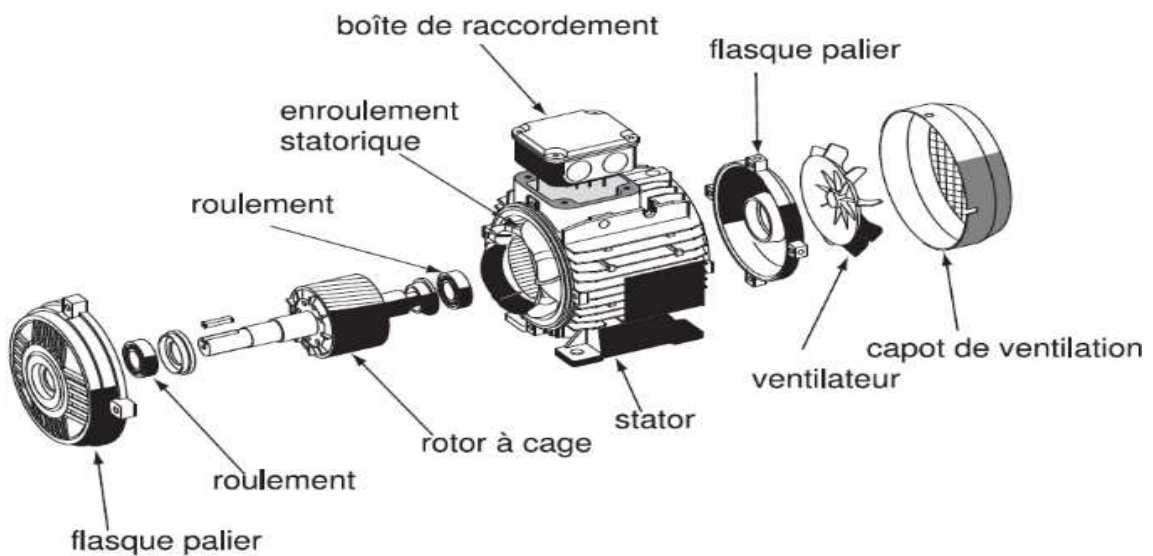


Figure 1.9: Moteur asynchrone

➤ **Les agitateurs :**

Sont des mélangeurs à deux ailes, sont munis de moteurs asynchrones triphasés avec un seul sens de rotation et une seule vitesse de rotation pour assurer la répartition des solutions soude et acide.

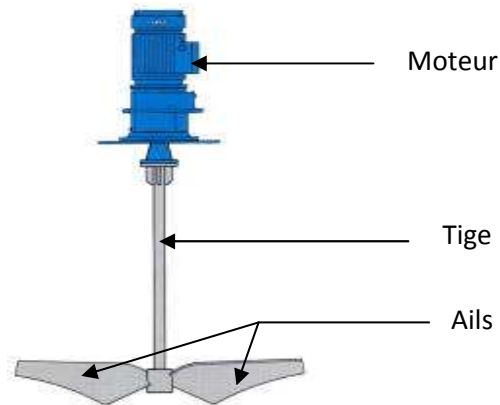


Figure 1.10 : Agitateur

IV- 2-a/ Les pré-actionneurs

➤ **Les électrovannes :**

Elles sont constituées d'une bobine électromagnétique et d'un robinet d'air. Les vannes qui seront placées dans la station sont des vannes pneumatiques, c'est donc une pression d'air qui leur permet de bloquer ou de libérer la canalisation. L'air comprimé est admis ou non dans la vanne grâce à une électrovanne.

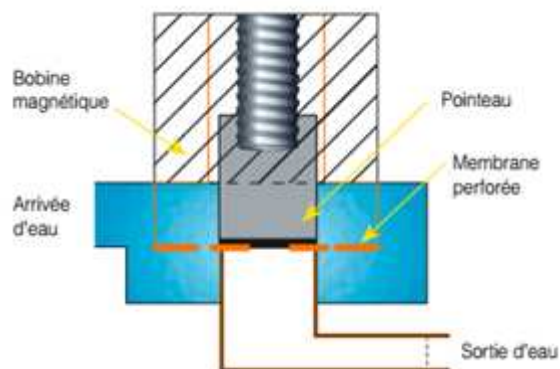


Figure 1.11 : Electrovanne

➤ Les Contacteurs :

Sont des appareils de jonction commandés par un électroaimant. Lorsque la bobine est alimentée, le contacteur se ferme et établit le circuit entre le réseau d'alimentation et le récepteur.

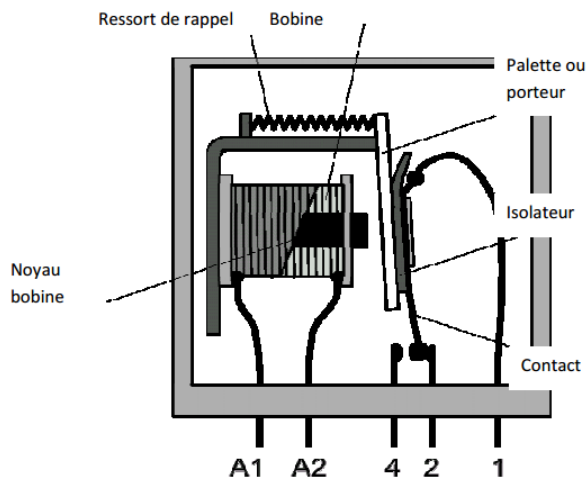


Figure 1.12 : Contacteur

Principe de fonctionnement

Lorsque la bobine est alimentée par la tension entre A1 et A2, le contacteur se ferme. Nous pouvons commander un contacteur par deux boutons poussoirs à impulsions. Un bouton « marche » permet l'alimentation du contacteur dont le maintien sera assuré par un contact auxiliaire, un autre bouton poussoir « arrêt » fermé au repos permet une fois actionné d'interrompre l'alimentation de la bobine du contacteur.

IV- 3 Echangeur thermique

Un échangeur de chaleur est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique d'un fluide vers un autre sans les mélanger. Il existe plusieurs types d'échangeurs thermiques (tubulaire, à plaques,...) celui utilisé dans la station NEP est un échangeur thermique tubulaire. Il est constitué de deux tubes concentriques. Un fluide circule dans le tube interne, alors que le second passe dans l'espace entre tubes. Il permet de travailler avec des liquides à hautes pressions avec un échange de chaleur limité.

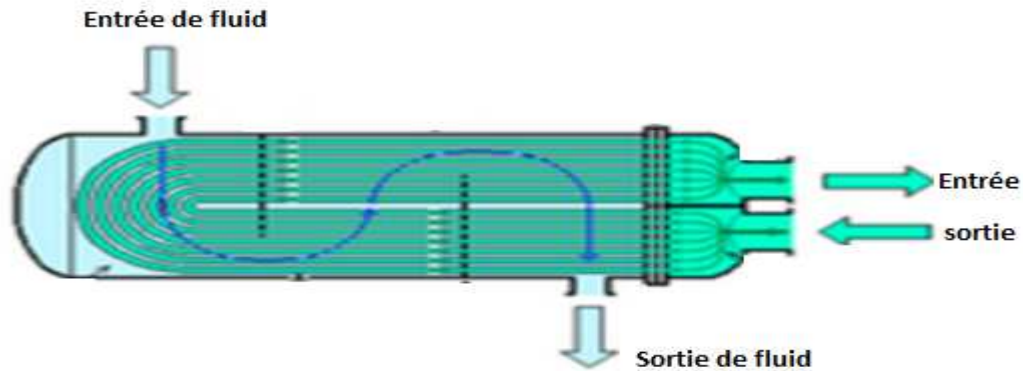


Figure 1.13 : Echangeur thermique tubulaire

IV- 4 Variateur de vitesse

Le réglage de la vitesse d'une machine asynchrone peut être obtenu par plusieurs façons :

- Réglage par variation de nombre de paire de pôles
- Réglage par variation de tension
- Réglage par variation de fréquence

Un variateur de vitesse est un équipement électrotechnique alimentant un moteur électrique de façon à pouvoir faire varier sa vitesse de manière continue, de l'arrêt jusqu'à sa vitesse nominale. Il est constitué d'un redresseur combiné à un onduleur. Le redresseur va permettre d'obtenir un courant quasi continu. À partir de ce courant continu, l'onduleur va permettre de créer un système triphasé de tensions alternatives dont on pourra faire varier la valeur efficace et la fréquence.

Composants internes d'un variateur de vitesse

La figure 1.13 représente le schéma interne d'un variateur de vitesse avec ses composants de base

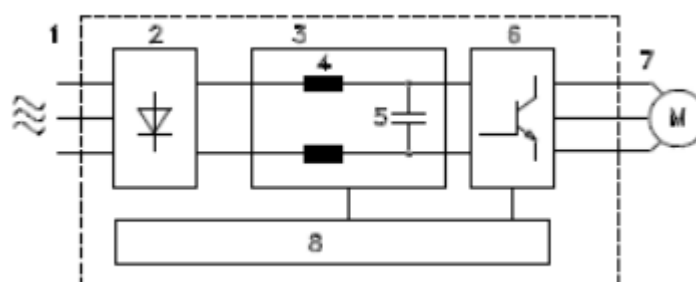


Figure 1.13 : Schéma interne d'un variateur de vitesse

Il est constitué des éléments suivants :

1. Tension secteur

Il est alimenté par une tension alternative triphasée de 220 V et de 50Hz

2. Redresseur

Il est composé d'un pont redresseur (pont de diodes) triphasé qui redresse le courant alternatif en courant continu.

3. Circuit intermédiaire

Il limite les perturbations envoyées par l'entrée

4. Bobines du circuit intermédiaire

Pour le lissage de la tension du circuit intermédiaire et limitation des perturbations envoyées sur le secteur et d'autres composants (transformateur de puissance, câbles, fusibles et contacteurs).

5. Condensateurs du circuit intermédiaire

Pour le lissage de la tension du circuit intermédiaire.

6. Onduleur

Convertit la tension continue en tension alternative de fréquence variable. Il est composé de pont de transistors.

7. Tension moteur

Tension alternative variable de 0 à 100 % de la tension d'alimentation. Avec une fréquence variable de 0.5-132 Hz.

8. Carte de commande

Dispositif de contrôle par microprocesseur du variateur de fréquence avec génération du profil d'impulsions par lequel la tension continue est convertie en tension alternative et fréquence variable.

La figure 1.14 illustre le schéma interne d'un variateur de vitesse :

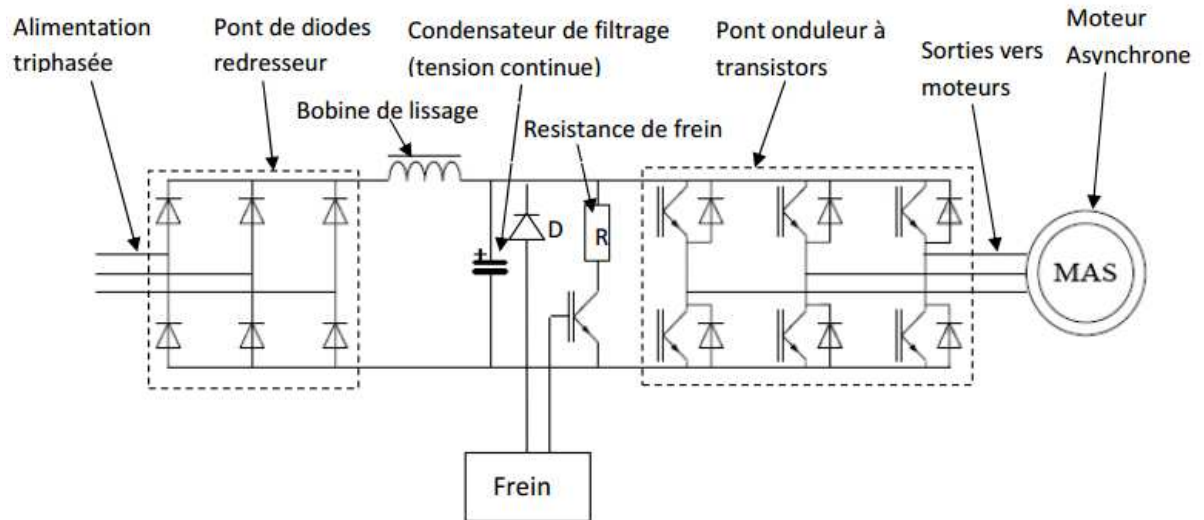


Figure 1.14 illustre le schéma interne d'un variateur de vitesse

V- Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit les quatre zones de l'unité de production et ces principaux éléments. Par la suite, nous avons donné une description générale de la station de nettoyage en place CIP et son fonctionnement. Cette étude, nous a permis de conclure que l'automatisation de cette station est nécessaire pour améliorer la productivité. Ainsi, nous serons dans l'obligation d'apporter des modifications à la station pour la rendre complètement automatique.

Chapitre 2 :
Modélisation de la
station CIP par
GRAFCEI

I- Introduction

Pour répondre aux besoins du développement de la production automatisée ; des méthodes simples ont été créées pour résoudre à partir d'un cahier des charges bien défini un problème d'automatisme. Ainsi au niveau de la description du fonctionnement, un besoin d'outils méthodes à donner naissance à différentes représentations telles que le Réseau de Pétri et le GRAFCET.

Le GRAFCET est un outil de modélisation des systèmes séquentiels ; il est utilisé plus particulièrement dans les parties commandes d'automatismes. Le fonctionnement de ces automatismes séquentiels peut être décomposé en un certain nombre d'étapes. Le passage (ou transition) d'une étape à une autre étape se fait à l'arrivée d'un événement particulier (réceptivité) auquel le système est réceptif.

II- Définition du GRAFCET

L'acronyme **GRAFCET** désigne **GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommandes **E**tapes **T**ransitions ; le GRAFCET est un langage graphique qui sert à décrire, étudier, réaliser et exploiter les différents comportements de l'évolution des automatismes industriels séquentiels suivant un cahier des charges. Il est à la fois simple à utiliser et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

III- Concepts de base d'un GRAFCET

Le GRAFCET est un graphe cyclique composé d'une succession alternée d'étapes auxquelles sont associées des actions, et de transitions auxquelles sont associée des réceptivités qui sont des conditions logiques qui doivent être remplies pour que la transition puisse être franchie. Des liaisons orientées relient soit les étapes aux transitions, soit les transitions aux étapes.

La figure suivante montre les éléments de base d'un GRAFCET.

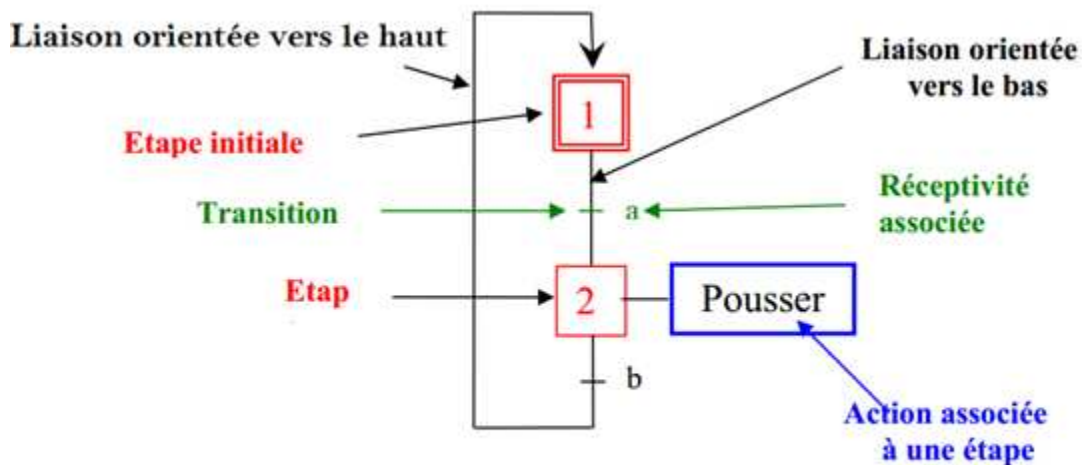


Figure 2.1 : Elément de base d'un GRAFCET

IV- Niveaux de représentation du GRAFCET

Le GRAFCET est réalisé selon trois niveaux de représentation qui sont définis comme suit :

➤ **Niveau 1 :**

C'est une description littérale des actions et de la séquence de l'automatisme. Indépendant de la technologie des actionneurs et des capteurs de l'automatisme.

➤ **Niveau 2 :**

Prise en compte de la technologie des actionneurs et des capteurs de l'automatisme.

C'est une description symbolique des actions et de la séquence de l'automatisme.

➤ **Niveau 3 :**

Dans ce cas on reprend le Grafcet de niveau 2 ; en affectant les informations aux étiquettes d'entrée de l'automate et les ordres aux étiquettes de sortie de l'automate.

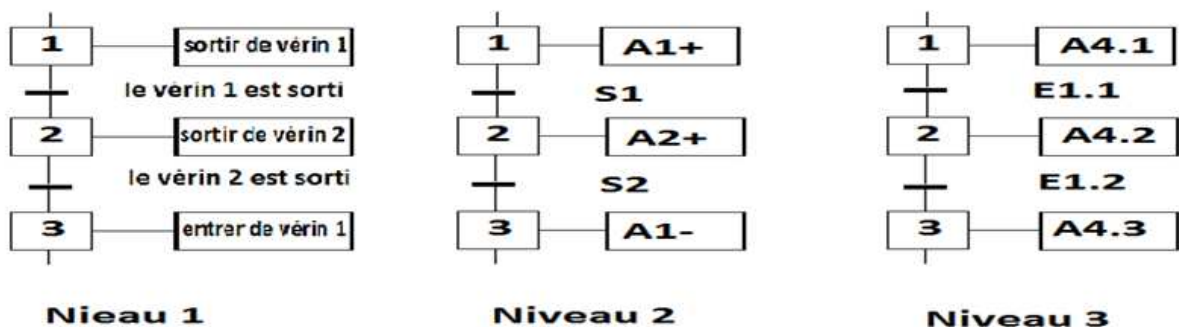


Figure 2.2 : Les niveaux de représentation de GRAFCET

V- Mise en l'équation d'un GRAFCET

Le GRAFCET est destiné à représenter des automatismes logiques, c'est à-dire des systèmes dans lesquels les informations ont un caractère « tout ou rien ». On note X_n la variable booléenne associée à l'étape n : $X_n=1$ si l'étape n est active et $X_n=0$ si l'étape n est inactive.

Le diagramme a contact connu aussi sous le nom LADDER est le langage le plus utilisé dans la programmation de la majorité des automates alors on fait la transcription du modèle GRAFCET en programme PLC comme suit :

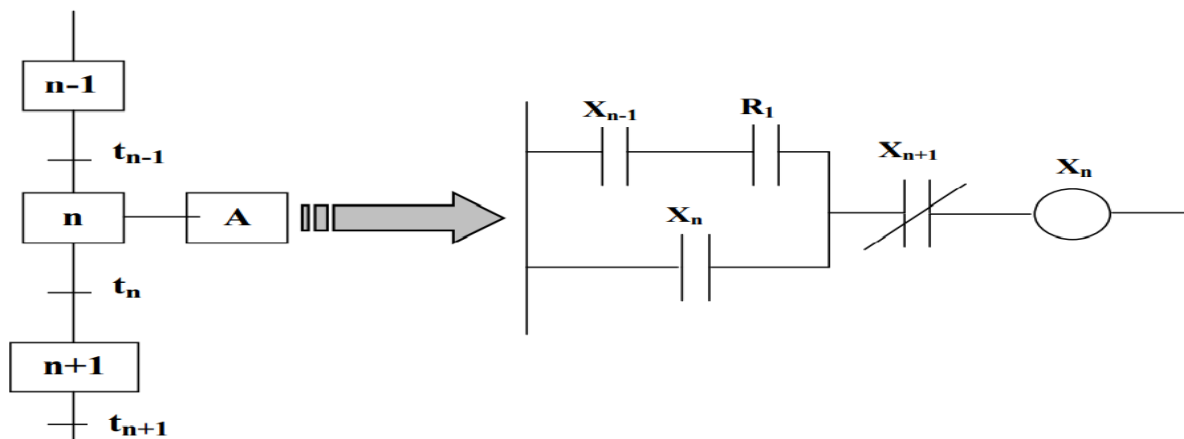


Figure 2.3: Transcription du modèle GRAFCET en programme PLC

Chaque étape du GRAFCET peut être représentée par l'équation suivante :

$$X_n = (X_{n-1} * t_{n-1} + X_n) * \overline{X_{n-1}}$$

VI- Séquences

- **Séquence linéaire** : Une séquence linéaire est composée d'une suite d'étapes qui peuvent être activées les unes après les autres.
- **Sélection de séquence** : La sélection de séquences dans un GRAFCET permet de choisir une suite d'étapes plutôt qu'une autre. Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval qui permettront le choix de la séquence, divergence en OU (Figure 2.4). La fin d'une sélection de séquences permet

la reprise d'une séquence unique, convergence en OU (Figure 2-2).

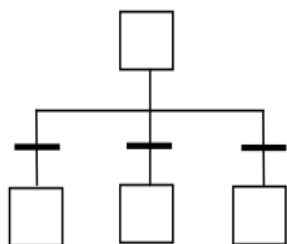


Figure 2.4: Divergence en OU

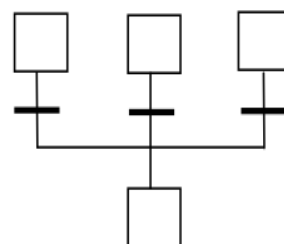


Figure 2.5: Convergence en OU

- **Séquence simultanée** : Elle est utilisée lorsque souhaite de réaliser plusieurs séquences simultanément. Elle est composée d'une seule étape et d'une seule transition en amont qui permet de déclencher simultanément plusieurs séquences d'étapes. Elle est représentée à l'aide d'un double trait horizontal divergence en ET (Figure 2.6). A la fin d'une série de séquences simultanées, en retrouve, en général, un double trait suivi d'une seule transition convergence en ET (Figure 2.7).

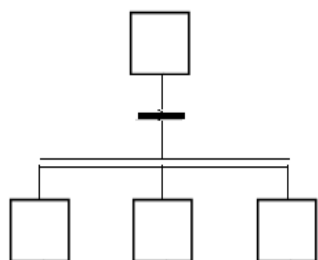


Figure 2.6: Divergence en ET

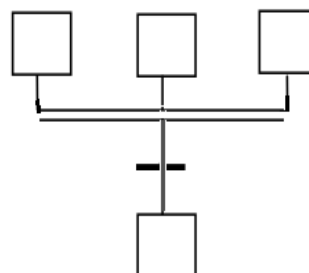
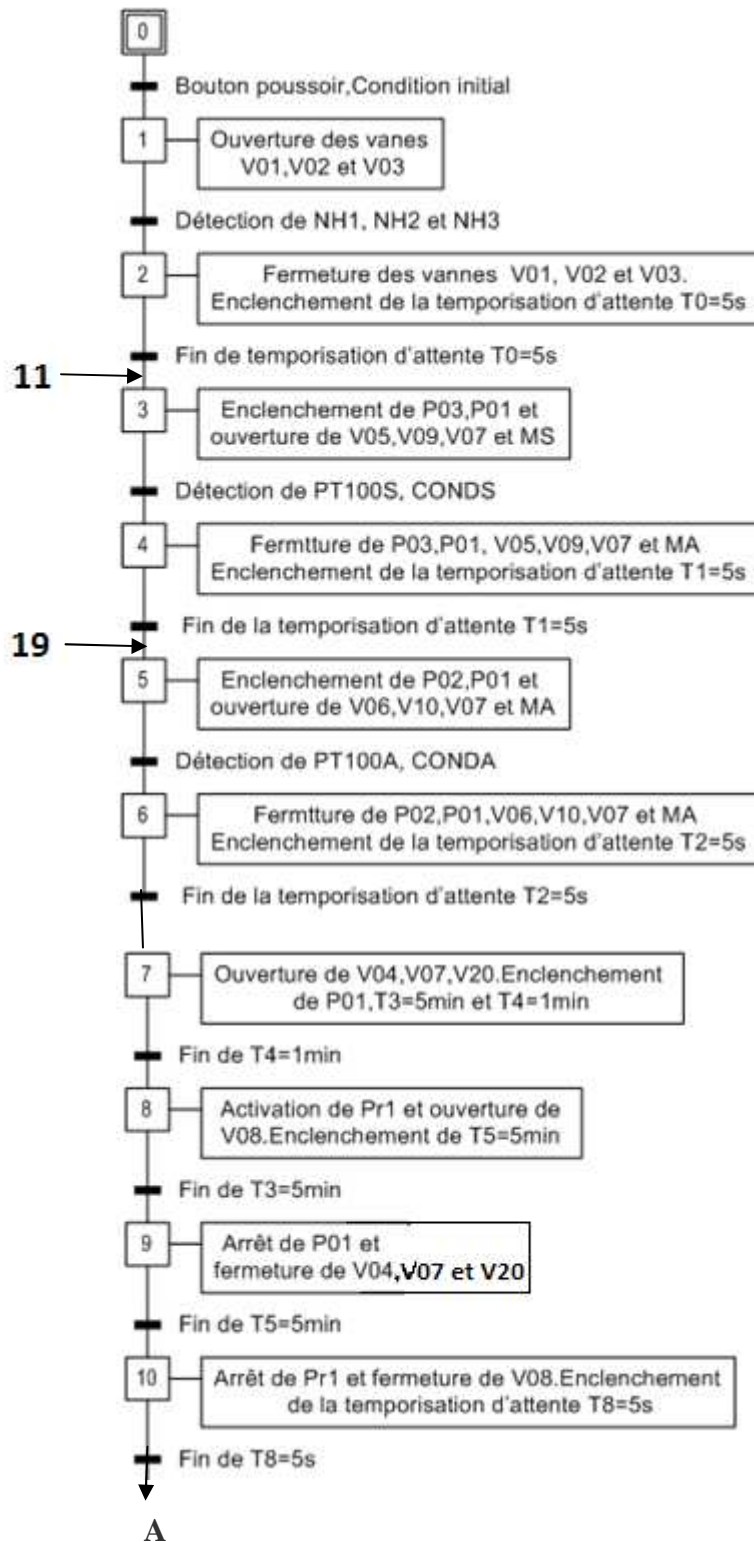
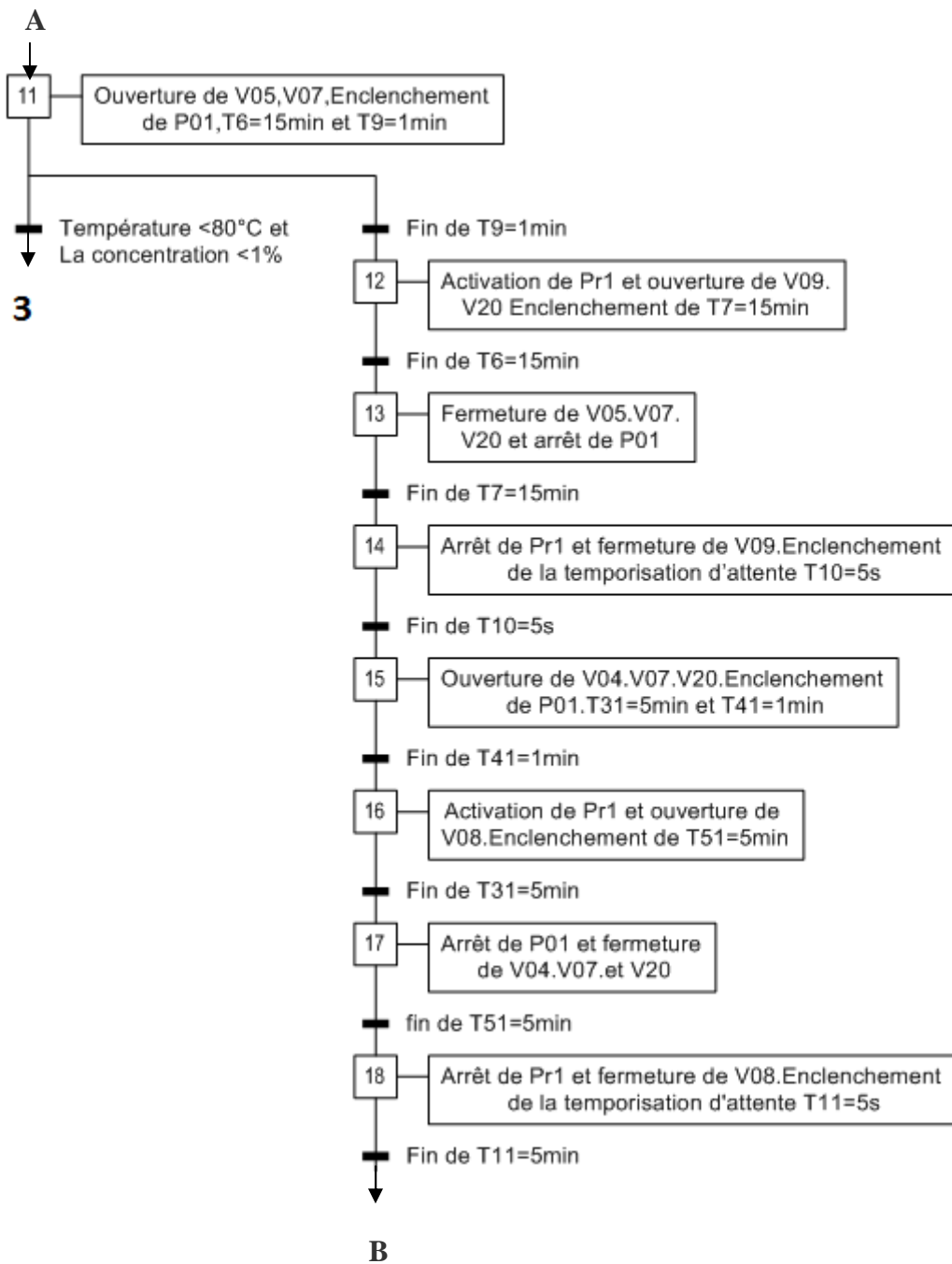


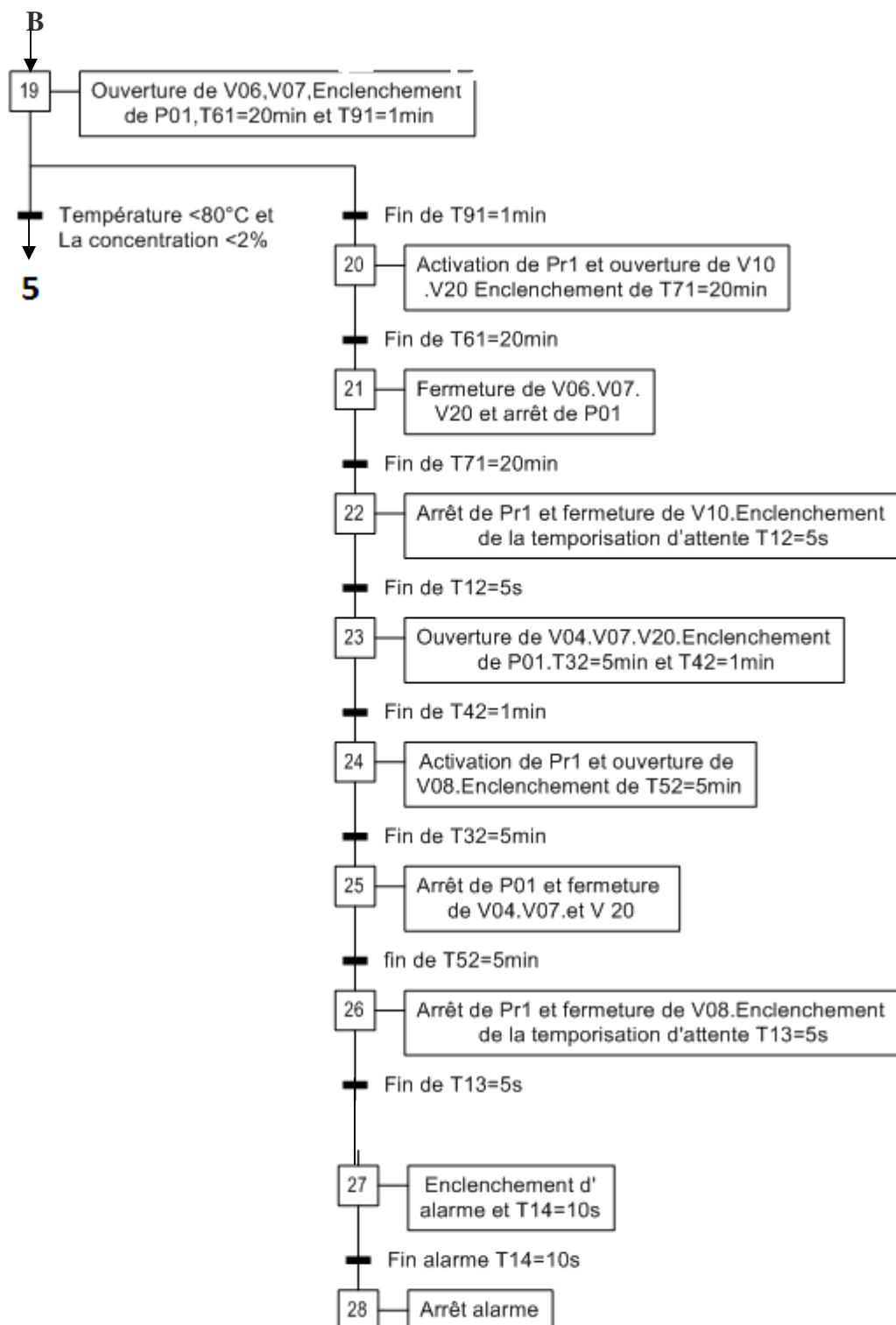
Figure 2.7: Convergence en ET

VII- Présentation de notre modèle GRAFCET

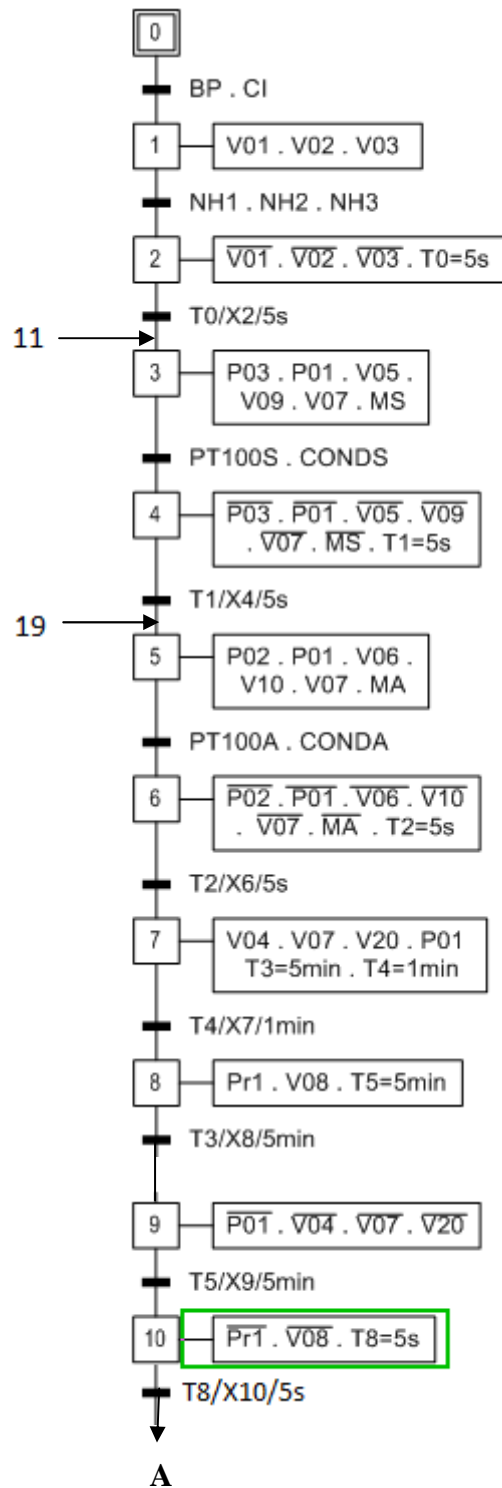
GRAFCET niveau 1 de la station CIP (ligne 1)

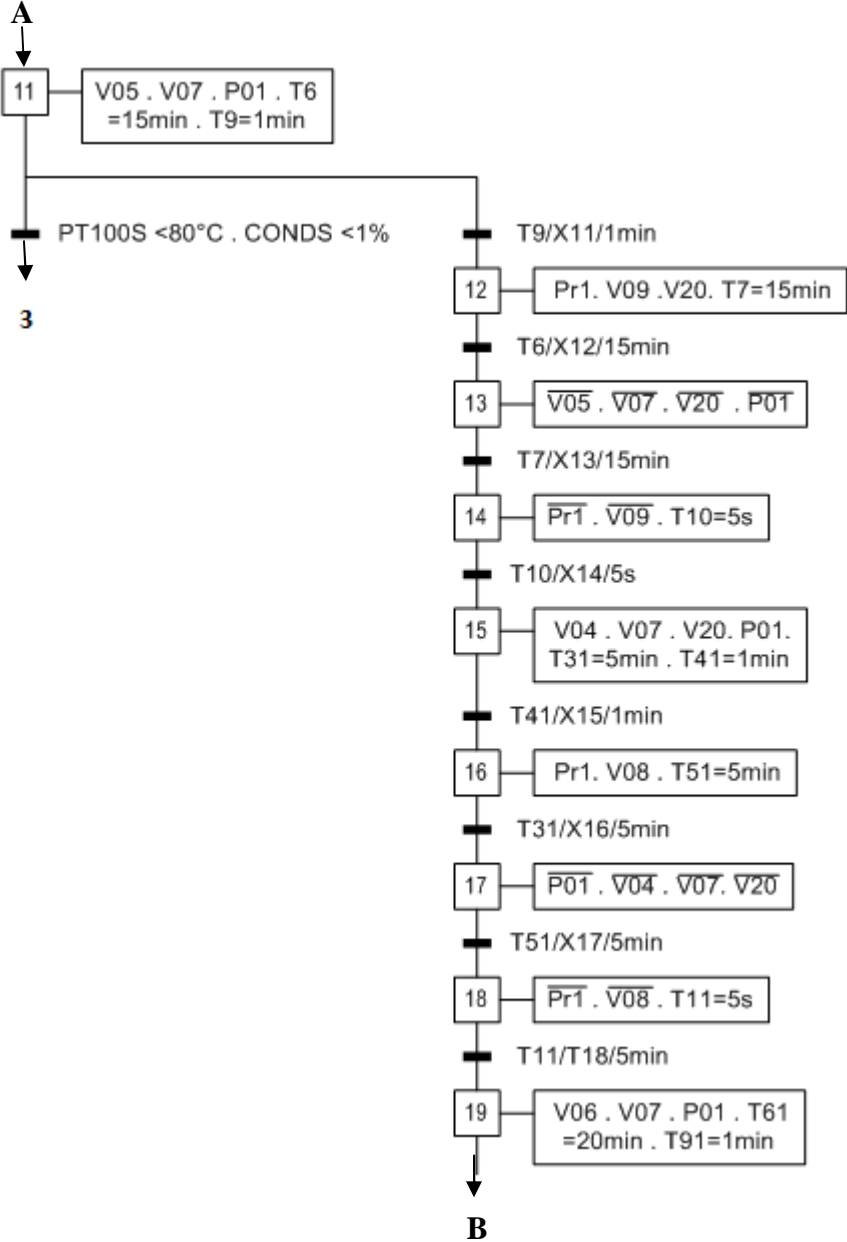


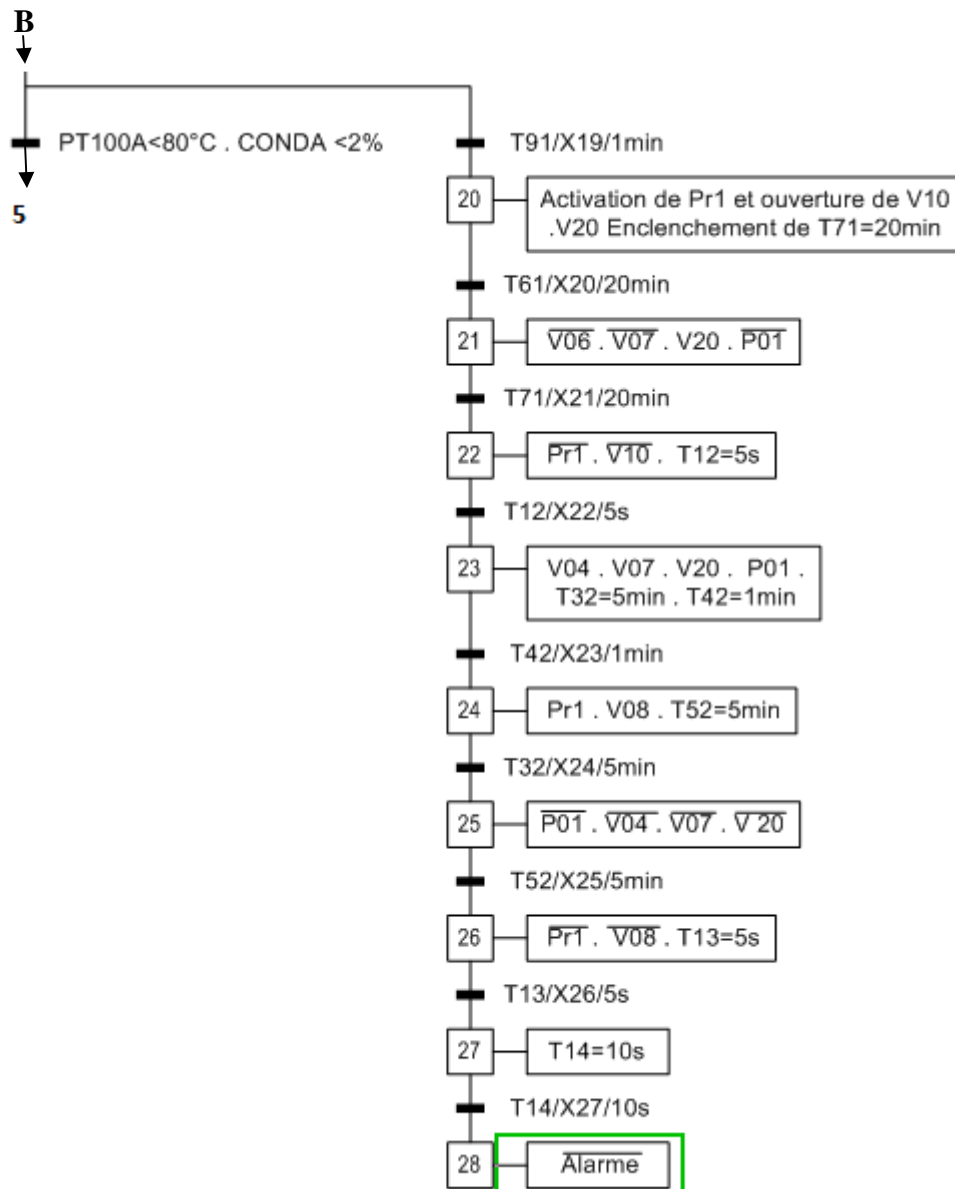




GRAFCET niveau 2 de la station CIP (ligne 1)







VIII- Conclusion

Dans ce chapitre nous avons modélisé la station de nettoyage en place CIP à l'aide du GRAFCET. Au terme de ce chapitre nous concluons que le GRAFCET est un puissant outil de modélisation et de transmission d'information. Il permet facilement le passage d'un cahier de charges fonctionnelles à un langage d'implantation optionnel.

Le GRAFCET a facilité, considérablement, le passage de la description à la modélisation et nous permettra au prochain chapitre d'adaptation d'un API S7-300 et ce à l'aide du STEP 7.

Chapitre 3 :
Adaptation d'un API
S7-300

I- Introduction

Durant ces dernières années, nous assistons à un développement énorme dans le monde industriel notamment dans les techniques de commande, et cela grâce à l'apparition de nouvelles techniques s'appuyant sur des systèmes très puissants et très flexibles : les automates programmables (API).

Les API ont, depuis leur apparition, poussé l'industrie à s'orienter vers une nouvelle stratégie de commande se basant sur des programmes informatiques (logique programmée) éclipsant ainsi les méthodes anciennes se basant sur des relais électromagnétiques et des systèmes pneumatiques pour la réalisation des parties de commande (logique câblée).

II- Les automates programmables industriels (API)

II-1- Définition d'un API

Un API (ou PLC Programmable Logic Controller) est un appareil électronique adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques.

II-2- Architecture des automates

- **Aspect extérieur** : Les automates peuvent être de type **compact** ou **modulaire**.
 - **Type compact** : il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.
 - **Type modulaire** : le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (**modules**) et sont fixés sur un ou plusieurs **racks** contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

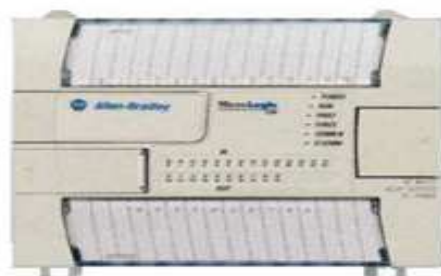


Figure 3.1 : Automate compact
(Allan-Bradly)

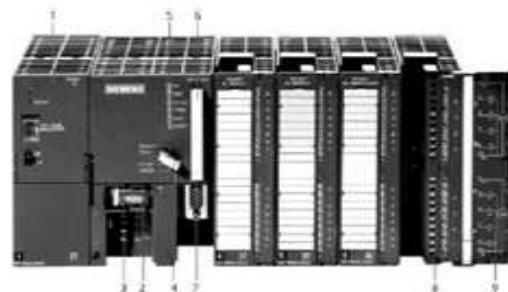


Figure 3.2 : Automate modulaire
(Siemens)

- **Aspect interne** : La figure ci-dessous montre l'aspect interne d'un API :

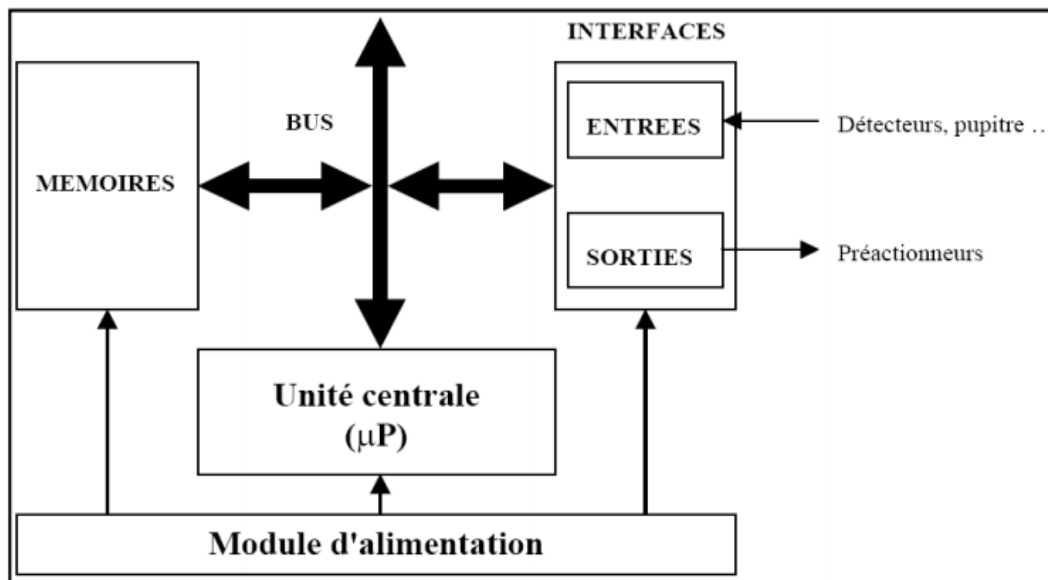


Figure 3.3: Aspect interne d'un API

- **Module d'alimentation** : il assure la distribution d'énergie aux différents modules.
- **Unité centrale** : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...).
- **Le bus interne** : il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.
- **Mémoires** : Elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM).
- **Interfaces d'entrées / sorties** :
Interface d'entrée : elle permet de recevoir les informations du Système automatisé ou du pupitre et de mettre en forme (filtrage, ...) ce signal.
Interface de sortie : elle permet de commander les divers pré actionneurs et éléments de signalisation du Système.

II-3- Choix d'un automate

Pour choisir un automate programmable, l'automaticien doit préciser :

- Le nombre et la nature des entrées et des sorties.

- Le type de programmation souhaitée et les besoins de traitement permettant le choix de l'unité centrale et la taille de la mémoire utilisateur.
- La nature de traitement (temporisation, couplage,.....etc.).
- Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- La communication avec d'autres systèmes
- La fiabilité et la robustesse.

II-4- Choix du S7-300

Conformément au cahier des charges établies pour notre station et vue le nombre d'entrées (tous ce qui est capteurs, bouton poussoir, etc....); et de sorties (actionneurs : pompes, vannes, etc....), ainsi que leurs correspondances (numériques, analogiques, logiques, etc....) il faut penser à un API performant intégrant plus de modules d'entrées /sorties. Du fait l'API S7-300 répond parfaitement à cette flexibilité.

III- Présentation du S7-300

L'automate S7-300 est fabriqué par la firme SIMATIC. Il est constitué de différents modules tels que la CPU, l'alimentation et module E/S qui lui permet de répondre à toutes les exigences de l'automatisation.

III-1 Caractéristiques de l'automate S7-300

L'automate S7-300 offre les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de CPU.
- Gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré au module
- Possibilité de mise en réseau 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 matérielle.

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

L'automate programmable industriel (API) S7 300 est composé de différents modules, comme le montre la figure IV.4 :

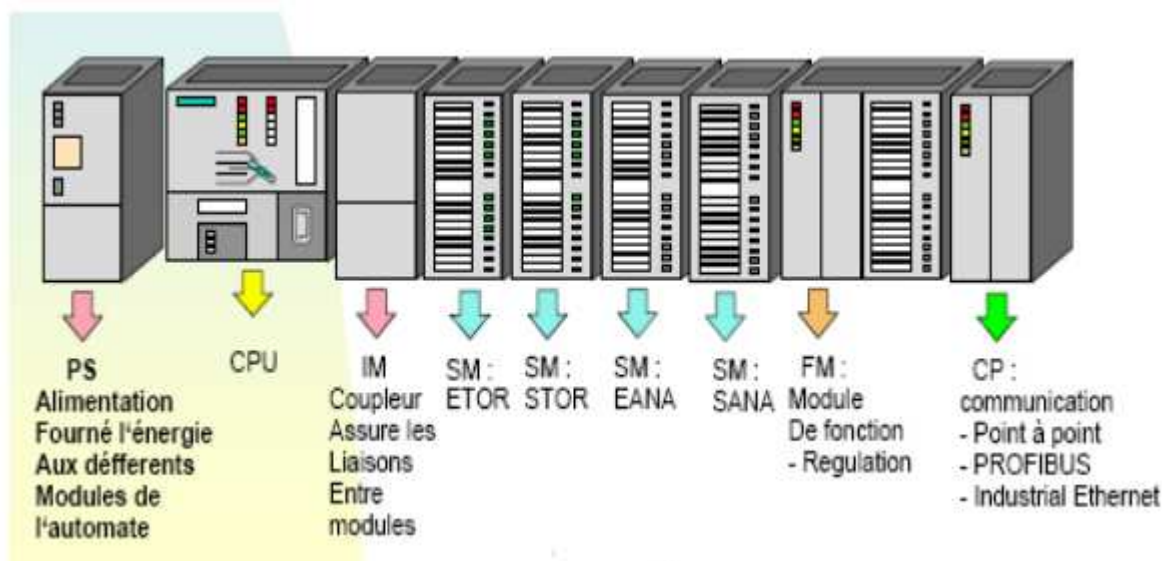


Figure 3.4: Constitution d'un automate S7-300

- **Module d'alimentation (PS)** : S7-300 travaille avec une tension de 24V DC, dont le module d'alimentation l'offre et l'assure en convertissant la tension secteur 380/220V AC en 24V DC. Pour contrôler cette tension une led qui s'allume en indiquant le bon fonctionnement et en cas de surcharge un témoin se met a clignoté.
- **Unité centrale (CPU)** : CPU (Central Processing Unit) est le cerveau de l'automate. Elle est chargée de toutes les opérations transmises par le programme utilisateur et lit les états des signaux d'entrées, et à travers passe à la commande des sorties selon un programme inclus dans la CPU à partir d'une console de programmation ou d'une cartouche de mémoire.
- **Module de coupleur** : Les coupleurs IM360, IM365 permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis et le couplage entre les différentes unités. Ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autre périphérique et l'unité centrale est assurée.
- **Modules SM pour Entrées/Sorties TOR** : Les modules Entrées/Sorties TOR sont des interfaces qui permettent à l'automate de raccorder des signaux TOR à l'automate S7-300, projeté par des capteurs et actionneurs TOR les plus divers.
- **Modules analogique** : Ces modules sont spécifiques pour raccorder des capteurs et actionneurs à l'automate de type analogique.

- **Module de fonction (FM) :** Ce module réduit la charge de traitement de la CPU, en assurant des tâches lourdes en calcul. Comme il assure les fonctions spéciales telles que le comptage, la régulation et la commande numérique.
- **Module de communication (CP) :** Par des exigences très fortes en vitesse de transmission rapide, de gros volumes de données, le module de communication joue un rôle clé dans le cadre de la communication industrielle. Il permet d'établir des liaisons homme-machine qui sont effectuées à l'aide des interfaces de communication.
- **Module de simulation :** C'est un module très indispensable car il permet à l'utilisateur et l'automaticien de tester son programme lors de la mise en marche de la machine configurée du processus.
- **Châssis d'extension (UR) :** Les châssis d'extensions sont utilisés pour le montage et le raccordement électrique des différents modules.
- **Console de programmation (PG ou PC SIMATIC) :** C'est l'endroit principal où se produit la saisie, le traitement et l'archivage des données machines et celles de processus ainsi que la suppression du programme.

IV- Programmation avec le SIMATIC STEP 7

IV-1- Logiciel STEP 7

L'évolution rapide de la technique d'automatisation a donné naissance à une multitude de langages de programmation, STEP7 est l'outil de base pour la configuration et la programmation du système d'automatisation SIMATIC.

STEP7 offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation:

- Configuration et paramétrage du matériel ;
- La création des programmes ;
- Test mise en service, et maintenance de l'installation d'automatisation ;
- Fonctions de diagnostic et d'exploitation lors des perturbations dans l'installation.

Le programme peut être représenté et programmé en trois modes différents :

- **Logigramme « LOG » :** langage graphique, utilisant les symboles de l'électronique numérique (portes logiques).
- **Liste d'instruction « LIST » :** langage textuel proche du comportement interne de l'automate.

- **Schéma à contacts « CONT »** : suite de réseaux parcourus séquentiellement. Les entrées sont représentées par des interrupteurs (-| |- (ou -|/|-), les sorties par des bobines (-(-)-).

IV-2- Blocs STEP 7

Le logiciel STEP 7 dans ces différents langages de programmation dispose de deux types de blocs : les blocs utilisateur et les blocs système.

- **Les blocs utilisateur :**

Ces blocs destinés à structurer le programme utilisateur dont on peut citer les blocs importants suivants :

- 1. Bloc d'organisation (OB)** : Les blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ces blocs déterminent la structure du programme. Il ne peut être appelé par le système que selon leurs priorités. Cela revient à dire que l'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB plus prioritaire.
- 2. Bloc fonctionnel (FB)** : Un bloc fonctionnel est un bloc avec mémoire. Il facilite la programmation de fonction complexe, comme la commande de moteur (accélérateur, etc.).
- 3. Fonction (FC)** : Elle contient un programme qui est exécuté lorsqu'elle est appelée par un autre bloc de code. Elle peut-être utilisée pour : renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonction mathématique), Exécuter une fonction. Ces données sont perdues après exécution de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données.
- 4. Bloc de données (DB)** : Les DB sont utilisés pour la mise à disposition de l'espace mémoire pour des variables de type données. Ils servent à stocker le programme utilisateur. Tous les FB, FC, OB peuvent lire les données contenues dans un DB global ou écrire des données dans un DB global. Ces données sont conservées dans le bloc de données même lorsqu'on quitte le DB.

- **Les blocs système :**

Ils sont des blocs prédéfinis et intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ces blocs peuvent être appelés par le bloc utilisateur et utilisés dans le programme. Il s'agit des blocs suivants : Les blocs fonctionnels système (FSB), les fonctions système (SFC) et les blocs de données système (SDB).


IV-3- Logiciel S7-PLCSIM

Après l'élaboration du programme de commande de notre système à automatiser, nous arrivons à l'étape décisive de notre travail. Cette étape consiste à valider le programme développé par simulation et vérification de son bon fonctionnement. Cette dernière est réalisée grâce au logiciel S7-PLCSIM, qui est un logiciel optionnel de STEP7.

Son objectif est de tester les programmes STEP7 avant d'établir la liaison avec le système à commander car son application peut occasionner des dommages matériels ou des blessures corporelles en cas d'erreurs de programmation, nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7.

➤ Mise en route du logiciel S7-PLCSIM :

On procède comme suit pour la mise en route de S7-PLCSIM :

- Ouvrez le gestionnaire de projets SIMATIC.
- Cliquez sur  ou sélectionnez la commande **Outils > Simulation des modules**

Cela lance l'application S7-PLCSIM et ouvre une fenêtre CPU

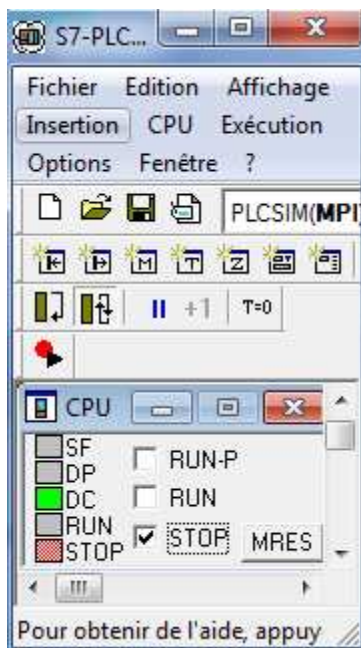


Figure 3.5: fenêtre S7-PLCSIM

Etat de marche (RUN-P) : La CPU exécute le programme tout en permettant de le modifier, de même que ses paramètres. Afin de pouvoir utiliser les applications de STEP 7 pour forcer un paramètre quelconque du programme durant son exécution, on doit mettre la CPU à l'état RUN-P.

Etat de marche (RUN) : La CPU exécute le programme en lisant les entrées, puis en actualisant les sorties. Lorsque la CPU se trouve à l'état de marche (RUN) on ne peut pas charger aucun programme, ni utiliser les applications de STEP 7 pour forcer un paramètre quelconque. On peut uniquement utiliser les fenêtres créées dans l'application de simulation de modules S7-PLCSIM pour modifier une donnée quelconque utilisée par le programme.

Etat d'arrêt (STOP) : La CPU n'exécute pas le programme. Lorsque la CPU est passée à l'état d'arrêt (STOP) vous pouvez charger des programmes dans la CPU lorsqu'elle est à l'arrêt. Le passage de l'état d'arrêt (STOP) à celui de marche (RUN) démarre l'exécution du programme à partir de la première opération.

V- Création du projet

La stratégie pour programmer par STEP 7 peut se résumer dans la figure V.6 suivante

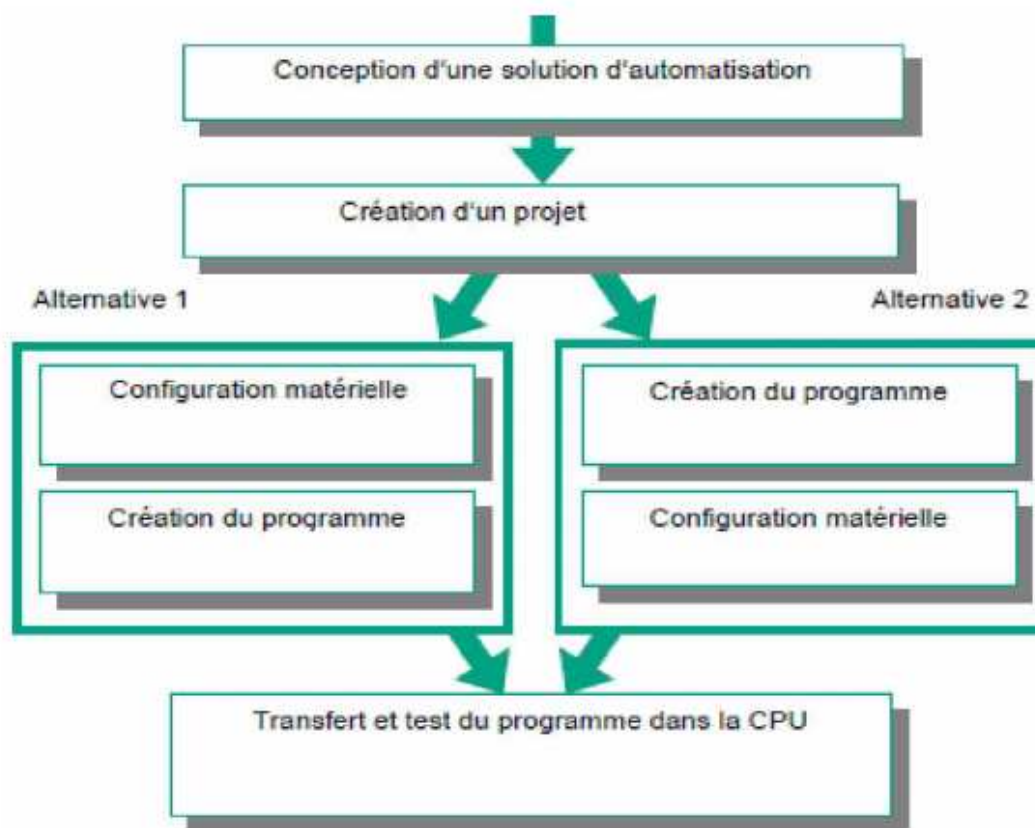


Figure 3.6: Création d'un projet

Avant de commencer la programmation, il est nécessaire de créer un projet, dans lequel, les données et le programme utilisateur à créer seront structurés. La manière la plus simple pour créer un nouveau projet, est d'avoir recours à l'assistant '**Nouveau projet**'. Pour

l'appeler, on choisit la commande <Fichier >Assistant 'Nouveau projet'. Il nous posera les questions nécessaires dans des boîtes de dialogue et créera le projet.

L'étape suivant sur le choix de la CPU, pour la notre nous avons choisi la CPU 313C-2DP(1).

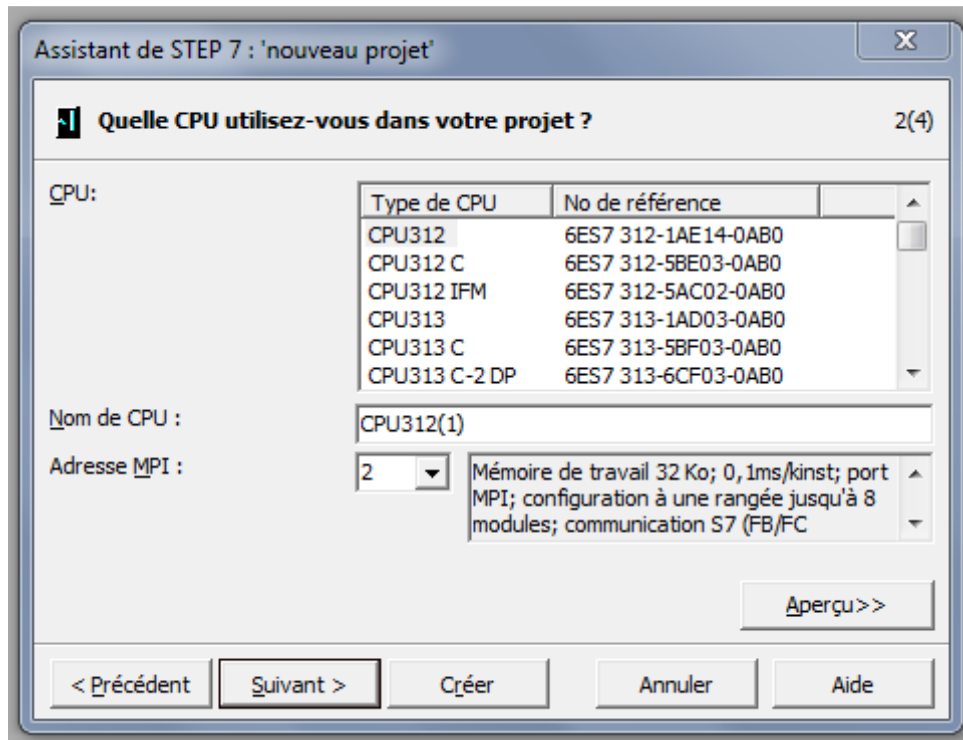


Figure 3.7: Fenêtre de la CPU

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

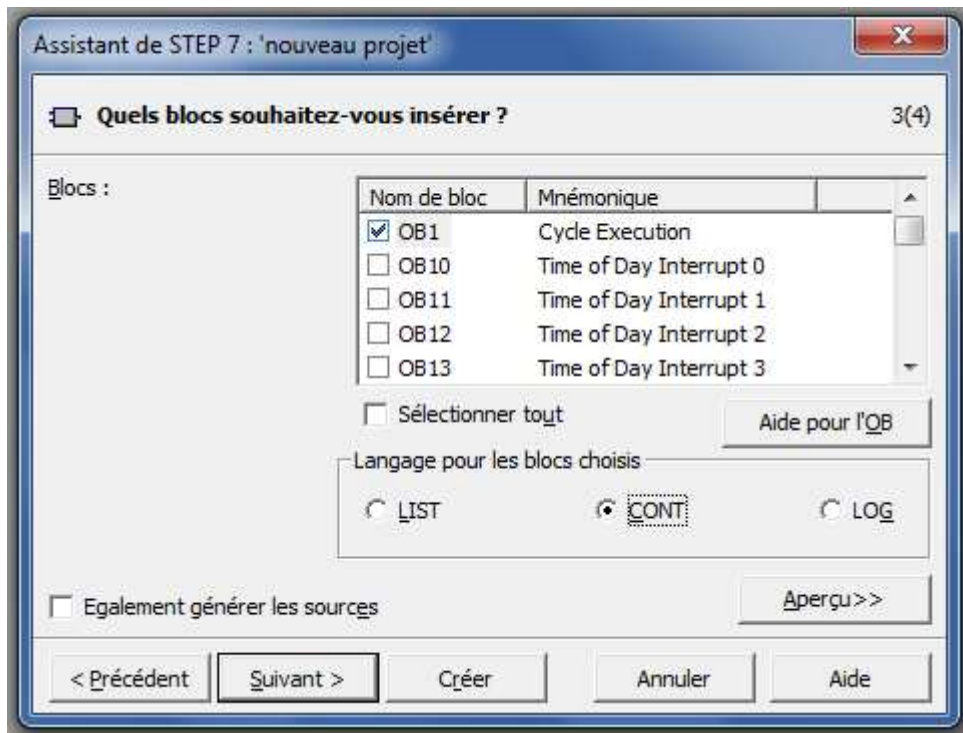


Figure 3.8: sélection des blocs et mode de programme

➤ **Configuration matérielle de la station :**

Elle consiste à l'organisation suivie pour la disposition des châssis (racks) de modules et d'appareils de la périphérie centralisée et c'est l'architecture interne de la boîte de commande (automate).

Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut enficher un nombre bien défini de modules comme dans l'état réel. Ce choix est justifié par rapport au nombre d'entrées / sorties que possède la machine. Nous avons 14 entrées et 36 sorties.

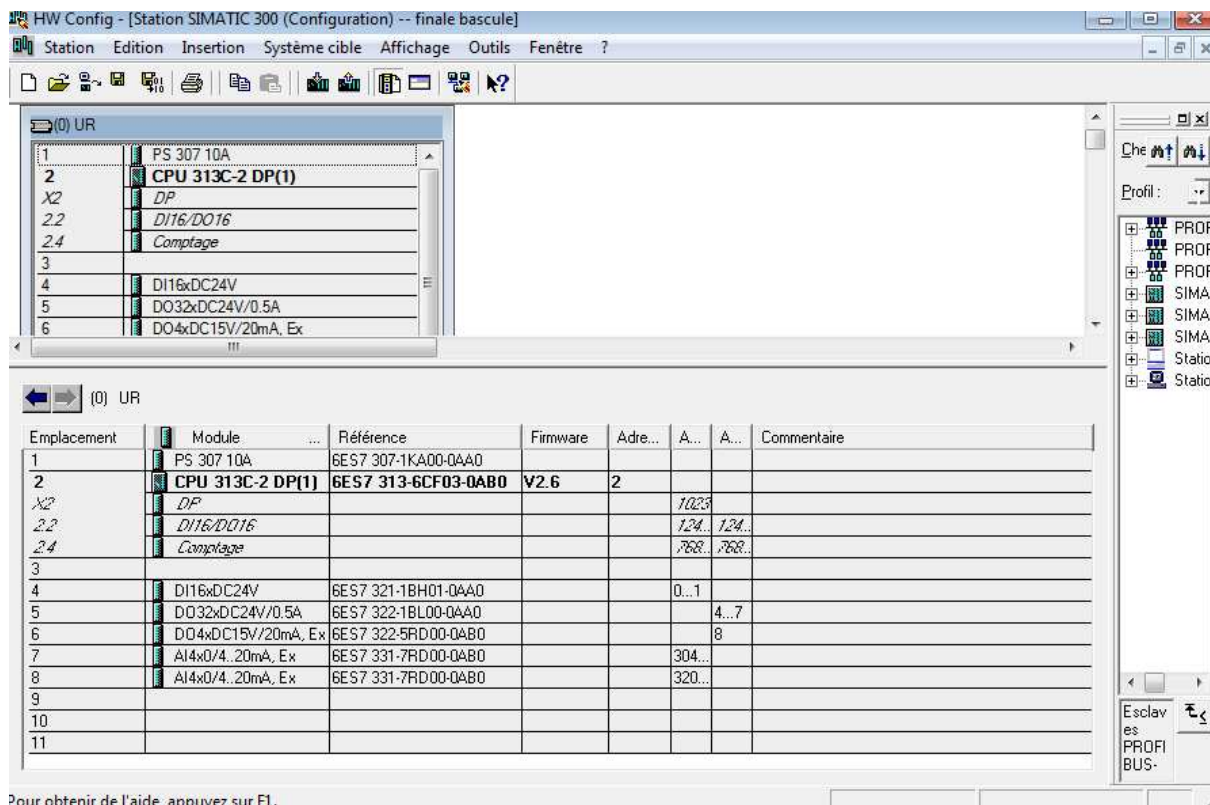


Figure 3.9: Fenêtre de configuration de notre automate

La configuration matérielle prévue est comme suit :

- Le module **PS-307 2A** : module d'alimentation correspondant dans la liste à l'emplacement n°1 dans le RACK.
- **CPU 313-2DP** : elle est sélectionnée et insérée à l'emplacement n°2 à partir du catalogue CPU-300. La mémoire de travail de la CPU est de 32 ko et sa vitesse d'exécution est de 0,1 ms/k inst.
- **Modules de signaux (SM)** : A partir de l'emplacement n°4, il est possible de monter des modules de signaux (SM).
 - Un module SM ETOR: DI 16XDC24V
 - Un module SM STOR: DO32XDC24V/0.5A
 - Deux modules analogiques: AI4X0/4..20mA.Ex
- **Programmation linéaire ou structurée :**

Dans une programmation linéaire le programme utilisateur est écrit complet dans l'OB1. Cela n'est toutefois recommandé que pour des programmes simples s'exécutant sur des CPU S7-300 avec une mémoire peu importante.

Un processus d'automatisation complexe est constitué de différentes tâches. Il est possible de répartir le programme utilisateur de l'ensemble des tâches de commande en blocs de programmes petits, clairs, associés à des fonctions FC. Cela présente l'avantage de pouvoir tester les blocs de manière individuelle et de faire fonctionner ensemble par une fonction globale.

Notre programme utilisateur est subdivisé en 44 blocs fonctions FC qui seront regroupés dans le bloc d'organisation (OB1) pour obtenir le programme principal qui sera exécuté par la CPU.

L'OB1 fait appel aux blocs fonctions quand il le faut pour délivrer les données correspondantes, et dès que la CPU termine l'exécution du programme stocké dans le bloc appelé, elle redeviendra pour suivre l'exécution du programme du bloc appelant. Ce genre de traitement de programme est utilisé lorsque le procédé à automatiser est complexe car il permet de simplifier l'organisation, la gestion et le test du programme.

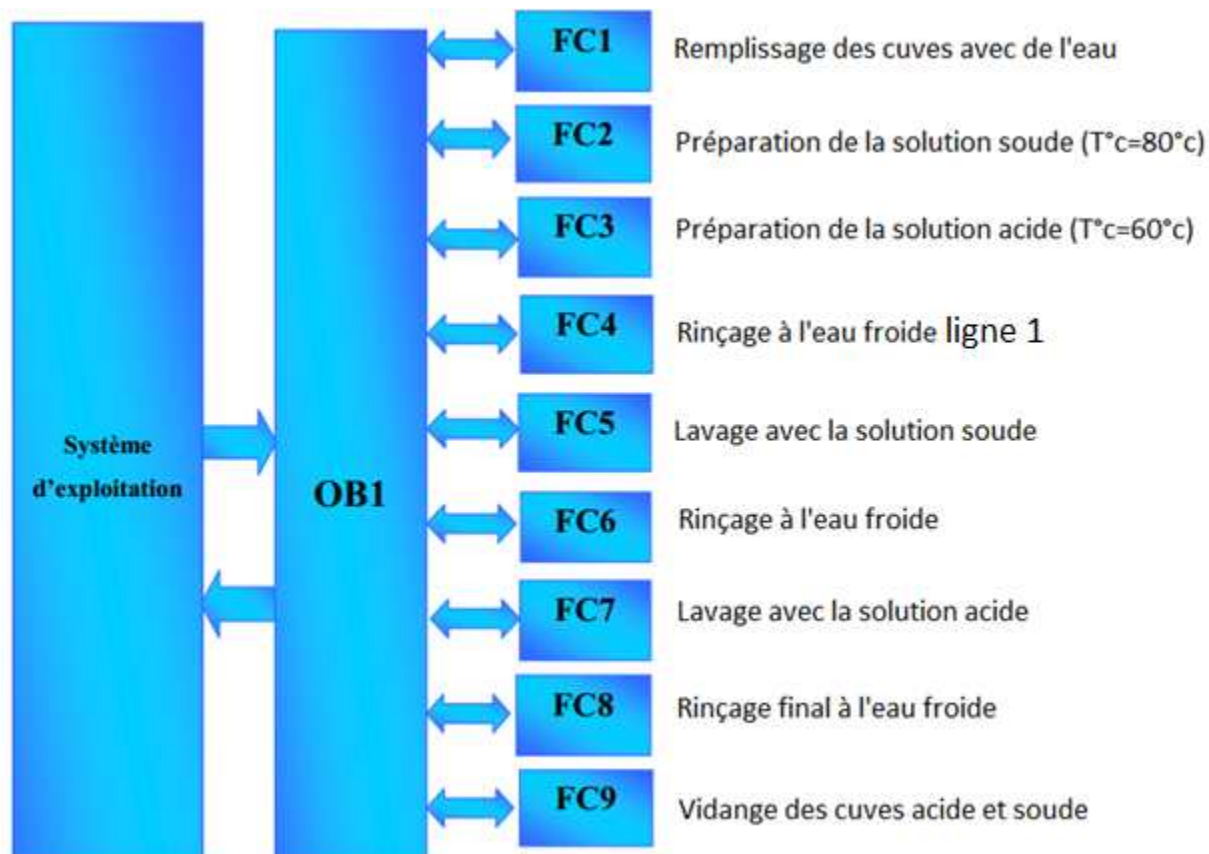


Figure 3.10: Programmation structurée d'une partie de notre station

➤ **Exemple d'une partie de notre programme :**

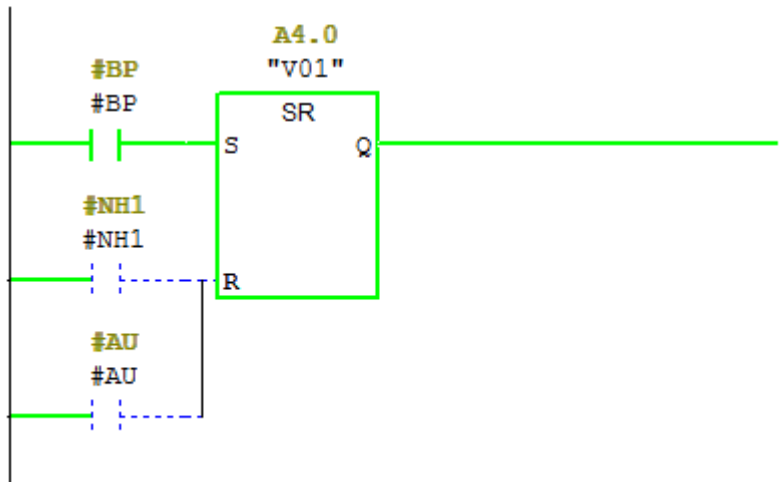
La fonction FC1 : Dans ce bloc, nous avons programmés le remplissage des cuves avec de l'eau en utilisant des bascules SR.

FC1 : remplissage des cuves avec de l'eau

Commentaire :

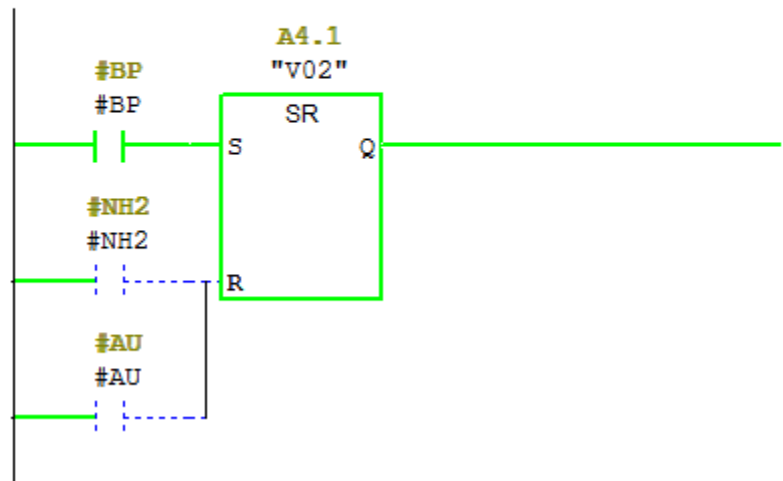
Réseau 1) Titre :

Commentaire :



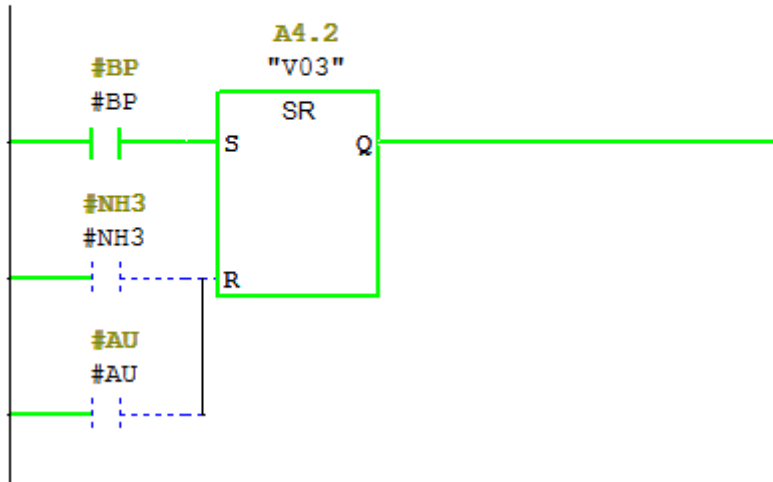
Réseau 2) Titre :

Commentaire :



Réseau 3 : Titre :

Commentaire :



Réseau 4 : Titre :

temporisation d'attente T0=5S

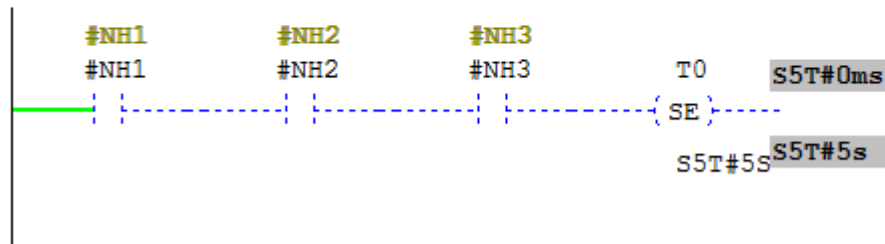


Figure 3.11: Remplissage des cuves avec de l'eau

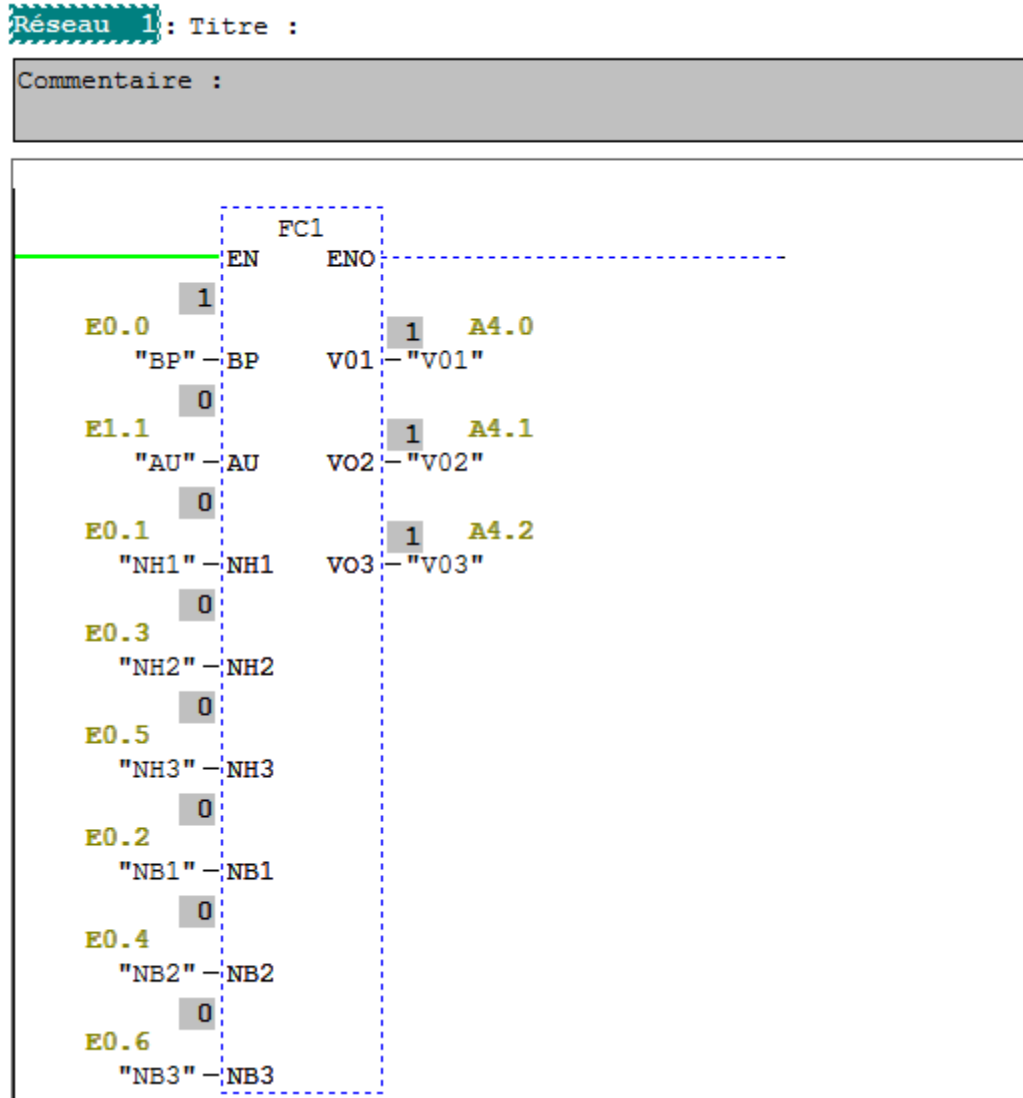


Figure 3.12: Le bloc FC1 (appel dans OB1)

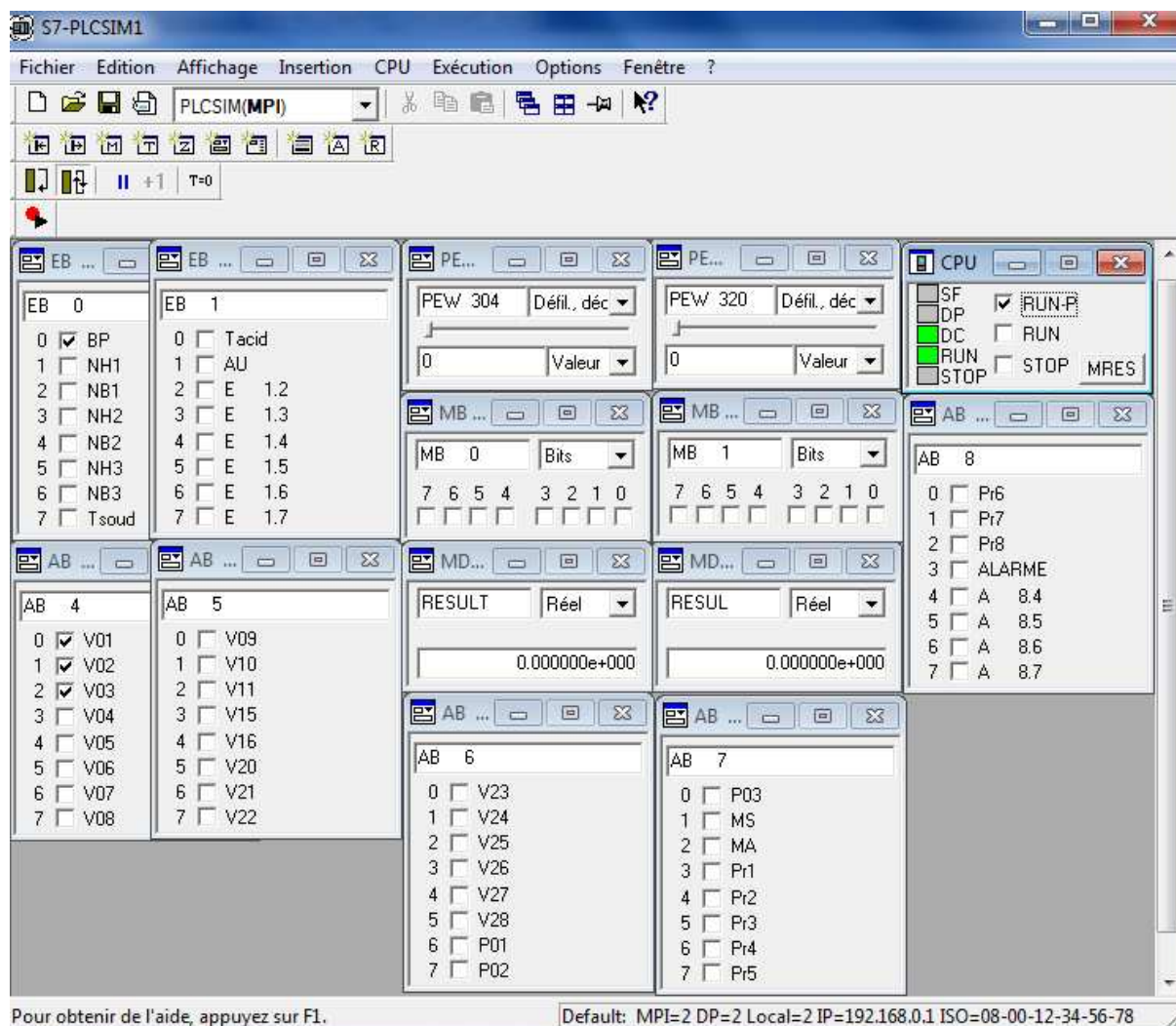


Figure 3.13: Fenêtre de S7-PLCSIM

VI- Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue d'ensemble de l'automate programmable industriel que nous avons adopté pour l'automatisation de notre station (CIP) ainsi que son logiciel de programmation « SIMATIC STEP7 ».

On à présente l'outil de simulation qu'est « S7 PLCSIM » ainsi que la procédure à suivre pour la mise en marche.

La simulation de chaque bloc tout seul permet de corrige les différentes erreurs de programmation dans les blocs et de visualisée les différente entres et sorties.

Le logiciel de simulation nous a permet la visualisation virtuelle du comportement de notre station qui marchera sous notre programme développer avec les améliorations apportées.

Chapitre 4 :

*Supervision de la
station de CIP*

I- Introduction

Les systèmes de supervision permettent d'obtenir des vues synthétique des équipements ou ensemble d'équipements afin de visualiser leurs états physiques ou fonctionnels. Situés dans des salles de commande, les systèmes de supervision offrent la possibilité de déporter et de centraliser la vision des organes physiques (capteurs et actionneurs) parfois très éloignées.

II- Constitution d'un système de supervision

Définition de la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle présente beaucoup d'avantage pour les processus industriels de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé.

Un système de supervision est généralement composé d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates). Ce moteur central assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec d'autres périphériques.

- **Module de visualisation (affichage) :**
Il permet à l'opérateur la visualisation du procédé au cours de son déroulement
- **Module d'archivage :**
Il mémorise les données pendant le déroulement du cycle, pour une longue période
- **Module de traitement :**
Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.
- **Module de communication :**
Il assure l'acquisition et le transfert de données, ainsi qu'il gère la communication avec les automates programmables industriels.

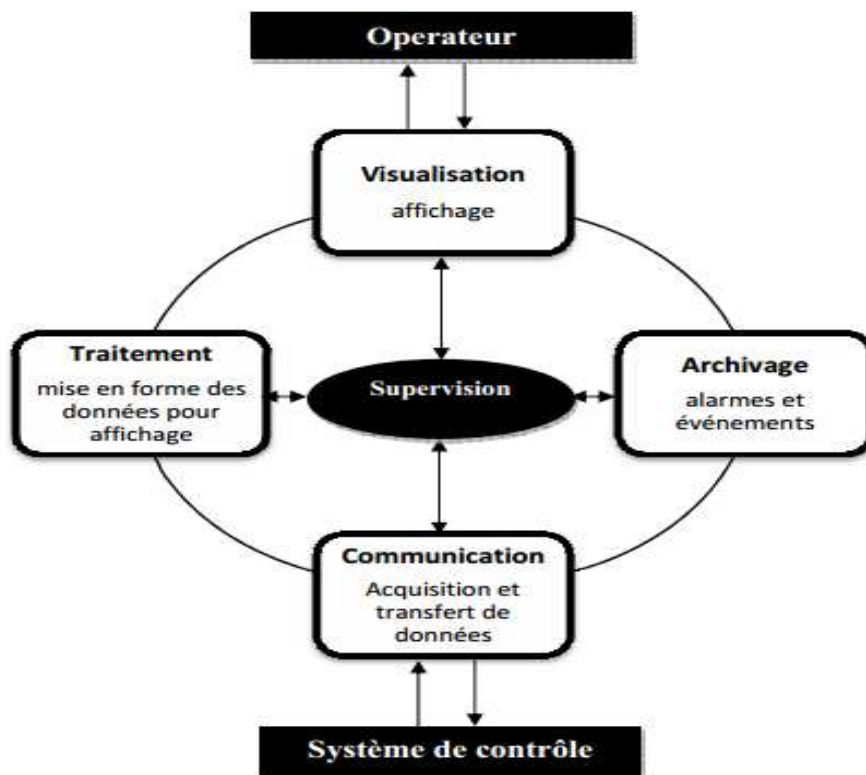


Figure 4.1 : Structure d'un système de supervision

III- Présentation du logiciel de supervision WinCC FLEXIBLE 2008

WinCC (**W**indows **C**ontrol **C**enter) flexible 2008 est un système IHM (**I**nterface-**H**omme**M**achine) très performant développé par SIEMENS. C'est un outil flexible qui s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de techniques de l'information et qui est destiné à la configuration des systèmes de supervision.

WinCC flexible permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il est compatible avec Windows et comporte des objets graphiques prédéfinis tels que : Affichage numérique, bibliothèque complète de symboles IHM, affichage de texte et courbes, champs d'édition de valeurs du processus,...etc.

III- 1- WinCC et SIMATIC STEP 7

WinCC s'intègre parfaitement au logiciel SIMATIC STEP7. Cela nous permet de choisir des mnémoniques et bloc de données de SIMATIC STEP7 comme variable dans WinCC. On économise ainsi en temps et on évite aussi des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie.

IV- Développement d'un système de supervision sous WinCC Flexible 2008

La supervision de notre station est constituée de quatre vues :

- Vue d'accueil.
- Vue de CIP.
- Vue d'état des entres /sorties.
- Vue des alarmes.

➤ **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

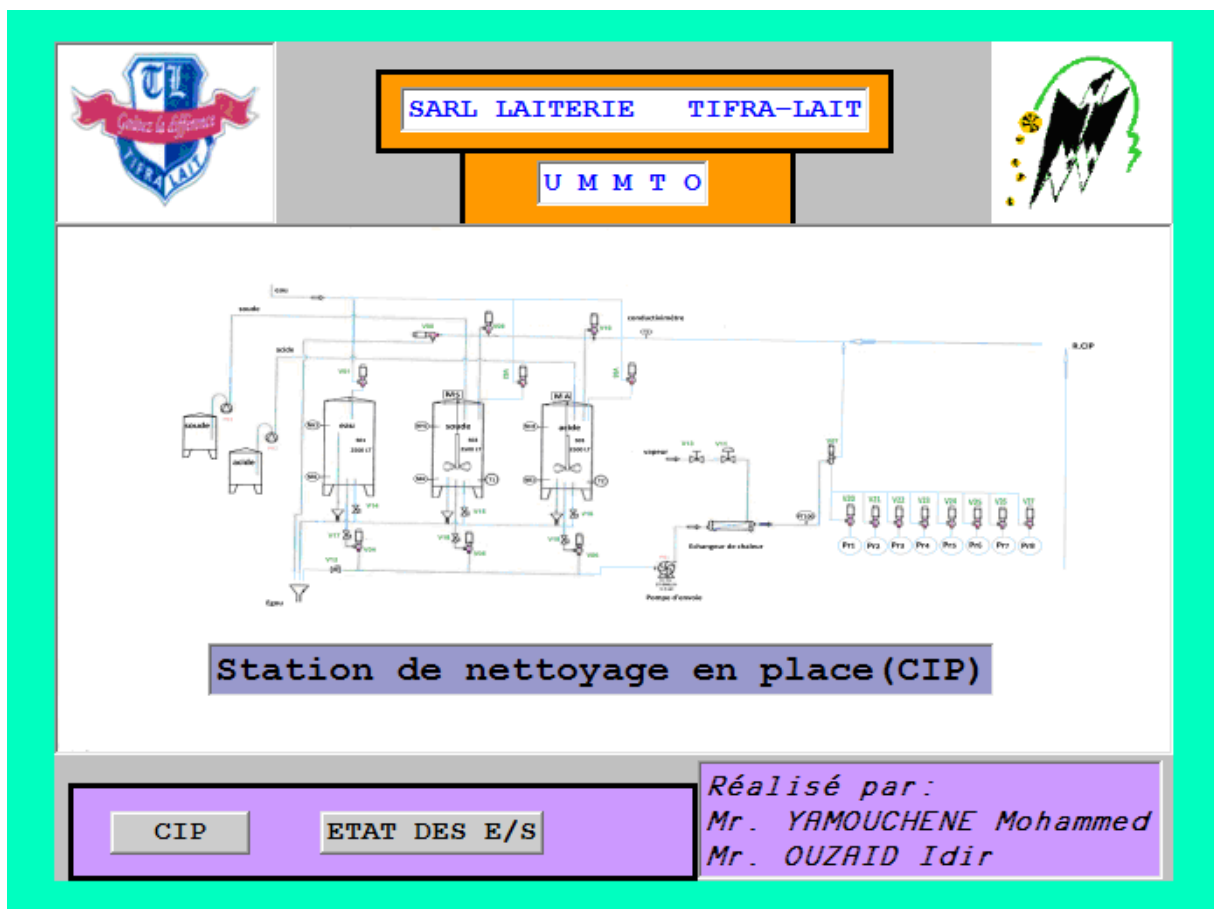


Figure 4.2 : Vue d'accueil principale

➤ **Vue de CIP :**

Dans ces vues on a configuré les éléments et les objets pour visualiser l'ensemble des cuves et les tuyauteries, on a inséré et configuré des boutons de commande et de navigation, les vannes et les pompes en choisissant des différentes couleurs afin de spécifier l'état de ces vannes s'elles sont ouvertes ou fermées, des alarmes qui nous informent sur les défauts procès...etc.

Exemple : préparation de la solution acide ($T^{\circ}c=80^{\circ}c$)

La pompe P02 envoie l'acide vers la cuve (acide), enclenchement de mélangeur acide et la vanne V06 s'ouvre, envoi de la solution vers l'échangeur de chaleur puis vers la vanne double effet (V07) pour former un cycle fermé en envoyant la solution vers la vanne de retour (V10). Le conductivimètre (TC) relève la concentration de la solution et commande la pompe acide (P02), la sonde de température (PT100) commande le débit de la vapeur en agissant sur la vanne modulante (V11).

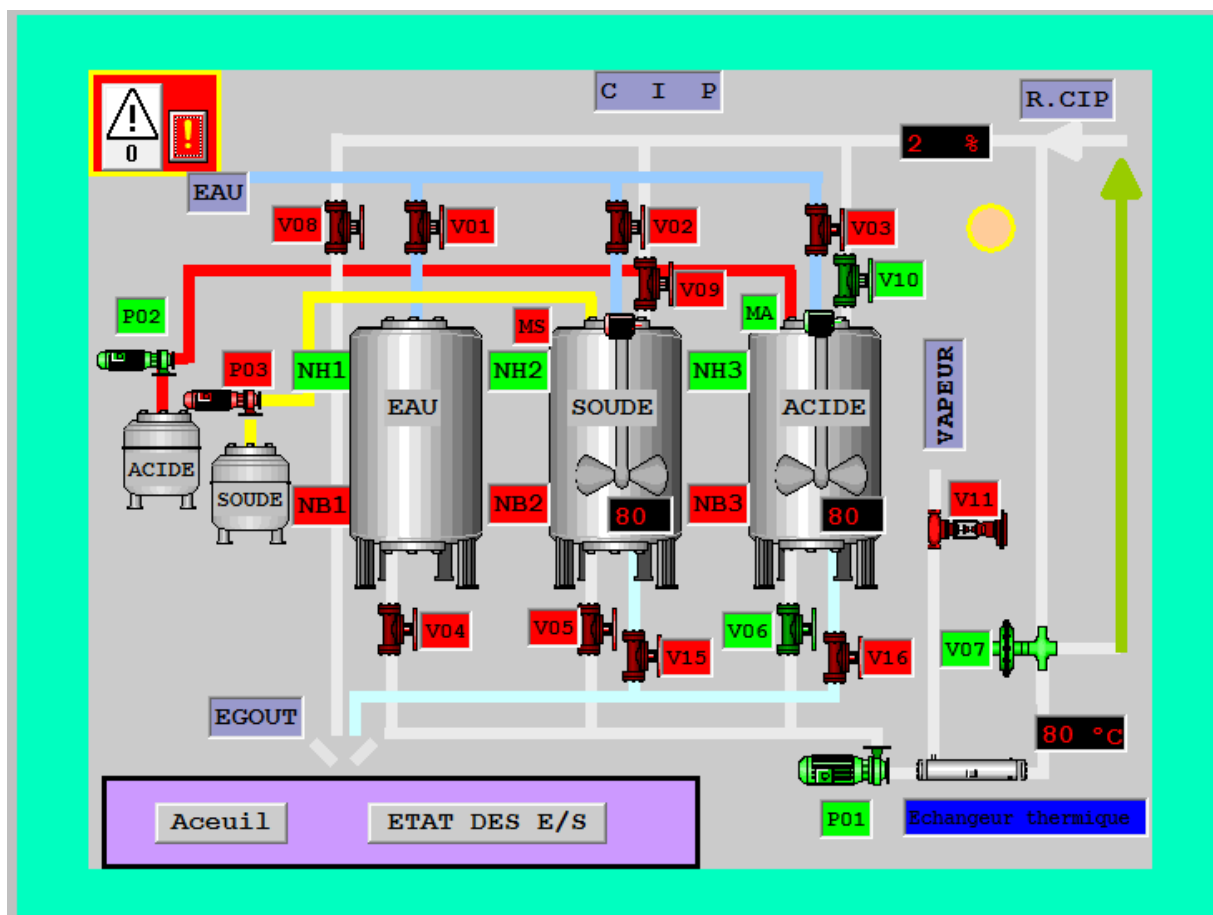


Figure 4. 3 : Vue de CIP (préparation de la solution acide ($T^{\circ}c=80^{\circ}c$))

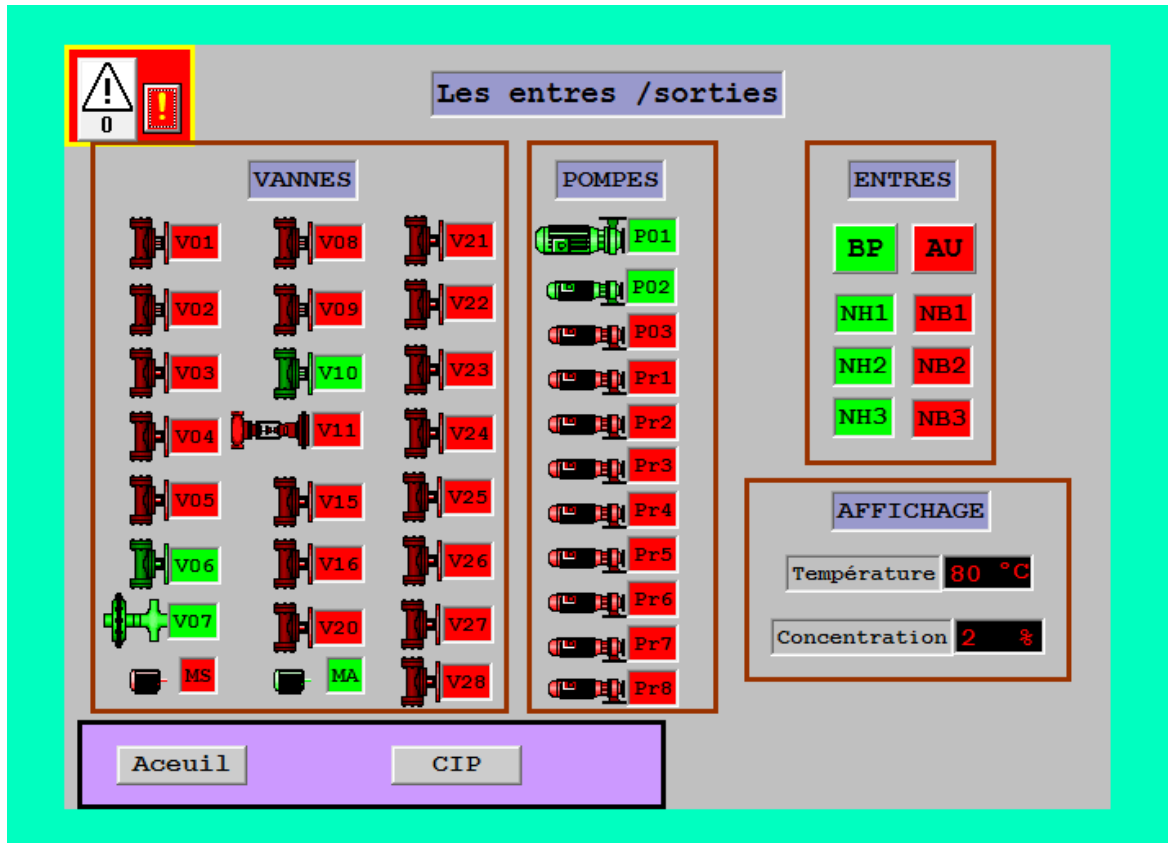


Figure 4.4: Vue d'état des entres /sorties (préparation de la solution acide (T°c=80°c))

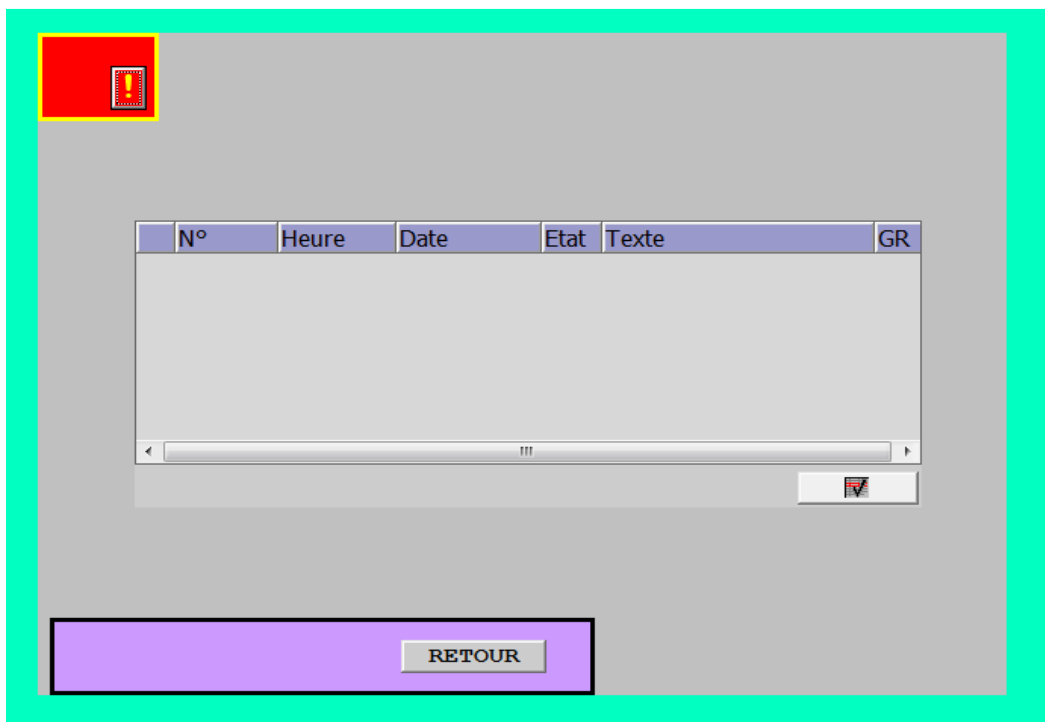


Figure 4.5: Vue des alarmes (préparation de la solution acide (T°c=80°c))

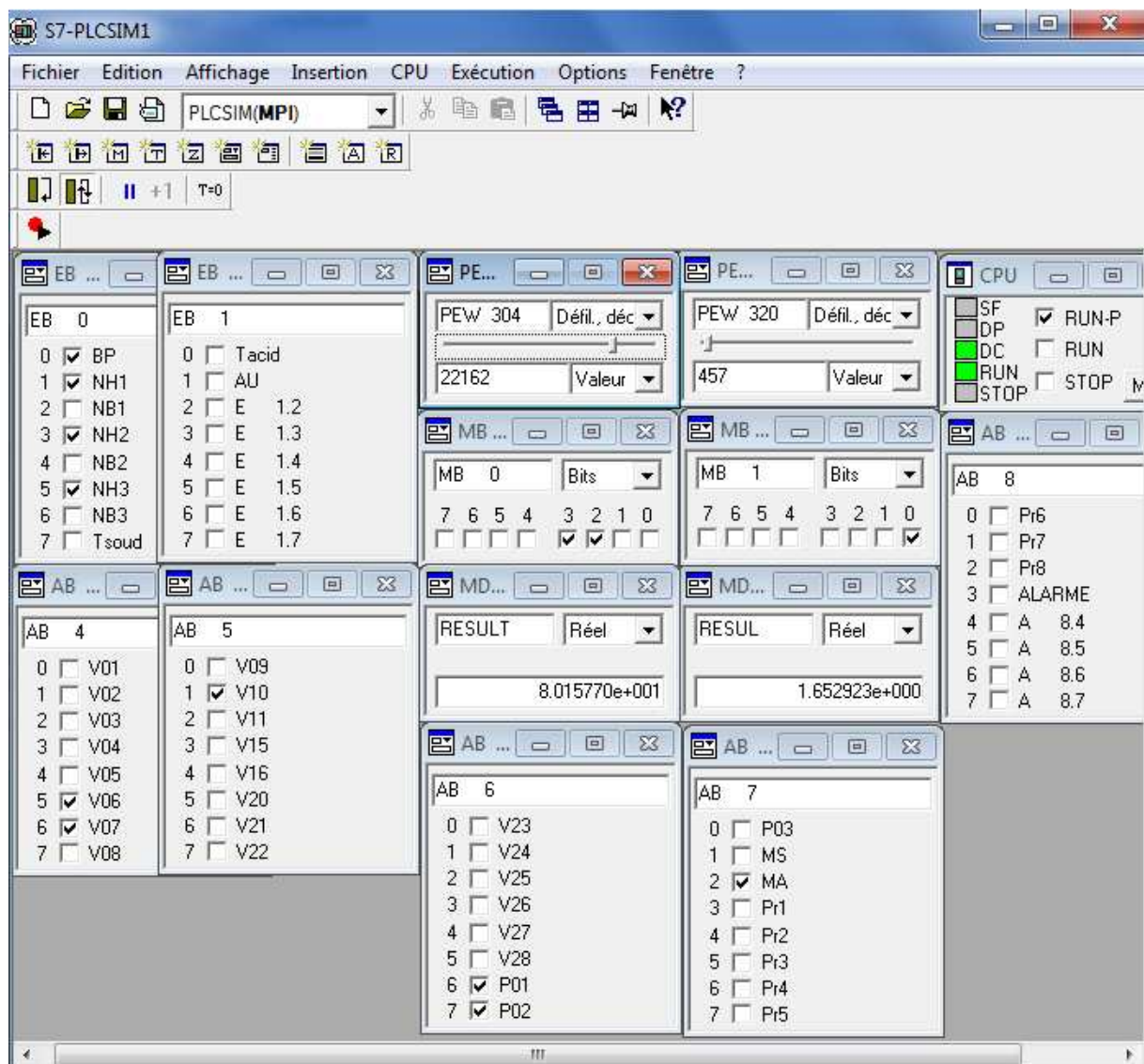


Figure4.6: S7-PLCSIM (préparation de la solution acide (T°c=80°c))

V- Conclusion

Dans ce chapitre on a réalisé les vues de contrôle et de supervision la station de nettoyage en place (CIP) qui nous permet de suivre l'évolution du procédé en temps réel. On a constaté que le logiciel de supervision WinCC Flexible 2008 est très riche en options. Il est très puissant dans les solutions globales d'automatisation car il assure un flux continu d'informations. Ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les applications dont on a besoin.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail que nous avons effectué dans le cadre de ce projet de fin d'études, avec l'appui du stage pratique à l'entreprise SARL TIFRA-LAIT, nous a permis de découvrir la réalité de l'activité d'un complexe industriel, de mettre ainsi en pratique nos connaissances théoriques et de nous familiariser avec les automates programmables industriels.

Après la description de la CIP et l'étude de son fonctionnement, nous avons proposé une solution automatisée à base d'API S7-300, en effectuant quelques améliorations et ce après l'avoir modélisée avec le GRAFCET qui est l'outil de modélisation constituant un guide pour la création d'un programme de simulation globale du système considéré. Nous avons déroulé le programme par le logiciel S7-PLCSIM.

La commande par API est devenue l'une des meilleures solutions dans l'industrie vue la justesse des traitements qu'ils effectuent pour gérer la commande adéquate. Ils sont de plus en plus sollicités par l'industrie pour leur aspect flexible et extensible. Leur technologie ne cesse d'évoluer notamment leurs logiciels de programmation qui offrent de nouvelles options et perspectives de programmation. Ces progrès sont portés sur l'amélioration des interfaces pour une meilleure exploitation par l'utilisateur. Néanmoins, une bonne automatisation d'un procédé doit être performante et d'un coût optimal. Cela est assuré en passant par:

- L'élaboration d'un cahier des charges,
- La modélisation des procédés selon les cahiers des charges par un des outils de modélisation (le GRAFCET par exemple),
- Le choix de l'API,
- La programmation de l'API.

Cependant la contrainte rencontrée tout au long de notre stage était le manque de documentation industrielle à propos de la station (CIP). Toutefois, nous espérons que ce travail apporte un plus et constitue un support supplémentaire aux études à venir.

BIBLIOGRAPHIE

01: Documentation techniques de Siemens, aide STEP7 CD ROM Siemens. (CD STEP7).

02: Introduction à l'automate programmable SIEMENS S7 300 et au logiciel Step7 du
Département de Génie Electrique, Collège Montmorenc.

03: Manuel d'utilisation du logiciel SIMATIC.

04: J-M. BLEUX et J-L. FANCHON, « Automatisation Industrielle », édition Nathan,
1996.

05: P. TEAU, « Le GRAFCET et sa mise en œuvre », ULP, 2002.

06: Documentation technique SIMATIC WIN CC.

07: site web <<www.siemens.com>>