

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etude de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Science et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : Automatique et informatique
industriel

Présenté par
BELLILI Ali
DJAOU Hamza

Mémoire dirigé par M^{me} BOUDJEMAA F. et co-dirigé par M^r TOUMI A.

Thème

Amélioration de la commande de la chaine de production d'eau pour la SARL GSA

Mémoire soutenu publiquement le 27 septembre 2015 devant le jury composé de :

M^{me} O. HEDJEM

MAA, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, Président

M^{me} F. BOUDJEMAA

MAA, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, Rapporteur

M^r T. CHELLI

MAA, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, Examineur

M^{me} O. BOUKENDOUR

MAB, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, Examineur

Remerciements

*Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et
leurs patiences*

*Nous exprimons toute notre gratitude à Mme BOUDJEMAA
pour son encadrement, son aide, sa confiance, et son soutien
incessant durant notre projet.*

*Nous remercions tous le personnel de l'entreprise Grande Source
d'Arafou pour son accueils, en particulier Mr. TOUMI pour ses
conseils et pour nous avoir proposé ce thème.*

*Nous tenons également à remercier l'ensemble des enseignants
du DEPARTEMENT Automatique pour toutes les
informations qu'ils nous ont prodigué durant le cycle de notre
formation.*

*Nous remercions aussi les membres de jury qui nous font
l'honneur d'examiner ce travail.*

*A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans la
réalisation de ce projet.*

Dédicaces

Je tiens à dédier ce mémoire

A la mémoire de ma chère mère, puisse Dieu le tout puissant

l'accueil en son vaste paradis

A mon cher père, en témoignage et en gratitude de son

dévouement, de son soutien permanent durant toutes mes années

d'études, ses sacrifices illimités.

A ceux qui sont la Source de mon inspiration et mon courage,

à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance

- ✓ *A mes chères sœur et frères,*
- ✓ *A tous mes amis et camarades sans exception,*
- ✓ *A toute la promotion Automatique 2015*

Hamza.

Dédicace

*Pour que ma réussite soit complète
je la partage avec toutes les personnes que
j'aime, je dédie ce modeste travail A :*

*Mes très chers parents pour leur
amour et les sacrifices qu'ils n'ont pas épargné
pour contribuer à ma réussite*

Mes chers frères et sœurs

Toute la famille

Tous mes amis sans exception

Ali.

Remerciement	
Dédicaces	
Tables des matières	
Liste des figures	
Introduction générale	1

Chapitre I Etude et fonctionnement de la chaine

I.1 Introduction.....	3
I.2. Presentation de l'entreprise d'accueil	3
I .2.1. Historique.....	3
I.2.2. Situation géographique	3
I.2.3. Description générale de la production d'eau.....	3
I.2.4. organigramme de la SARL GSA	4
I.3. Description de la chaine de production d'eau cinq (5) litres.....	5
I.4. Fonctionnement de la chaine	5
I.5. Les inconvénients que représente cette unité	6
I.6. Objectifs à atteindre	7
I.7. Cahier des charges.....	7
I.8. Conclusion	7

Chapitre II Equipements et instruments de la chaine

II.1. Introduction	8
II.2. Les actionneurs	8
II.2.1. Les moteurs asynchrones.....	8
II.2.2. Les pompes centrifuges	9
II.2.3. Les vérins.....	10
II.3. Les préactionneurs.....	12
II.3.1. Les variateurs de vitesse	12
II.3.2. Les relais électrique	13
II.3.3. Le contacteur	14
II.3.4. Les distributeurs.....	15
II.3.5. Les électrovannes.....	16
II.4. Les capteurs	17
II.4.1. Définition.....	17
II.4.2. Capteurs de proximité optiques.....	17
II.4.3. Les capteurs de position.....	18

II.4.4. les capteurs de débit	18
II.4.5. les capteurs de niveau	19
II.5. Conclusion	20

Chapitre III Modélisation par l’outil GRAFCET

III.1. Introduction	21
III.2. Définition	21
III.3. Les différents niveaux de Grafcet.....	22
III.4. Les éléments graphiques du GRAFCET	22
III.4.1. Les étapes	22
III.4.2. Les transitions.....	22
III.4.3. Les liaisons orientées.....	22
III.5. Les règles d’évolution du GRAFCET	23
III.7. Le grafcet fonctionnel de la station	24
III.8. Présentation de l’automate programmable industriel (API)	24
III.9. Place de l’API dans le système automatisé de production (SAP).....	24
III.9.1.Les systèmes automatisés de production.....	24
III.9.2.Structure d’un système automatisé	25
III.10.Programmation des APIs	26
III.11.Critères de choix d’un automate	27
III.12.Présentation de l’Automate siemens S7-300.....	27
III.13.Les caractéristiques du S7-300.....	28
III.14.Les modules du S7-300	29
III.15.Le logiciel de programmation TIA PORTAL	30
III.15.1.Présentation de logiciel TIA Portal.....	30
III.15.2.Configuration matériels.....	30
III.15.3.Table des variables API.....	31
III.16.Présentation du programme de notre station	32
III.17.La supervision.....	34
III.18.Présentation du logiciel winCC.....	34
III.19.Constitution d’un système de supervision.....	35
III.20.Réalisation des représentations de supervision de la station	35
III.21.Conclusion	41
Conclusion générale.....	42

Bibliographie

Liste des figures

CHAPITRE I

Figure I.1 : organigramme de la SARL GSA.

CHAPITRE II

Figure II.1 : la règle des trois doigts de la main droite.

Figure II.2 : la pompe centrifuge.

Figure II.3 : vérin simple effet.

Figure II.4 : vérin double effets.

Figure II.5 : verin antirotation, unité d guidage.

Figure II.6 : relais électrique.

Figure II.7 : le contacteur.

Figure II.8: schéma de principe des préactionneurs pneumatique.

Figure II.9 : représentation symbolique des distributeurs.

Figure II.10 : schéma représentatif du capteur.

Figure II.11 : les capteurs de proximité optique.

Figure II.12 : les capteurs de position (fin de course).

Figure II.13 : principe du capteur de débit à turbine.

Figure II.14: capteur de niveau.

CHAPITRE III

Figure III.1 : structure d'un grafcet.

Figure III.2 : système automatisé.

Figure III.3 : Structure d'un système automatisé.

Figure III.4: l'automate S7-300.

Figure III.5 : configuration matériels de la station.

Figure III.6 : table des variables API.

Figure III.7 : vue de la page d'accueil.

Figure III.8 : vue du menu principal.

Figure III.9 : vue de rinçage.

Figure III.10 : vue de remplissage.

Figure III.11 : vue d'alimentation en bouchons.

Figure III.12 : vue d serrage de buchons (bouchonneuse).

Figure III.13 : vue d'étiquetage et de datation.

Introduction générale

Depuis le développement de la technologie, l'homme a voulu se décharger des tâches répétitives en cherchant à automatiser tout processus de production et cela en développant des systèmes de réglages et de gestion des tâches d'une façon autonome.

Techniquement, les applications des automatismes sont vastes : Industrielles, environnementaux, domestiques, gestion à distance ... etc. Le remplacement d'une commande en logique câblée par une autre en logique programmée présente plusieurs avantages, tel que la parfaite accessibilité pour la maintenance et le pouvoir de modification du programme de fonctionnement.

D'un point de vue économique et social, les automatismes ont des impacts économiques très importants dans le monde industriel, tel que le gain de temps dû à la robotisation, une meilleure productivité, un rendement optimisé..., tel que la communication variée, et la commande à distance.

Dans le cadre de notre travail, on a été chargé, par les responsables de la SARL Grande Source d'Arafou (GSA), de réaliser une amélioration de la commande de la chaîne de production d'eau pour les bouteilles de cinq litres (5 L). En vue de remplacer la commande existante, où chaque partie de la chaîne est commandé par un microcontrôleur, par une autre commande plus efficace et plus flexible en y intégrant un Automate Programmable Industriel (API).

En effet, l'automatisation d'un équipement de production ou d'un processus industriel est indispensable pour décrire sans ambiguïté les fonctions et les performances de l'automatisme à réaliser. Plusieurs outils de modélisation ont vu le jour, tel que le réseau de pétri, le GRAFCET...etc.

Nous avons retenu le GRAFCET comme outil de modélisation. Il est simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel. Le Grafcet offre notamment l'intérêt de pouvoir être utilisé à chaque étape de cycle d'un système automatisé. Au niveau de spécification, il permet une description indépendante de toute technologie.

Notre travail est réparti en quatre chapitres, dont le premier chapitre est réservé à la présentation de la SARL Grande Source d'Arafou (GSA) et à l'étude descriptive de la chaîne de production d'eau.

Le deuxième chapitre est basé sur l'étude des différents équipements (instruments) de la chaîne, qu'ils soient de technologie électrique ou pneumatique.

Introduction générale

Et enfin le troisième chapitre est consacré à la modélisation en passant par l'étude de l'outil GRAFCET, ainsi que ses différents niveaux et ses règles d'évolution, et une introduction aux automates programmables industriels avec la méthodologie de choix d'un API dont on a élaboré celui de SIMATIC S7-300 ainsi que ses langages de programmation en invoquant aussi la supervision d'où on introduit le logiciel Wincc. On terminera avec une conclusion générale.

I.1 Introduction

Notre travail est destiné à étudier et adapter le réseau de production en vue de l'automatisation de la chaîne de remplissage des bouteilles d'eau de cinq litres au sein de la SARL Grande Source d'Arafou (GSA), où chaque partie de la chaîne est mise en marche individuellement et manuellement. Cela implique d'associer étroitement l'observation, l'analyse fonctionnelle et la prise en compte des facteurs influant sur le fonctionnement.

I.2. Présentation de l'entreprise d'accueil

I.2.1. Historique

L'entreprise Grande Source d'Arafou (GSA) est une entreprise de production de boissons non alcoolisées et d'eau minérale a été créée en 1998 avec un effectif de 18 employés. L'activité de l'entreprise se limitait à la production de sodas avec une production maximale de 12000 litres/jour. L'entreprise à cette époque continue de faire des analyses physico-chimiques et bactériologiques de la source d'eau jusqu'à l'an 2000. Les équipements demandés et installés en 2001 ont permis à l'entreprise d'entamer la production d'eau minérale avec les bouteilles de 0.5 L et de 1.5 L. En 2004 la GSA passe de l'entreprise individuelle à une SARL avec un capital social de 24 millions de DA, depuis 2004 une extension de l'unité se fait au fur et à mesure des capacités de l'entreprise, évolution de capacité de production, évolution du chiffre d'affaire. Une organisation a été mise en place, donc passant d'une petite entreprise à une moyenne entreprise d'un effectif de 200 employés avec une production de 700000 litres/jour, et actuellement l'entreprise envisage une mise à niveau sur son système de gestion afin d'assurer sa pérennité et de répondre aux exigences du marché national.

La SARL GSA est sise à la commune de CHORFA daïra de M'CHEDELLAH, elle se trouve à 1KM de la route nationale N°26, à 49KM de Bouira et 165 KM d'Alger.

I.2.2. Description générale de la production d'eau

La production d'eau est subdivisée en plusieurs unités (gammes) où certaines fonctionnent totalement en mode automatique et d'autres en semi-automatique dont on trouve l'unité 0.5 Litres, l'unité 1.5L, l'unité de gobelets et enfin l'unité de 5 litres qui est notre sujet d'étude dans le but de trouver une solution en logique programmée.

I.2.3. organigramme de la SARL GSA

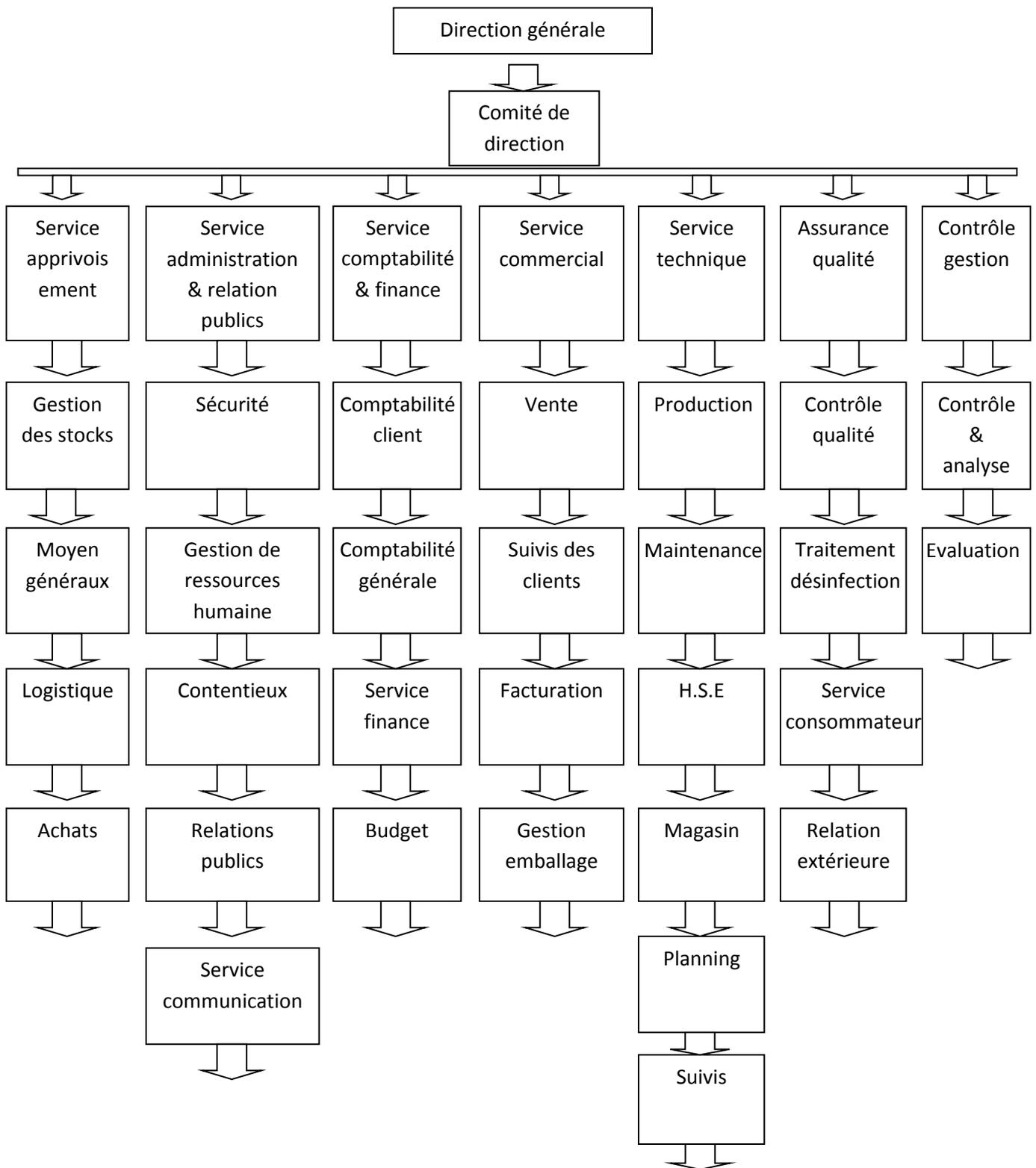


Figure I-1 : organigramme de la SARL GSA.

I.3. Description de la chaîne de production d'eau cinq (5) litres

La chaîne se situe dans le hangar « B », elle se trouve entre la souffleuse de préforme en amont et la mise sur palettes en aval. Elle est divisée en plusieurs parties

- Le rinçage : est composé d'un moteur (triphase asynchrone), deux vérins de blocage double effets, un capteur optique (photocellule) et un groupe pompe-moteur.
- Le remplissage : est composé d'un vérin double effet, deux vérins de blocage, huit valves, un capteur optique (photocellule) et un groupe pompe-moteur.
- La mise en place des bouchons : constituer des deux capteurs optiques et de deux moteurs.
- Le serrage de bouchons : un vérin double effets, deux vérins de blocage, un capteur et huit moteurs.
- Datation des bouteilles : composer d'un capteur et d'un injecteur.
- L'étiquetage : constituer de deux capteurs et un moteur.
- Le convoyeur principal: c'est lui qui relie toutes les parties de la chaîne, il est commandé par trois capteurs et un moteur.
- La citerne d'arrivée d'eau : équipée d'une électrovalve d'alimentation et d'un capteur de niveau.

I.4. Fonctionnement de la chaîne

Le fonctionnement de la chaîne est reparti selon les fonctions suivantes :

➤ **La fonction de rinçage :**

Pour bien garder la qualité du produit il faudra bien assurer l'hygiène des bouteilles et pour ce faire on doit passer par la rinceuse où les bouteilles passent par un lot de huit, les huit bouteilles sont maintenues en immobilités par les deux vérins de blocage, un moteur les fait tourner pour les mettre à l'envers, une fois mise en place la pompe se déclenche pour un temps donné, puis les bouteilles sont remises à leur position sur le convoyeur.

➤ **La fonction de remplissage :**

Une fois que la fonction de rinçage est effectuée, le convoyeur se met en marche et positionne sur la remplisseuse, est que toutes les bouteilles sont détectées un vérin double effet fait descendre le support des valves jusqu'au niveau des bouteilles, la

pompe se déclenche pour une durée de temps (les temps nécessaire pour remplir les bouteilles), puis la pompe s'arrête et les valves remonte.

➤ **La fonction alimentation en bouchons :**

A la fin du remplissage le convoyeur se met en marche en déplaçant les bouteilles qui se mettront ensuite en contact avec les bouchons (qui se trouvent a la même hauteur que les bouteilles) ces derniers s'accrochent a elles et ils sont mises en place.

L'alimentation de bouchons se fait avec deux moteurs qui alimentent les supports (les conduites) et deux capteurs qui détectent la présence ou l'absence des bouchons et qui agissent en conséquence sur les moteurs.

➤ **La fonction serrage de bouchons :**

Une fois les bouchons misent en place et que les bouteilles sont arrivés sur la bouchonneuse, le convoyeur s'arrête, le vérin sur le quel est fixé le support des moteurs s'active est fait descendre les moteurs au niveau des bouteilles, les moteurs se mettent en marche et serrent les bouchons pour une durée de temps, une fois le serrage est terminé le vérin se désactive et les moteurs sont remet en place.

➤ **La fonction de datation :**

A la fin de serrage de bouchons le convoyeur se remet en marche, a l'arrivé des bouteilles sous le dispositif de datation, dès la détection de leurs présence de bouteilles un injecteur d'ancre s'active et met la date de fabrication et d'expiration sur les bouchons des bouteilles.

➤ **La fonction d'étiquetage :**

A l'activation du capteur de proximité qui détecte la présence de bouteilles, le moteur s'active pour trainer avec lui la bonde des étiquettes afin de les mettre en contact avec les bouteilles ainsi elles seront colées sur celles-ci.

Enfin le convoyeur continu de fonctionner afin d'évacuer les bouteilles en d'hors de la chaîne.

I.5. Les inconvénients que représente cette unité

Lors du déroulement des fonctions, on a soulevé des défaillances qui influent négativement sur le bon fonctionnement du processus :

- Perte de grandes quantités d'eau lors du remplissage des bouteilles.
- Défaillance de synchronisation entre les parties de la chaîne (rinçage, remplissage et serrage de bouchons).

- Lors du démarrage initial, il faut que les trois principales parties du système aient des bouteilles (tous les détecteurs seront activés).

En addition à ceux-là, il y'a le facteur humain et les erreurs commises qui provoquent des situations critiques.

I.6. Objectifs à atteindre

Les objectifs poursuivis par une automatisation peuvent être assez variés. On peut retenir quelques-uns :

- Accroître la productivité du système, c'est-à-dire, augmenter la quantité du produit élaboré pendant une durée donnée. Cet accroissement de productivité exprime un gain de valeurs ajoutées sous forme d'une meilleure rentabilité.
- Améliorer la qualité du produit.
- La suppression des travaux dangereux ou pénibles et l'amélioration des conditions de travail.
- La recherche de coûts plus bas, par réduction des frais de main-d'œuvre, d'économie de matière, d'économie d'énergie,...

La réalisation d'opérations impossibles à contrôler manuellement.

I.7. Cahier des charges

Notre cahier des charges repose sur l'intégration d'un automate programmable dans la chaîne de production, en vue de remplacer la commande existante conçue à base de microcontrôleurs où chaque partie de la chaîne est commandée séparément de l'autre, tout en gardant le même fonctionnement de la chaîne et en développant une plateforme de supervision afin d'améliorer le fonctionnement et le contrôle de la chaîne.

I.8. Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté l'entreprise d'accueil et nous avons donné une description générale de la chaîne de production d'eau existante et son fonctionnement actuel. Dans le chapitre qui suit, on va identifier les différents éléments et instruments de la chaîne de production d'eau, en donnant un aperçu sur leurs principes de fonctionnement.

II.1. Introduction

Après avoir vue le fonctionnement de la chaine nous présentons dans ce chapitre les différents éléments technologiques qui contrôle le fonctionnement la chaine de production ce qui va nous permettre de concevoir une solution programmable qui respectera les différents équipements de la chaine.

II.2. Les actionneurs

Un actionneur est un dispositif capable de générer une force ou un couple et donc d'agir sur un processus au travers d'un mécanisme. Il peut être hydraulique, pneumatique ou électrique, il peut être aussi linéaire ou rotatif.

II.2.1. Les moteurs asynchrones

- **Définition et description**

Moteur asynchrone est une machine tournante aussi appelée moteur à induction: il fonctionne avec du courant alternatif. Sa particularité est de fonctionner avec un induit en court-circuit, sur lequel il n'y a pas donc pas besoin de connexion électrique.

- **Principe de fonctionnement**

Le principe des moteurs à courants alternatifs réside dans l'utilisation d'un champ magnétique tournant produit par des tensions alternatives La circulation d'un courant dans une bobine crée un champ magnétique. Ce champ est dans l'axe de la bobine, sa direction et son intensité sont en fonction du courant I.

- **Un moteur asynchrone comporte deux parties :**

- Le stator : est formé d'une carcasse ferromagnétique qui contient trois enroulements électriques. C'est la partie fixe du moteur. Le passage d'un courant dans les enroulements crée un champ magnétique à l'intérieur du stator. Sur les moteurs triphasés, il y a 3 enroulements alimentés (en étoile 230V ou en triangle 400V) chacun par une phase. Pour le moteur asynchrone, le stator est l'inducteur (celui qui "induit", qui crée le champ magnétique).
- le rotor: c'est l'élément en rotation qui transmet la puissance mécanique. Il se trouve au centre du moteur et est soumis au champ magnétique créé par le stator. Pour le moteur asynchrone, le rotor est l'induit (celui qui subit les courants "induits") [7]



Figure II.1 : le moteur asynchrone.

II.2.2. Les pompes centrifuges

Une pompe centrifuge est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur. C'est le type de pompe industrielle le plus commun. Par l'effet de la rotation de l'impulseur, le fluide pompé est aspiré axialement dans la pompe, puis accéléré radialement, et enfin refoulé tangentiellement.

Une pompe centrifuge est constituée par:

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

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force centrifuge le projette vers l'extérieur de la turbine. Il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur où la section est croissante. L'utilisation d'un diffuseur (roue à aubes fixe) à la périphérie de la roue mobile permet une diminution de la perte d'énergie. Les pompes centrifuges ne peuvent pas s'amorcer seules. L'air contenu nécessite d'être préalablement chassé. On peut utiliser un réservoir annexe placé en charge sur la pompe pour réaliser cet amorçage par gravité.

Pour éviter de désamorcer la pompe à chaque redémarrage il peut être intéressant d'utiliser un clapet anti-retour au pied de la canalisation d'aspiration. [8]

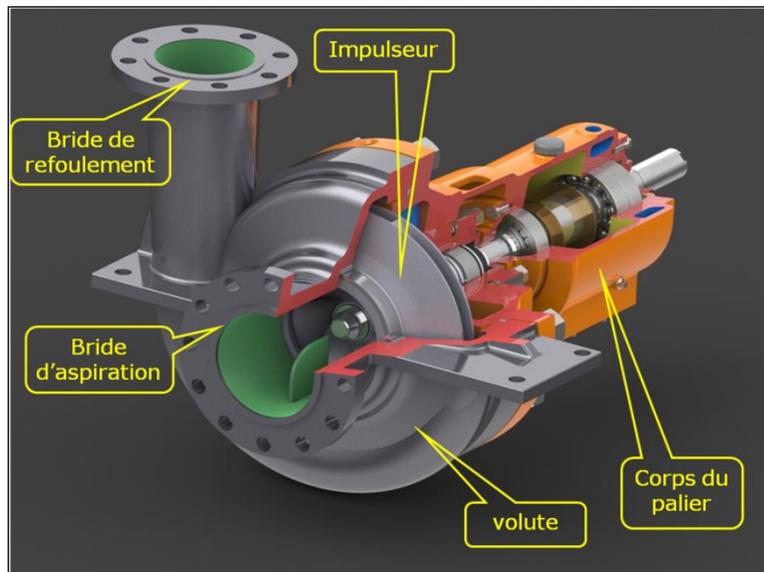


Figure II.2 : la pompe centrifuge.

II.2.3. Les vérins

a) Les vérins linéaires simples effet

Ce vérin ne peut développer un effort que dans un seul sens. La course de rentrée s'effectue grâce à un ressort de rappel (ou un autre dispositif) incorporé entre le piston et le flasque avant. Il ne possède de ce fait qu'une seule entrée d'air. Ce type de vérin peut travailler en poussant ou en tirant. Sous l'action de l'air comprimé, la tige du vérin sort et comprime le ressort. La chambre avant se trouve à l'atmosphère.

Le retour de la tige se fait en relâchant la pression. De ce fait, le ressort se détend et la tige revient en position repos.

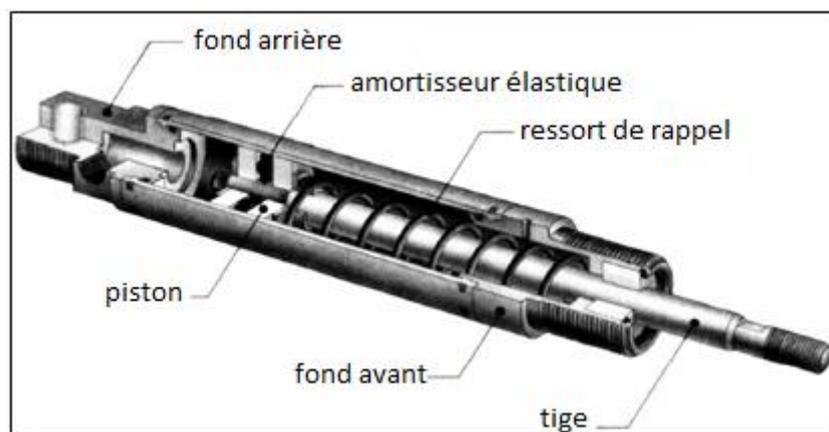


Figure II. 3: vérin simple effet.

b) Vérins linéaires double effet

L'ensemble tige plus piston peut se déplacer dans les 2 sens sous l'action du fluide (en tirant et en poussant). L'effort en poussant (sortie de tige) est légèrement plus grand que l'effort en tirant (rentrée de tige) car la pression n'agit pas sur la partie de surface occupée par la tige.

Ces vérins sont disponibles en 2 versions :

- Avec tirants : les fonds avant et arrière sont reliés au tube par 4 tirants (tiges filetées aux 2 extrémités)
- Sans tirants : les fonds avant et arrière sont reliés au tube par un sertissage ou un vissage

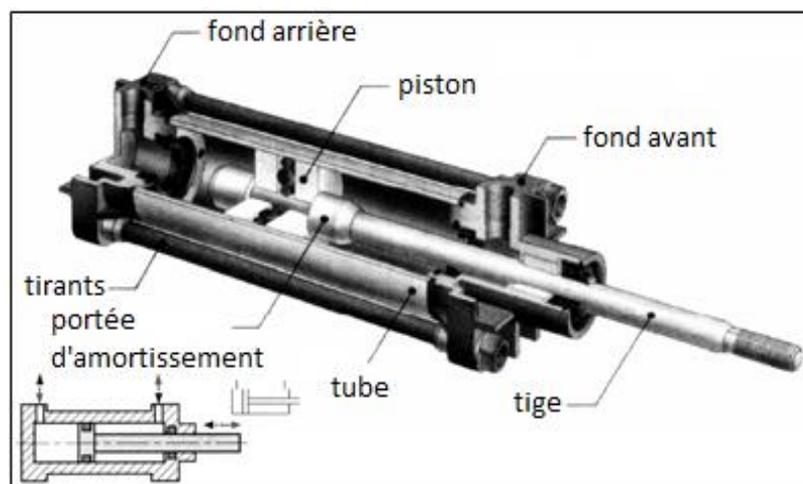


Figure II.4 : vérin double effets.

c) Les vérins anti-rotation

Les vérins linéaires par leur conception permettent une rotation de la tige. Ce mouvement, dans certains cas, peut se révéler nuisible au fonctionnement. Il convient donc d'éliminer cette rotation. Il existe plusieurs solutions, parmi lesquelles on cite :

L'unité de guidage : le principe de ce système consiste, sur un vérin normal, à venir fixer sur le flasque avant, une unité de guidage, constituée de 2 tiges parallèles, afin d'éliminer la rotation de la tige du vérin.

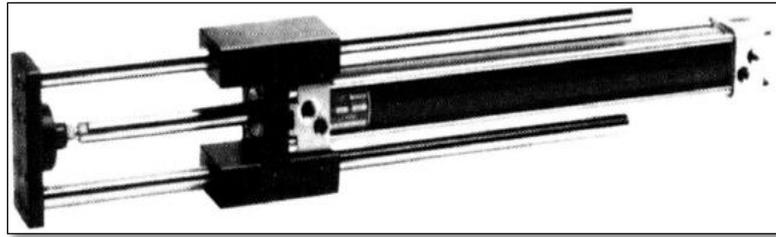


Figure II.5 : verin antirotation, unité d guidage.

II.3. Les préactionneurs

II.3.1. Les variateurs de vitesse

Le variateur de vitesse est l'organe incontournable des applications industrielles où la maîtrise de la vitesse de rotation d'un moteur asynchrone est essentielle. De nombreux systèmes industriels entraînés par des moteurs électriques utilisent la variation de vitesse pour optimiser leur fonctionnement.

Ils sont généralement utilisés pour le :

- Réglage du débit d'une pompe ou d'un ventilateur,
- Réglage de la vitesse de défilement d'une chaîne de fabrication,
- Réglage de la vitesse de défilement d'un train de papeterie ou d'aciérie,
- Réglage de la vitesse de coupe ou d'avance des machines-outils,
- Réglage de la vitesse des systèmes de transport des personnes (train, téléphérique, ...).

Deux technologies permettent d'obtenir cette variation de vitesse :

- la technologie **mécanique** (boite à vitesse).
- la technologie **électronique** (convertisseur d'énergie).

Les variateurs numériques offre plusieurs avantages dans lesquels on peut citer :

- diminution des pertes mécaniques présentes dans les variateurs mécaniques (poules et courroies, engrenages),
- limitation voire suppression des surintensités lors du démarrage,
- adaptation précise de la vitesse et modification facile,
- allongement de la durée de vie des constituants mécaniques des systèmes.
- limitation du bruit.
- économies d'énergie. [1]

II.3.2. Les relais électrique

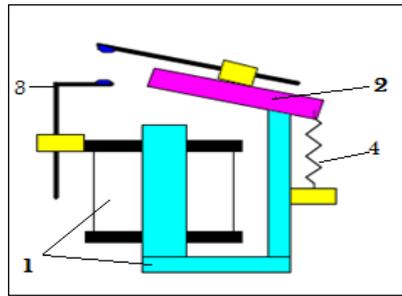


Figure II.6 : relais électrique

Un relais est un **préactionneur** constitué au moins :

1. d'un électroaimant (bobine+circuit ferromagnétique)
2. d'une palette mobile supportant un contact mobile
3. ainsi qu'un contact fixe
4. d'un ressort de rappel du contact mobile

En alimentant la bobine, le contact mobile est déplacé fermant ainsi le contact électrique. En l'absence de courant dans la bobine le ressort de rappel maintient le contact ouvert.

Le relais est une solution à la commande en puissance.

Il assure en outre une isolation galvanique en mettant en œuvre un mouvement mécanique.

II.3.3. Le contacteur

Le contacteur assure la même fonction que le relais mais il possède un pouvoir de coupure encore plus important grâce à des dispositifs d'extinction de l'arc électrique.

Le pouvoir de coupure est particulièrement important pour la commande de charges fortement selfiques comme les moteurs mais aussi de résistances de puissance (chauffage). Pour ces charges l'apparition d'arcs électriques est régulière et il est nécessaire de les interrompre (*risque de destruction et d'incendie*).

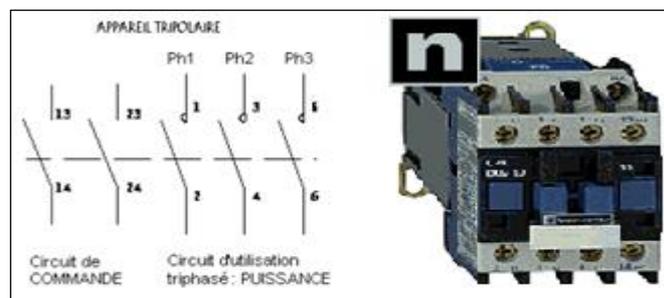


Figure II.7 : le contacteur

Un contacteur est constitué par :

- des pôles principaux de puissance,
- un ressort de rappel,
- un circuit magnétique feuilleté de manière à réduire les pertes par courant de Foucault (dus à la présence d'un flux d'induction magnétique alternatif)
- une bobine (insérée dans le circuit de commande). Si la bobine est alimentée en courant alternatif le courant d'appel sur le circuit de commande lors de la fermeture du contacteur peut atteindre 6 à 10 fois le courant de maintien.
- une «bague de déphasage» qui évite les vibrations dues à l'alimentation en courant alternatif de la bobine du contacteur. [2]
- des contacts auxiliaires (possibilité d'ajouter au contacteur un bloc de contacts auxiliaires instantanés ou temporisés)
- une armature fixe et une autre mobile.

II.3.4. Les distributeurs

Un distributeur, appelé encore préactionneur électropneumatique ou pneumatique, commande l'établissement et l'interruption de la circulation d'énergie pneumatique entre la source génératrice (circuit de distribution du fluide) et l'actionneur pneumatique.

Ce distributeur est donc destiné à diriger le fluide sous pression vers l'actionneur. En sens inverse, et par une autre voie, il assure le retour sans pression à l'air libre (échappement).

En règle générale, les distributeurs possèdent les mêmes éléments de base :

- Le corps
- Le tiroir cylindrique en acier
- Les pilotages
- Une série de joints
 - **Schéma de principe**
- ❖ Sortie de tige : dans cette position, le tiroir du distributeur occupe une position précise. La pression arrive par l'orifice 1 et se dirige vers l'orifice 4. Sous l'action de l'air comprimé, la tige de vérin sort. Ainsi, la chambre avant se vide par l'orifice 2 et l'air se dirige vers l'échappement 3.
- ❖ Rentrée de tige : par une action sur le pilotage 12, le tiroir va partir vers la gauche. Ce déplacement interne modifie le passage de l'air comprimé. La pression arrive toujours

par l'orifice 1 mais cette fois est dirigée vers l'orifice 2. Sous l'action de l'air comprimé, la tige de vérin rentre. La chambre arrière se vide par l'orifice 4 et l'air se dirige vers l'échappement 5. (figure II.8)

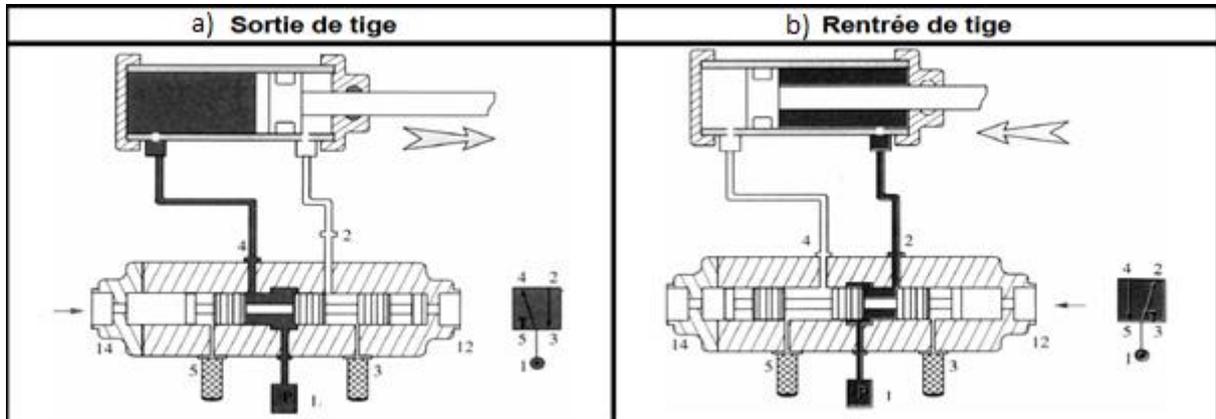


Figure II.8 : schéma de principe des préactionneurs pneumatique.

- **Représentation symbolique**

Lors de l'élaboration des schémas, il n'est pas possible de représenter le distributeur, ainsi que les autres composants sous leurs formes commerciales. L'utilisation de symboles normalisés simplifie la lecture et la compréhension des systèmes. La représentation des distributeurs utilise la symbolisation par les cases.

Un distributeur se représente sur les côtés droit et/ou gauche (comme dans la réalité) par des pilotages. Ils permettent au tiroir de se déplacer afin de mettre en communication les différents orifices.

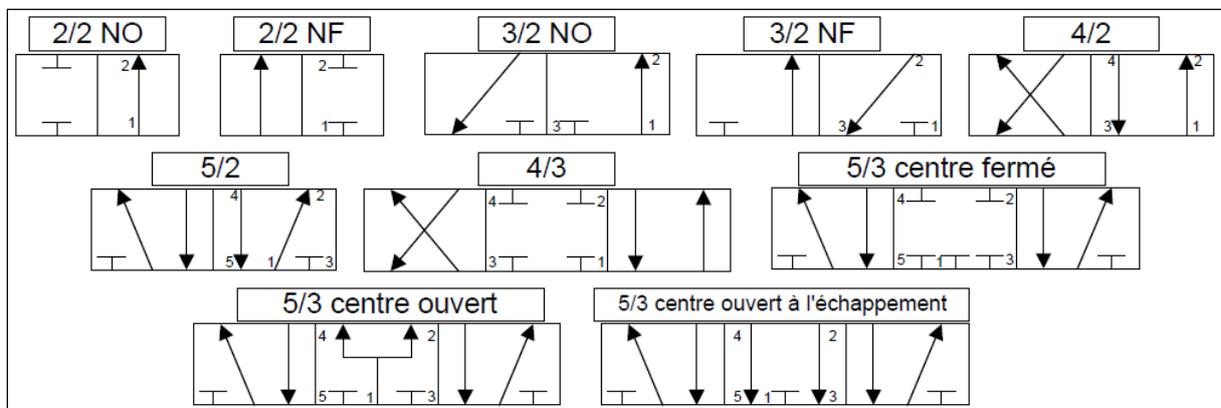


Figure II.9 : représentation symbolique des distributeurs.

II.3.5. Les électrovannes

De plus en plus, la commande ou le pilotage des distributeurs se fait à partir d'un signal électrique. Le rôle de l'électrovanne est de transformer le signal électrique en provenance de la partie commande en un signal pneumatique destiné à provoquer l'inversion du distributeur. Le signal de sortie S apparaît lorsque le signal de pilotage électrique alimente la bobine. Le noyau se déplace sous l'effet du champ magnétique ainsi créé.

II.4. Les capteurs

Dans de nombreux domaines (industrie, recherche scientifique, services, loisirs ...), on a besoin de contrôler de nombreux paramètres physiques (température, force, position, vitesse, luminosité, ...).

Le capteur est l'élément indispensable à la mesure de ces grandeurs physiques.

II.4.1. Définition

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

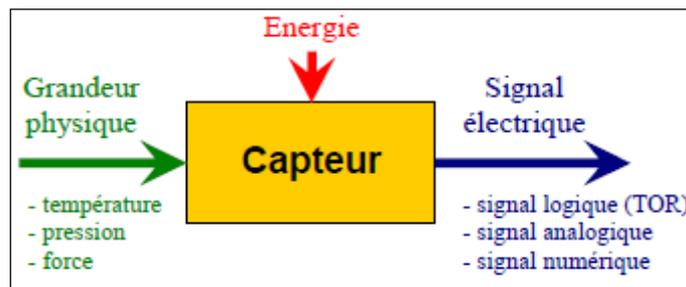


Figure II.10: schéma représentatif du capteur.

II.4.2. Capteurs de proximité optiques

Les capteurs de proximité optiques comportent systématiquement un émetteur et un récepteur. Ils mettent en œuvre des éléments optiques (lumière rouge ou infrarouge) ainsi que des composants et des modules électroniques pour détecter tout objet situé entre l'émetteur et le récepteur. [6]

On distingue trois types de capteurs de proximité optiques :

- barrière à transmission.
- barrière à réflexion.
- détecteur à réflexion.



Figure II.11 : les capteurs de proximité optique.

II.4.3. Les capteurs de position

Les interrupteurs de positions mécaniques peuvent aussi être appelés "Détecteur de position" et "Interrupteur de fin de course". Ils coupent ou établissent un circuit lorsqu'ils sont actionnés par un mobile.

La détection s'effectue par contact d'un objet extérieur sur le levier ou un galet. Ce capteur peut prendre alors deux états :

- Enfoncé (interrupteur est fermé).
- Relâché (interrupteur est ouvert).



Figure II.12 : les capteurs de position (fin de course).

II.4.4. les capteurs de débit

- **principe de fonctionnement**

L'écoulement du fluide entraîne la rotation d'une turbine placée dans la chambre de mesure, la vitesse de rotation du rotor est proportionnelle à celle du fluide, donc au débit volumique total. La vitesse de rotation est mesurée en comptant la fréquence de passage des ailettes détectée à l'aide d'un bobinage. Chaque impulsion représente un volume de liquide distinct.

- **Domaine d'utilisation**

Compatible avec de nombreux liquides (rotor en acier inoxydable). Toutefois la propreté du liquide est essentielle, afin de ne pas encombrer les paliers de butée du rotor qui peut tourner à haute vitesse. De par leur principe ils sont réservés aux fluides peu visqueux. Ils sont destinés aux applications industrielles générales (eau, alcools, carburants, acides, gaz liquéfiés, liquides cryogéniques...). [2]

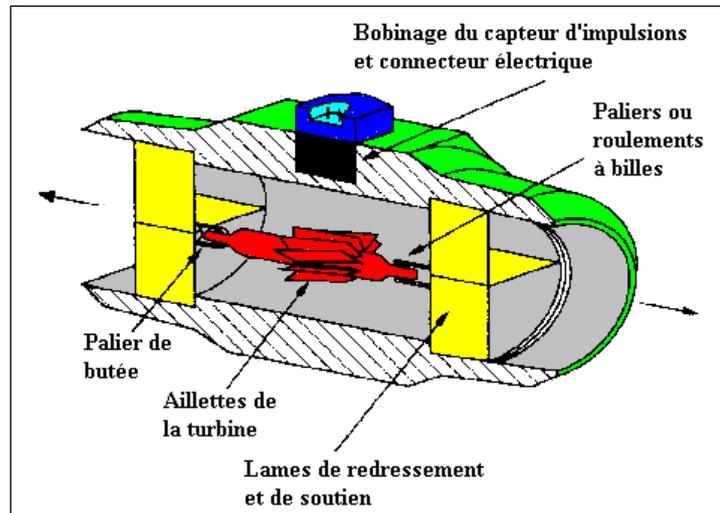


Figure II.13 : principe du capteur de débit à turbine.

II.4.5. les capteurs de niveau

La détection de niveau a pour but de signaler de certaine hauteur de liquide ou de solide dans une capacité de stockage. En général, la position du point de détection détermine l'emplacement de capteur. Les applications les plus fréquentes consiste a détecter des niveaux de réservoirs pleins ou vides en utilisant les principes de mesure suivants : Flotteur, plongeur ou masses de déplacement, inductif, capacitif...etc.

La détection d'un niveau haut ou niveau bas devant permettre la commande d'une alarme ou d'une sécurité

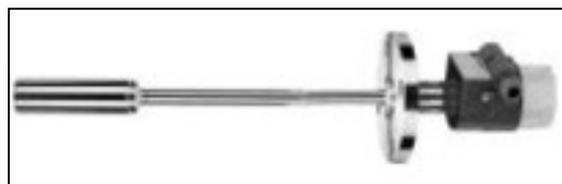


Figure II.14: capteur de niveau

II.5. Conclusion

Dans ce chapitre, on a pu faire une étude approfondit des éléments et du fonctionnement de la chaine, qui est nécessaire afin de concevoir une solution programmable qui répond aux exigences du cahier des charges, et aussi connaitre et identifier les différentes entrées et sorties de l'API afin de configurer les différents modules de l'automate à utiliser. La modélisation par outils de grafcet du fonctionnement du processus de production d'eau est présenté dans le chapitre 3.

III.1. Introduction

Les automatismes séquentiels ont été réalisés, depuis longtemps, à base de relais électromagnétiques. L'inconvénient c'est qu'il s'agit d'un système câblé ce qui impose la réforme complète du câblage et ceci pour la moindre modification dans l'ordonnancement des séquences. En 1966, l'apparition des relais statiques a permis de réaliser des divers modules supplémentaires tel que le comptage, la temporisation,... Cependant cette technologie avait le même problème : technologie câblée.

En 1968 et à la demande de l'industrie automobile nord-américaine, sont apparus les premiers dispositifs de commande logique aisément modifiable : Les PLC (Programmable Logic Controller) par *Allen Bradley, Modicom et Digital Equipment*.

Un GRAFCET (GRAphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition) est un mode de représentation et d'analyse d'un automate. C'est un outil graphique de description du comportement de la partie commande. Il décrit les interactions informationnelles à travers la frontière d'isolement : partie de commande, partie opérative d'un système isolé.

III.2. Définition du grafcet

Le Grafcet est un langage fonctionnel graphique destiné à décrire les différents comportements d'un automate séquentiel. Il aide à la réalisation, il apporte une aide appréciable lors de l'exploitation de la machine pour les dépannages et les modifications.

Le GRAFCET permet l'établissement des descriptions de la fonction et du comportement des systèmes de commandes en établissant une représentation graphique indépendante de la réalisation technologique.

Il est aussi destiné à représenter des automatismes logiques (ou discrets), c'est à dire des systèmes à événements discrets dans lesquels les informations sont de type booléennes ou peuvent s'y ramener (par exemple la comparaison d'une température avec un seuil). Le GRAFCET est utilisé généralement pour spécifier et concevoir le comportement souhaité de la partie commande d'un système, mais il peut également être utilisé pour spécifier le comportement attendu de la partie opérative ou bien de tout le système de commande.

III.3. Les différents niveaux de Grafcet

Il y a deux types de représentation :

- La représentation fonctionnelle ou de niveau 1 donne une interprétation de la solution retenue pour un problème posé, en précisant la coordination des tâches opératives. Elle permet une compréhension globale du système.
- La représentation technologique ou de niveau 2 donne une interprétation en tenant compte des choix technologiques relatifs à la partie de commande de l'automatisme ; le type et la désignation des appareillages (S1, KM, Ka...).

III.4. Les éléments graphiques du GRAFCET

Ce sont les éléments qui constituent la structure graphique d'un grafcet et qui sont les étapes associées à des actions, les transitions associées à des réceptivités et les liaisons orientées reliant étapes et transitions.

III.4.1. Les étapes

L'étape symbolise un état ou une partie de l'état du système. L'étape possède deux états possibles : active représentée par un jeton dans l'étape ou inactive. L'étape i , repérée numériquement, possède ainsi une variable d'état, appelée variable d'étape X_i . Cette variable est une variable booléenne valant 1 si l'étape est active, 0 sinon.

III.4.2. Les transitions

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système. A chaque transition est associée une réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre.

III.4.3. Les liaisons orientées

Une liaison orientée est le lien qui lie une étape à une transition ou l'inverse. Par convention, étapes et transitions sont placées suivant un axe vertical.

Les liaisons orientées sont de simples traits verticaux lorsque la liaison est orientée de haut en bas, et sont munis d'une flèche vers le haut lorsque la liaison est orientée vers le haut. [3]

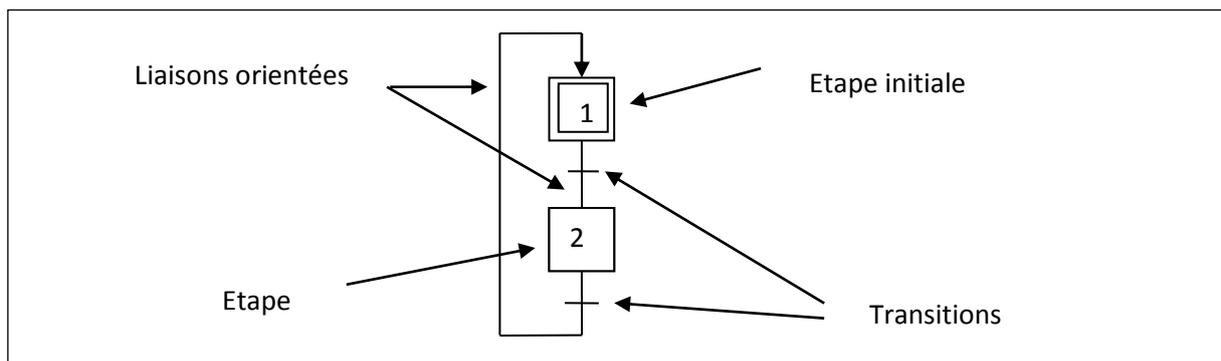


Figure III-1 : structure d'un grafcet.

III.5. Les règles d'évolution du GRAFCET

- **Règle N°1 : Condition initiale**
A l'instant initial, seules les étapes initiales sont actives.
- **Règle N°2 : Franchissement d'une transition**

Pour qu'une transition soit validée, il faut que toutes ses étapes amont (immédiatement précédentes reliées à cette transition) soient actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée, ET seulement si la réceptivité associée est vraie.

- **Règle N°3** : Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne obligatoirement dans cet ordre la désactivation de toutes ces étapes amont et l'activation de ses étapes aval.

- **Règle N°4** : Franchissement simultané

Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchies.

- **Règle N°5** : Conflit d'activation

Si une étape doit être simultanément désactivée par le franchissement d'une transition aval, et activée par le franchissement d'une transition amont, alors elle reste active. On évite ainsi des commandes transitoires (néfastes au procédé) non désirées.

III.7. Le grafcet fonctionnel de la station

Le grafcet décrivant le fonctionnement actuel de la chaîne de production d'eau des bouteilles de cinq litres est donné dans la figure II.2 joint à ce chapitre.

Les conditions initiales

- Présence de bouteilles sur le convoyeur.
- Citerne de remplissage et de rinçage pleine.
- Présence de la quantité suffisante de bouchons.

Mode de production

Alimentation d'eau de rinçage : le débit est de 40 l/min.

Alimentation d'eau de remplissage : le débit est de 120 l/min.

Temps de rinçage, remplissage et de serrage de bouchons est fixé à 20s.

III.8. Présentation de l'automate programmable industriel (API)

L'automate programmable industriel (API) est un système de traitement logique d'informations dont le programme de fonctionnement est effectué à partir d'instructions établies en fonction du processus à réaliser.

On peut définir l'Automate Programmable Industriel (API) comme un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de préactionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique.

III.9. Place de l'API dans le système automatisé de production (SAP)

III.9.1. Les systèmes automatisés de production

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible. Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction (Figure 1), et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée. Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.

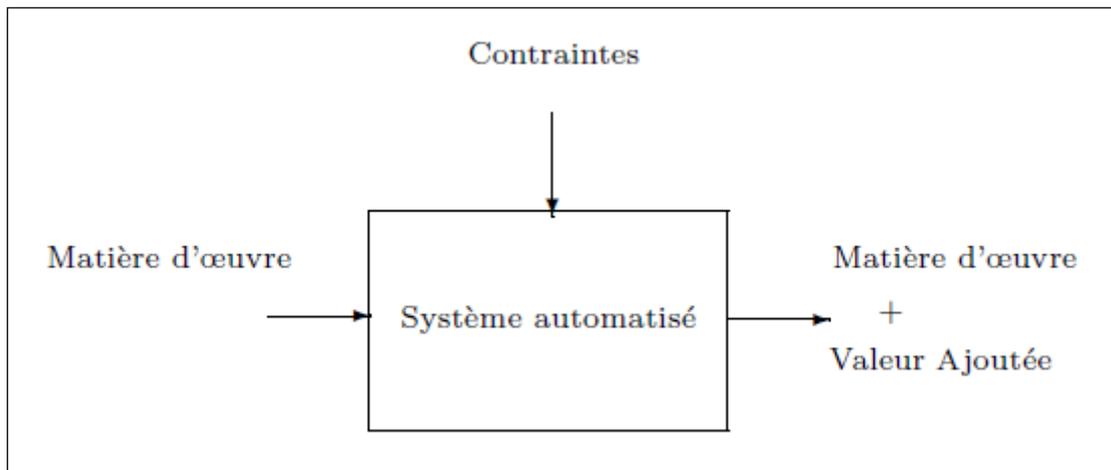


Figure III.2 : système automatisé.

III.9.2. Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé peut se décomposer selon le schéma de la Figure 2 :

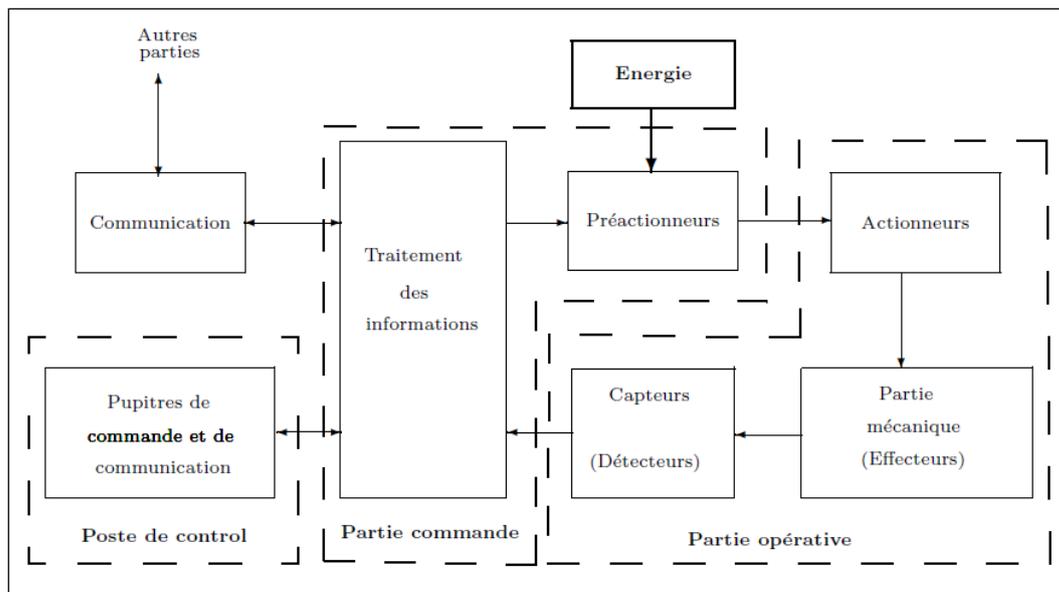


Figure III.3 : Structure d'un système automatisé.

a) Partie opérative

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée. Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre. Les capteurs et détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système.

b) Partie commande

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les préactionneurs permettent de commander les actionneurs; ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique . . .) et les actionneurs. Exemple : contacteur, distributeur . . . Ces préactionneurs sont commandés à leur tour par le bloc traitement des informations. Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs et détecteurs. En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches (implanté dans un automate programmable ou réalisé par des relais (on parle de logique câblée), elle va commander les préactionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande et/ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication.

c) Poste de contrôle

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle . . .). Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'Interface Homme-Machine (IHM).

III.10. Programmation des APIs

Il existe 5 langages de programmation des automates qui sont normalisés au plan mondial par la norme CEI 61131-3.

Chaque automate se programme via une console de programmation propriétaire ou par un ordinateur équipé du logiciel constructeur spécifique.

- Liste d'instructions (IL : Instruction list) : Langage textuel de même nature que l'assembleur (programmation des microcontrôleurs). Très peu utilisé par les automaticiens.
- Langage littéral structuré (ST : Structured Text) : Langage informatique de même nature que le Pascal, il utilise les fonctions comme if ... then ...else ... (si ... alors ... sinon ...). Peu utilisé par les automaticiens.
- Langage à contacts (LD : Ladder diagram) : Langage graphique développé pour les électriciens. Il utilise les symboles tels que : contacts, relais et blocs fonctionnels et s'organise en réseaux (labels). C'est le plus utilisé.
- Blocs Fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram) : Langage graphique où des fonctions sont représentées par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droites. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables. Utilisé par les automaticiens.
- GRAFCET (SFC : Sequential Function Chart) : Le GRAFCET (GRAPhe de Commande Etapes Transitions), langage de spécification, est utilisé par certains constructeurs d'automate (Schneider, Siemens) pour la programmation. Parfois associé à un langage de programmation, il permet une programmation aisée des systèmes séquentiels tout en facilitant la mise au point des programmes ainsi que le dépannage des systèmes. On peut également traduire un Grafcet en langage en contacts et l'implanter sur tout type d'automate. Certains logiciels permettent une programmation totale en langage GRAFCET et permettent de s'adapter à la plupart des automates existants (logiciels CADEPA ou AUTOMGEN). [6]

III.11. Critères de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe et les contacts commerciaux et expériences vécues sont déjà un point de départ.

Les grandes sociétés privilégieront deux fabricants pour faire jouer la concurrence et pouvoir "se retourner" en cas de "perte de vitesse" de l'une d'entre elles.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables. Il faut ensuite quantifier les besoins :

- Nombre d'entrées - sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées - sorties nécessaires devient élevé.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus...).

III.12. Présentation de l'Automate siemens S7-300

Le S7-300 est un automate de conception modulaire destiné à des tâches d'automatisation moyennes et hautes gamme. Il désigne un produit de la société SIEMENS.

La famille des systèmes d'automatisation SIMATIC S7 est une brique dans le concept de l'automatisation totale pour la fabrication et la conduite des processus.

L'automate désigné pour le contrôle de la chaîne de production d'eau est le SIEMENS S7-300 offrant la gamme des modules suivants :

- a) Unité centrale (CPU).
- b) Module d'alimentation (PS).
- c) Module d'extension IM.
- d) Module de signaux SM.
- e) Module de fonction FM.



Figure III.4: l'automate S7-300

III.13. Les caractéristiques du S7-300

L'automate S7-300 possède les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de CPU.
- Programmation libre.
- Logiciel exploitable en temps réel.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Raccordement centrale de la console de programmation avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Possibilité de mise en réseau avec :
 - L'interface multipoints (MPI).
 - Profibus.
 - Industriel ethernet.

III.13. Les modules du S7-300

III.13.1. Module d'alimentation (PS)

Le module d'alimentation PS convertit la tension secteur 120/220 V en une tension de service 24 Vcc pour alimenté le S7-300.

III.13.2. L'unité centrale (CPU)

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme utilisateur et commande les sorties.

Elle permet de régler le comportement au démarrage, la gamme S7-300 offre une grande variété de CPU tels que la CPU312, 314, 315, ...etc. chaque CPU possède certaines caractéristiques différentes des autres par conséquent le choix de la CPU pur un problème d'automatisation donné est conditionné par les caractéristiques offertes par la CPU choisie.

Deux programmes différents sont exécutés dans une CPU :

- Le programme utilisateur.
- Le système d'exploitation.

a) Programme utilisateur :

C'est un programme crée par l'utilisateur et ensuite charger dans la CPU. Il contient toutes les fonctions nécessaires au traitement de la tache d'automatisation spécifique et en plus il doit y avoir entre autre le paramétrage de la CPU.

b) Système d'exploitation

Le système d'exploitation, contenu dans chaque CPU, organise toutes les fonctions et procédures qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique. Ces tâches sont :

- Actualisation de la mémoire image.
- Appel du programme utilisateur.
- Enregistrement des alarmes et appel des OB d'alarme.
- Détection et traitement d'erreurs.
- Gestion des zones de mémoire.
- Communication.

III.13.3. Module de couplage (IM)

C'est une carte électronique utilisée pour assurer la communication entre l'unité centrale et les périphériques de l'automate (entrées/sorties, console de programmation, ...etc.).

Les coupleurs IM360, 361 ou 365 permettent de réaliser la configuration à plusieurs châssis. Ils occupent l'emplacement N°3 dans l'API et ce dernier reste vide si on n'utilise pas les coupleurs (IM).

III.13.4. Module de signaux

Les modules de signaux établissent la liaison entre la CPU du S7-300 et le processus commandé. Il existe plusieurs modules de signaux :

- Modules d'entrées/sorties TOR.
- Modules d'entrées/sorties analogiques.

III.13.5. Module de fonction

Les modules de fonction offrent les fonctions suivantes :

- Comptage.
- Régulation.
- Positionnement.

III.13.6. Module de simulation

Le module de simulation nous permet de réaliser :

- La simulation des grandeurs d'entrées avec des interrupteurs.
- L'affichage des grandeurs de sorties TOR.

III.13.7. Périphériques de communication extérieure

On peut communiquer avec l'automate par la console de programmation, elle nous permet de faire :

- Le paramétrage et le relevé d'information.

- L'introduction du programme.
- Le teste et l'observation du programme.[4]

III.14. Le logiciel de programmation TIA PORTAL

III.14.1. Présentation de logiciel TIA Portal

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V11 et SIMATIC WinCC V11 (dans la version du programme disponible au CTA de Virton).

III.14.2. Configuration matériels

Après avoir choisis un API et avoir déterminé le nombre d'entrées et sorties nous passons à la configuration matériels de l'API. Celle que nous avons effectuer est représenté dans la figure III.5.

- Un module d'alimentation.
- Une CPU 314.
- Deux modules d'entrées numériques : un de 32 et un autre de 16 entrées.
- Deux modules de sorties numériques : un de 16 et un autre de 8 sorties

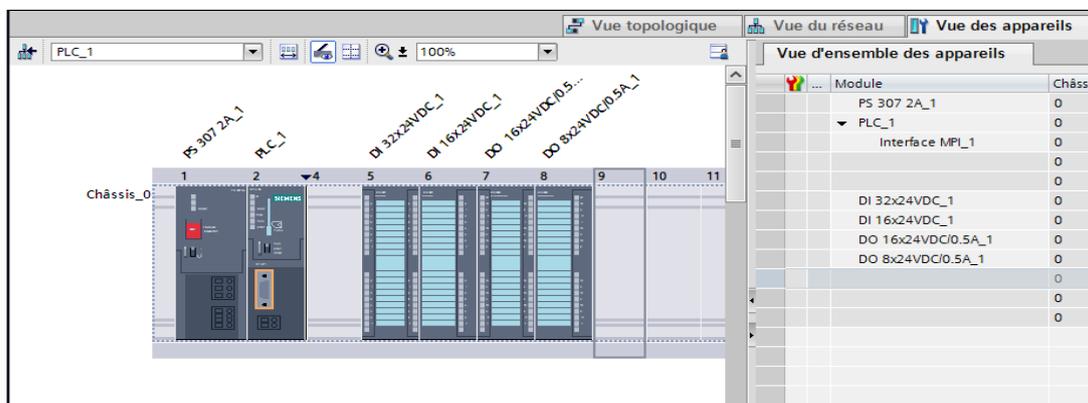


Figure III.5 : configuration matériels de la station.

III.14.3. Table des variables API

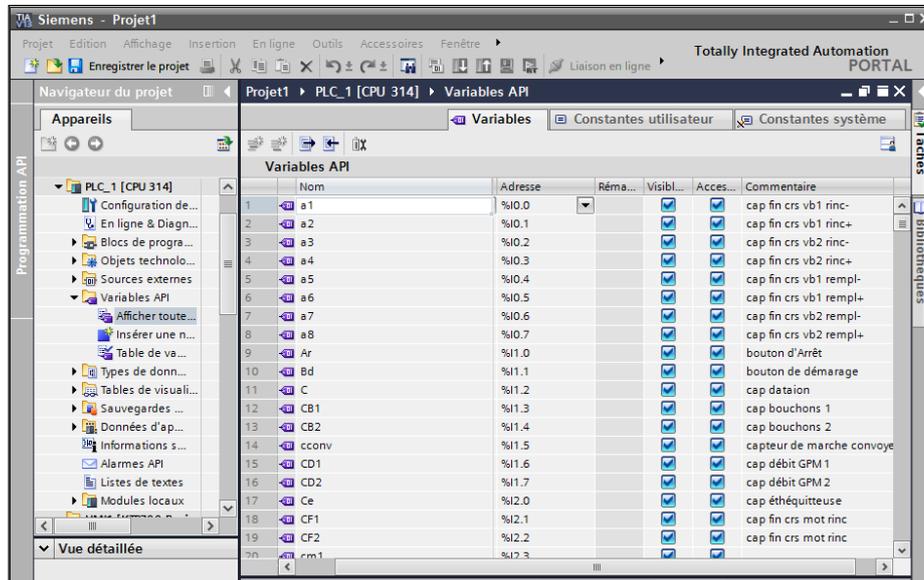
C'est dans la table des variables API qu'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les constantes utilisées dans le programme.

Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir :

- Un nom : c'est l'adressage symbolique de la variable.
- Le type de donnée : BOOL, INT,...

- L'adresse absolue : par exemple i0.4, Q1.3,...

On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable. Le commentaire peut être visible dans chaque réseau utilisant cette variable.



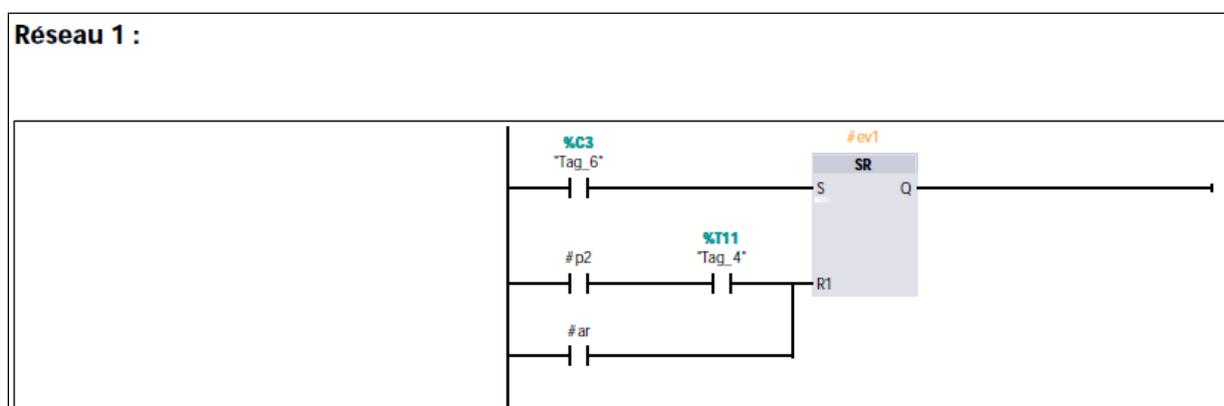
Nom	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Commentaire
a1	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap fin crs vb1 rinc-
a2	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap fin crs vb1 rinc+
a3	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap fin crs vb2 rinc-
a4	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap fin crs vb2 rinc+
a5	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap fin crs vb1 rempl-
a6	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap fin crs vb1 rempl+
a7	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap fin crs vb2 rempl-
a8	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap fin crs vb2 rempl+
Ar	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bouton d'Arrêt
Bd	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bouton de démarrage
C	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap dataion
CB1	%I1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap bouchons 1
CB2	%I1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap bouchons 2
cconv	%I1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur de marche convoye
CD1	%I1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap débit GPM 1
CD2	%I1.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap débit GPM 2
Ce	%I2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap éthéquiteuse
CF1	%I2.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap fin crs mot rinc
CF2	%I2.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cap fin crs mot rinc
cm1	%I2.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure III.6 : table des variables API.

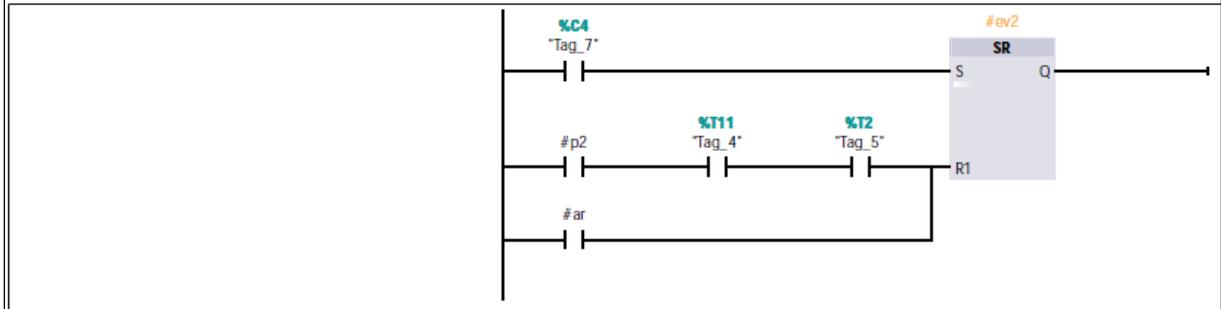
III.15. Présentation du programme de notre station

En programmant une station nous pouvons choisir la méthode de programmation séquentielle ou bien structurée, dans notre cas nous avons opté pour la programmation structurée.

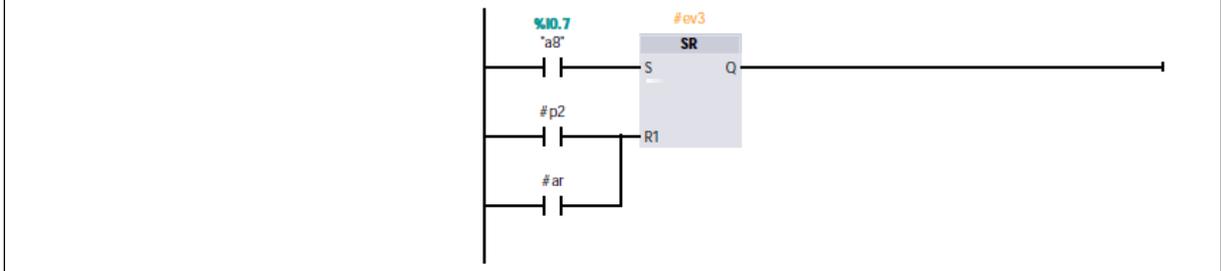
Nous donnons ci-dessous une partie du programme que nous avons réalisé, c'est le FC2 qui est le programme de la partie de remplissage.



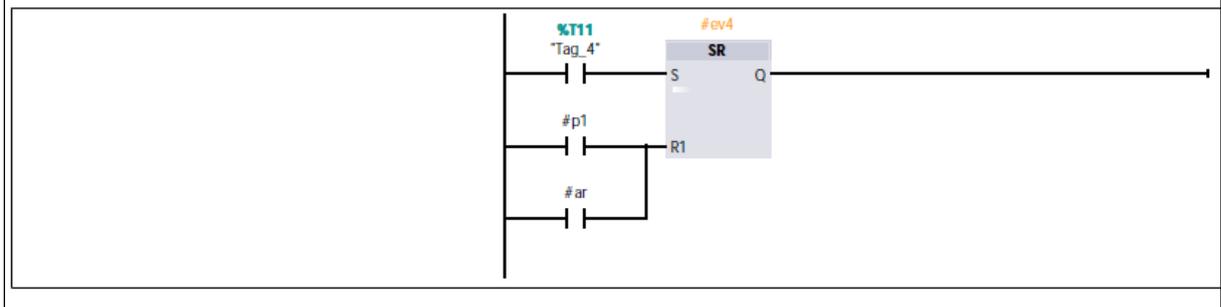
Réseau 2 :

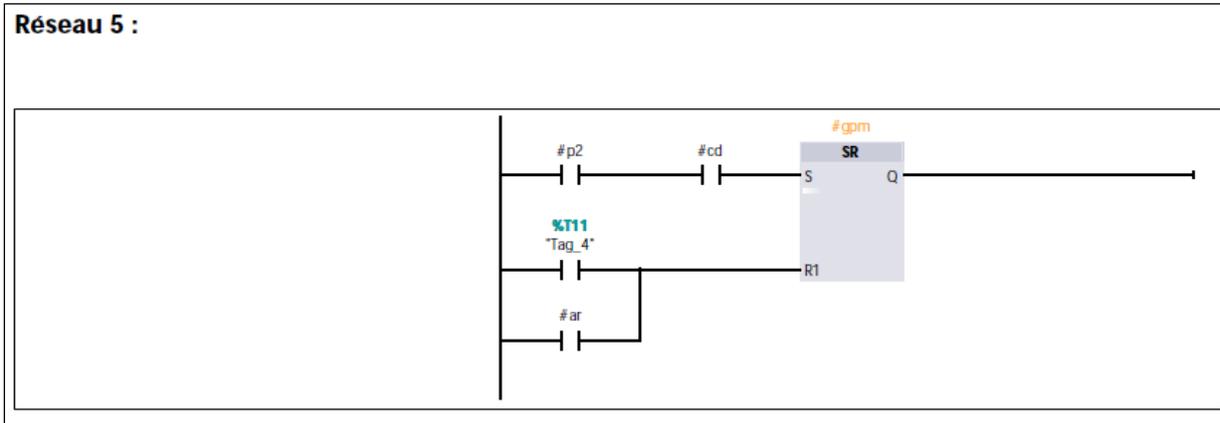


Réseau 3 :



Réseau 4 :





III.16. La supervision

La supervision est une forme évoluée du dialogue Homme/Machine. Elle présente beaucoup d'avantages pour les processus industriels, elle permet grâce à des synoptiques préalable, créés et configurés à l'aide d'un logiciel de supervision d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes de développement du fonctionnement d'un processus et de détecter les anomalies de fonctionnement.

La supervision d'un processus complexe est un domaine de croisement de nombreuses disciplines, commençant par l'automatique et l'informatique.

La supervision, et par conséquent la conduite, sont centrées sur l'homme, celui-ci étant amené à gérer des informations transformées et abstraites, visuelles et/ou sonores.

Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication, via un réseau local ou distant industriel, avec un ou plusieurs équipements : Automate Programmable Industriel, ordinateur, carte spécialisée.

Un logiciel de supervision est composé d'un ensemble de pages (d'écrans), dont l'interface opérateur est présentée très souvent sous la forme d'un synoptique.

III.17. Présentation du logiciel winCC

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM).

Le SIMATIC WinCC est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine.

[5]

III.18. Constitution d'un système de supervision

Un système de supervision est généralement composé d'un logiciel, auquel se rattachent des données provenant des automates, il assure la communication avec les périphériques et aussi l'affichage, l'archivage et le traitement des données. Ses différents modules sont :

- Module de visualisation ou d'affichage.
- Module de traitement.
- Module d'archivage.
- Module de communication.

III.19. Réalisation des représentations de supervision de la station

Pour représenter l'intégralité du processus, 7 représentations graphiques ont été développées :

- Une page d'accueil.
- Vue du menu principal.
- Vue de rinçage.
- Vue de remplissage.
- Vue d'alimentation en bouchons.
- Vue de serrage de bouchons (bouchonneuse).
- Vue d'étiquetage et de datation.

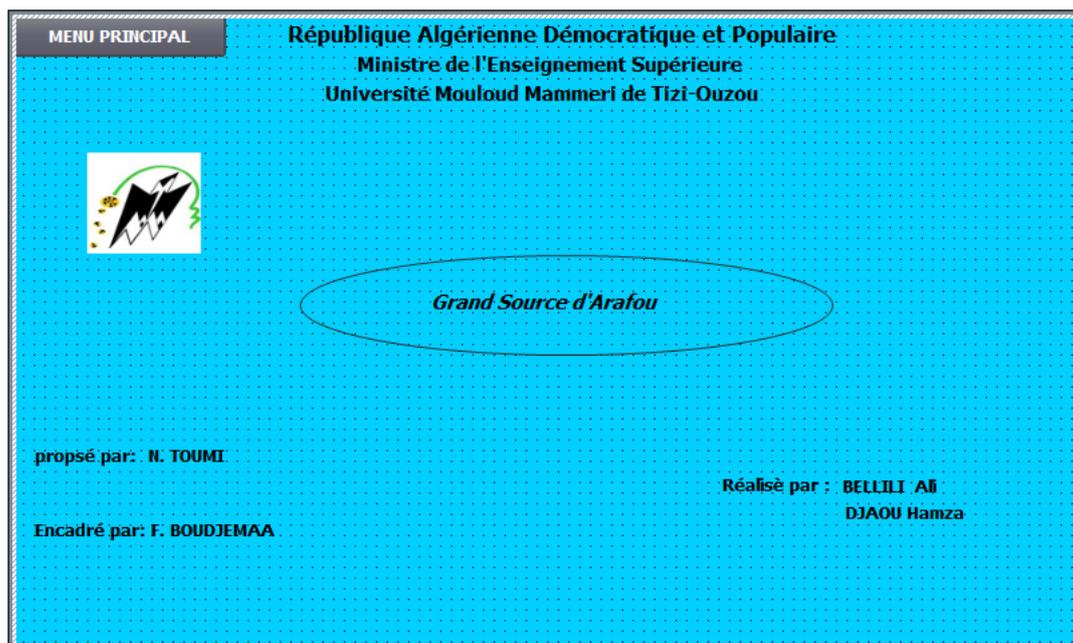


Figure III.7: vue de la page d'accueil.

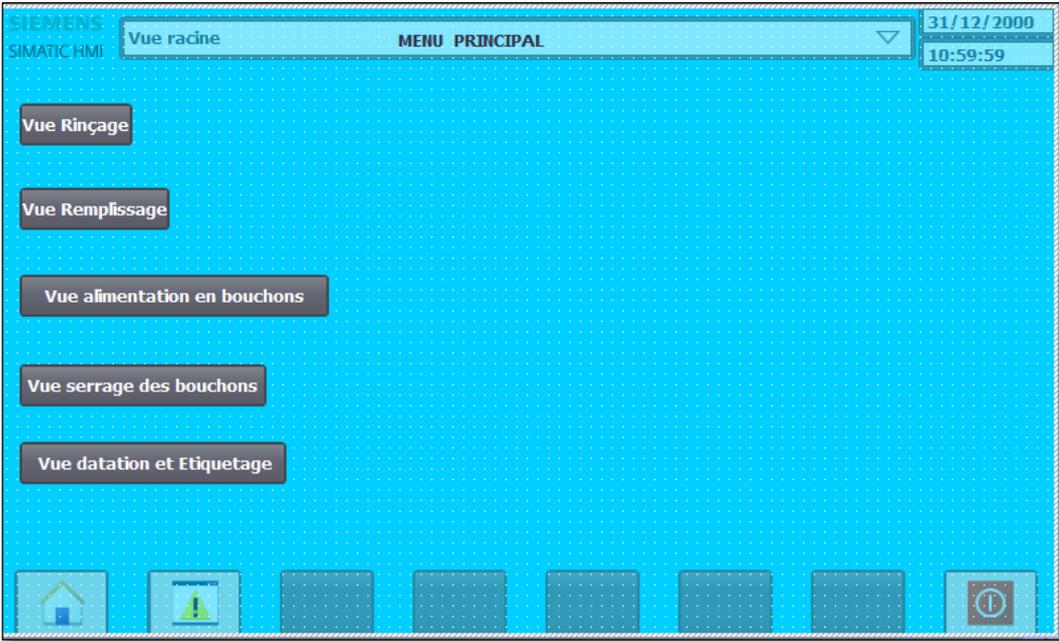


Figure III.8 : vue du menu principal.

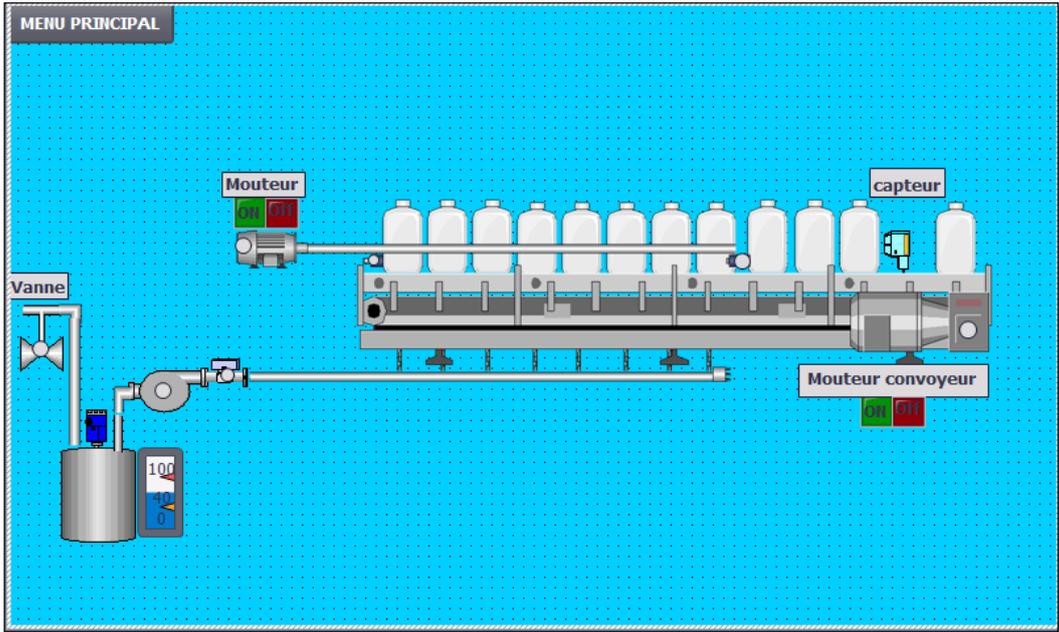


Figure III.9 : vue de rinçage.

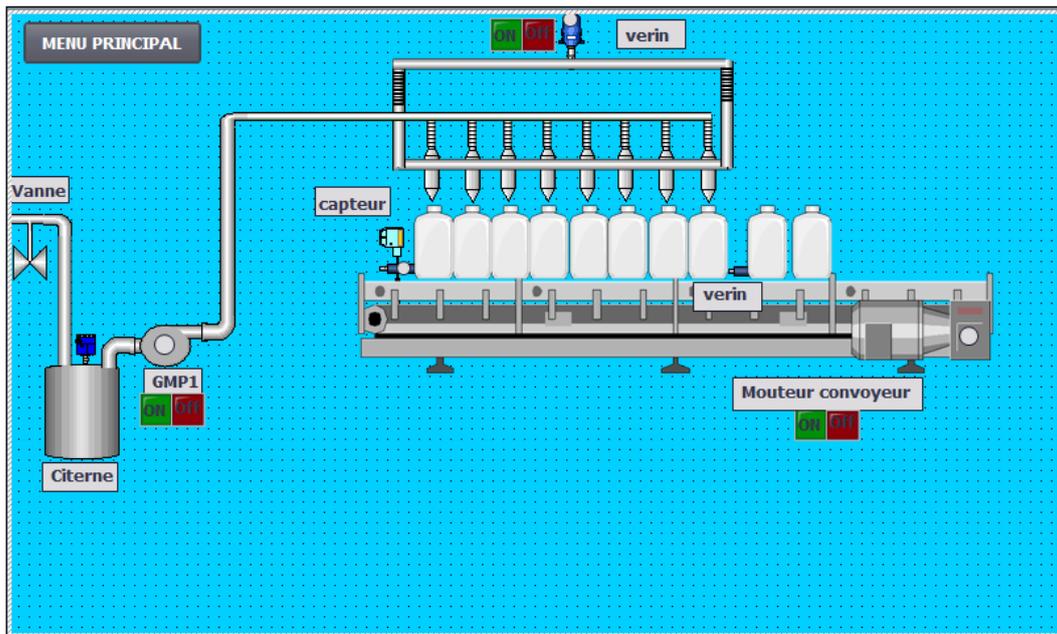


Figure III.10 : vue de remplissage.

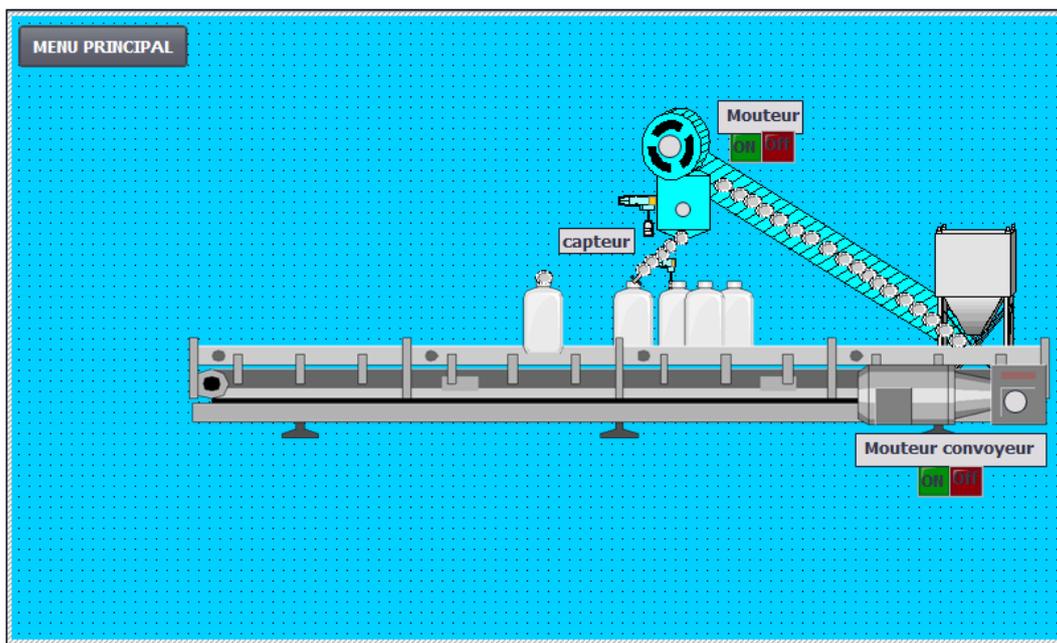


Figure III.11 : vue d'alimentation en bouchons.

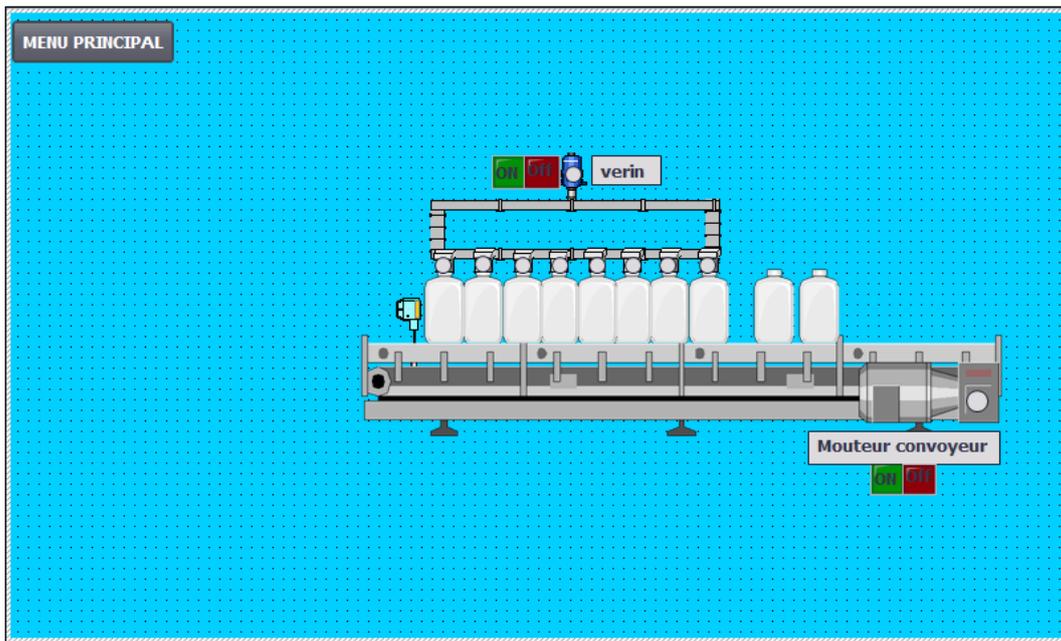


Figure III.12 : vue d serrage de bouchons (bouchonneuse).

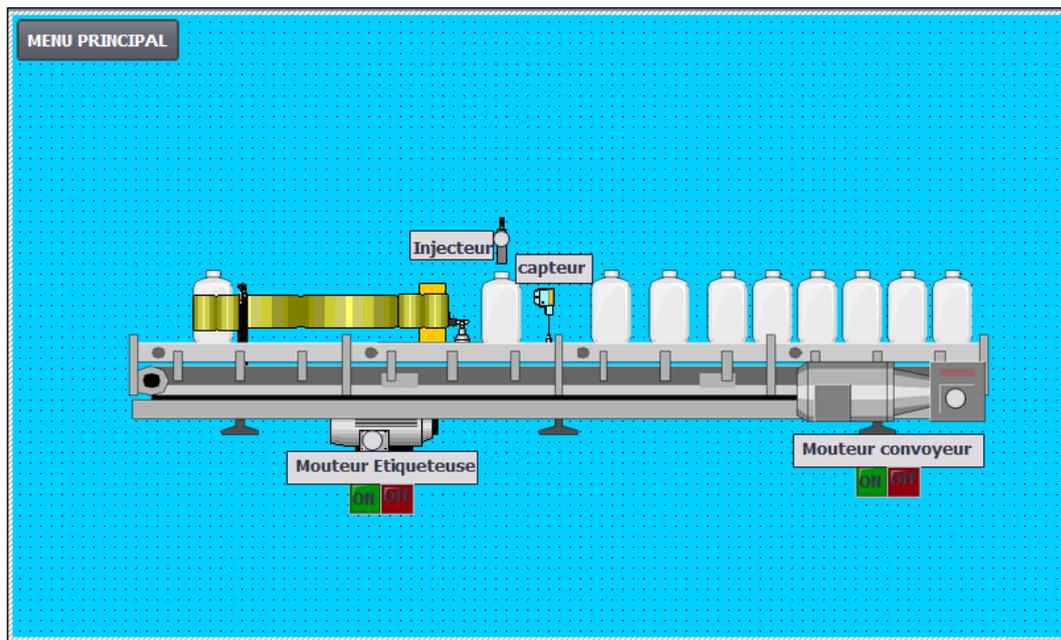
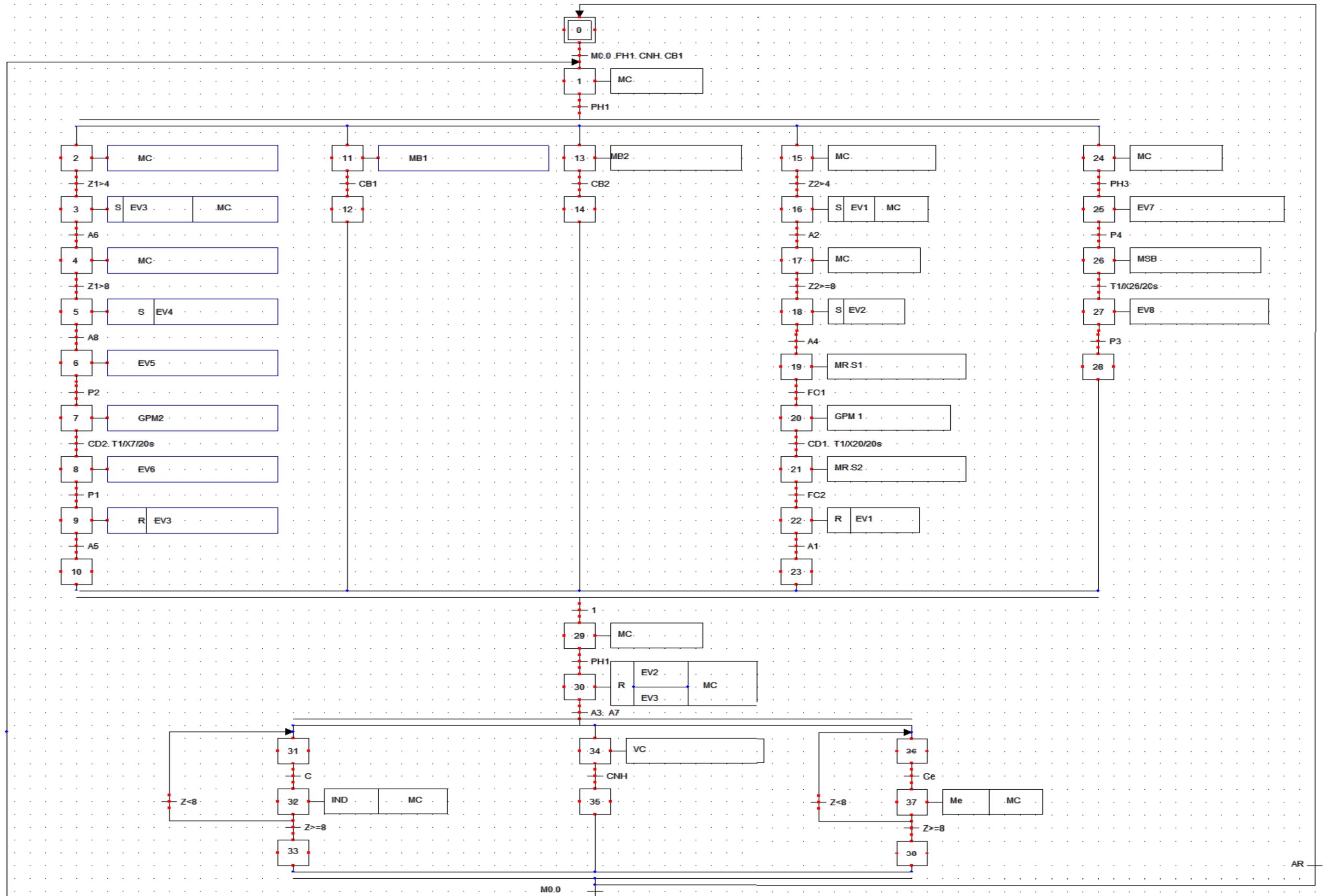


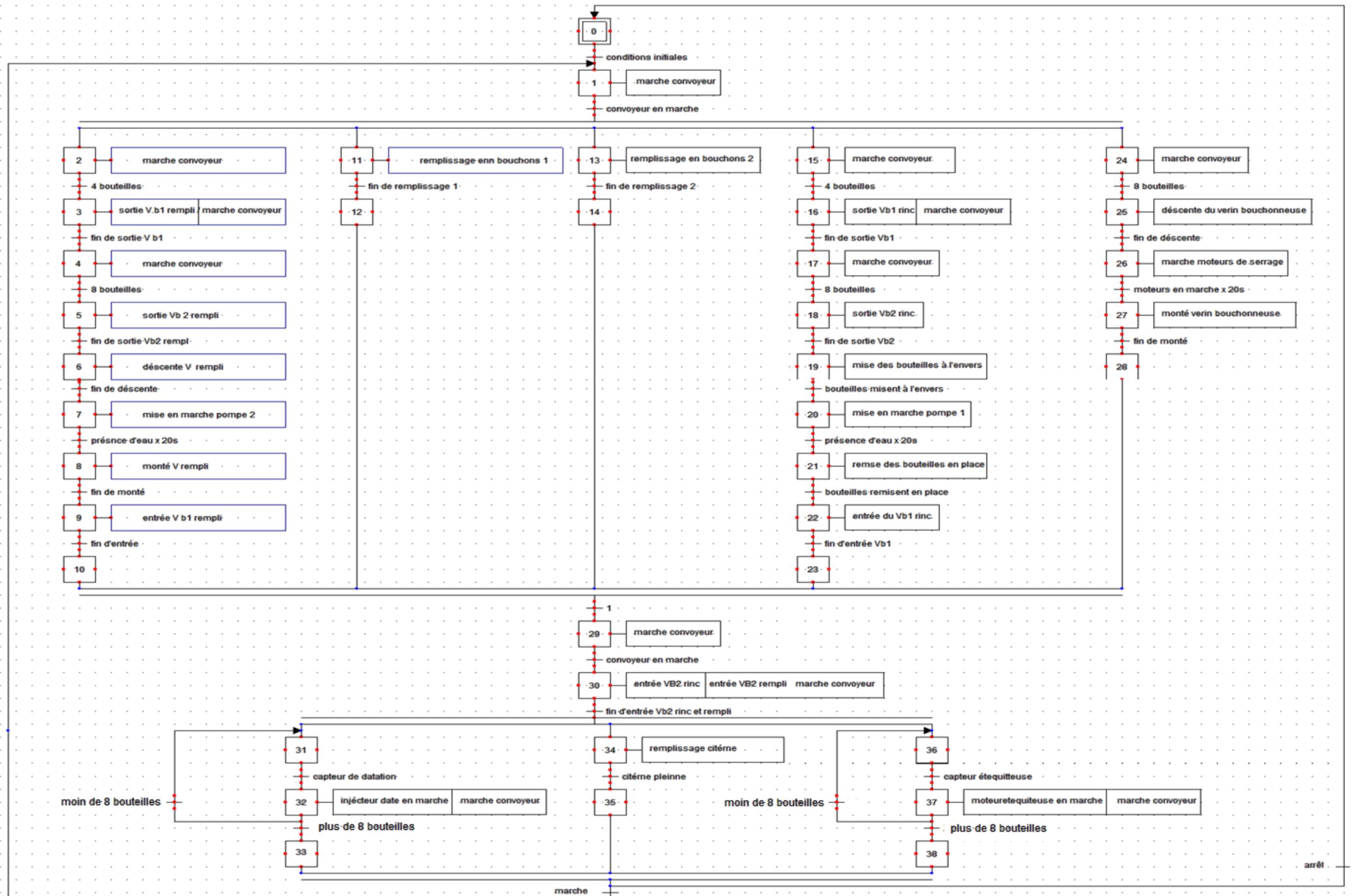
Figure III.13 : vue d'étiquetage et de datation.

III.20. Conclusion

De nos jours, l'automate programmable industriel n'est plus seulement une machine séquentielle mais il est plutôt considéré comme un calculateur de processus grâce aux énormes progrès quant à la structure de base, la qualité, la diversité des outils proposés et ses langages de programmation. Son insertion dans les procédés à automatiser constitue un passage obligé pour augmenter les performances des processus.



Grafcet niveau 1



Grafcet niveau 1

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail qui nous a été demandé consiste à étudier et à réaliser la commande et le contrôle par automate programmable de la chaîne de production d'eau des bouteilles de cinq litre. Au préalable, nous tenons à souligner l'expérience très enrichissante acquise au cours du stage au sein de la SARL GSA pour l'élaboration de ce projet de fin d'étude.

En premier lieu, nous avons étudié le fonctionnement de la chaîne de production et constaté les inconvénients qui relèvent de son fonctionnement. L'outil GRAFCET nous a permis d'élaborer la modélisation de la chaîne. Après étude des concepts clés des systèmes de commande et des systèmes automatisés on a réalisé le programme qui convient au bon fonctionnement du processus. Enfin nous avons effectué une supervision du programme à l'aide du logiciel wincc.

Au cours de ce projet nous avons acquis beaucoup de connaissance que ce soit sur le plan matériel ou sur le plan programmation, L'automatisation de ce processus nous a prélevé une grande probabilité d'être appliqué et réalisé sur le terrain.

Ce projet nous a été très bénéfique à plusieurs titres :

- Il nous a permis de nous familiariser avec les automates programmables en particulier le S7-300, et nous initier encore plus à leur langage de programmation.
- Renforcer nos connaissances théoriques par une expérience pratique non négligeable dans l'automatisation.

Puisse ce modeste travail servir de base de départ pour notre vie professionnelle, et être bénéfique aux promotions à venir.

Résumé:

Le travail présent dans ce mémoire est basé essentiellement sur l'utilisation des automates programmables SIEMENS. Notre travail est la programmation d'un automate programmable industriel siemens de type S7-300 à l'aide du logiciel TIA PORTAL afin d'automatisé la commande d'une chaine de production d'eau pour les bouteilles de cinq litres, et vérifier son bon fonctionnement avec une simulation de la supervision à l'aide du logiciel wincc flexible.

Mots clés : automates programmables SIEMENS S7-300, chaine de production d'au, logiciel TIA PORTAL, logiciel PLCSIM, supervision, wincc flexible.

Bibliographie

- [1] support de cours, Variation de vitesse des machines asynchrones, par philippe LE BRUN.
- [2] <http://www.sitelec.org>, Pascal DEREUMAUX, 2001.
- [3] Automate Programmable Industriel, L. BERGOUGNOUX, POLYTECH Marseille, 2005.
- [4] Automatisation d'une chaine de production de lait à base de l'API S7-300 SARL SOUMMAM, mémoire d'ingénieur, BEN MAMMAR et BENABDI, 2006 à UMMTO.
- [5] CTIA01 « centre de technologie Avancée » : Programmation des automates S7-300 – Introduction au logiciel TIA Portal
- [6] Bases de la technique d'automatisation, F. Ebel, S. Idler, G. Prede, D. Scholz, 2008.
- [7] les moteurs électriques. Etienne GAUCHERON. Edition 2004.
- [8] <http://genie.industriel.iaa.free.fr>, Richard MATHIEU,