

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

**Mémoire de Fin d'Etudes**  
**de MASTER ACADEMIQUE**

Domaine : **Sciences et Technologies**

Filière : **Electronique**

Spécialité : **Instrumentation**

Présenté par

**BOUACEM MOURAD**  
**BOUHAMADOUCHE HAMZA**

**Thème**

**Etude et Automatisation du Système**  
**d'Emplissage de Bouteilles de Gaz butane**  
**Par l'API S7-300**

Mémoire soutenu publiquement le 26/09/ 2018 devant le jury composé de :

**Promoteur :**

Mme OUSLIMANI.F

**Président :**

Mr LAZRI.M

**Examineur :**

Mr OUALOUCHE.F

Année universitaire : 2017/2018

# *Remerciements*

*Ce travail n'aurait pu être réalisé sans le soutien de notre famille et mes amies la disponibilité et les compétences de chacun m'ont souvent permis de franchir des obstacles en apparence insurmontables. Que soient donc ici, remerciez tous ceux qui nous ont communiqués l'énergie et la confiance nécessaire au déroulement de cette thèse.*

*Au terme de ce travail nous tenons à remercier en premier lieu notre promoteur Madame OUSLIMANI FARIDA enseignante à l'université de Tizi-Ouzou. Qui n'a jamais cessé de nous encourager à poursuivre ce travail dans les meilleures conditions.*

*Nous tenons aussi à remercier nos deux encadreurs Mr MENDJEL et le technicien Djemaa mohend pour le temps qu'ils nous ont réservé et pour leurs éclaircissements très utiles et leur contribution à notre intégration au sein de l'entreprise NAFTAL*

*Nos remerciements s'adressent aussi à Mme IMESOU DEN SAMIRA, chef de département d'instrumentation a l'entreprise GIP particulièrement pour son encadrement, son aide et sa disponibilité*

# DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents,*

*A mes frères Bilal et Amine,*

*A mon ami du parcours Hamza avec lequel j'ai eu le plaisir de travailler et à toute sa famille.*

*Et mes copains Madjid, Ali, mon cousin Abdou et à tout(e)s mes ami(e)s.*

*A tous les étudiants du département d'électronique*

*Que Dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé et longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler.*

*Mourad*

# *Dédicace*

*A mes très chers parents qui n'ont jamais cessé de me soutenir tout au long de mon parcours d'étude.*

*A mon ami du parcours Mourad avec lequel j'ai eu le plaisir de travailler et à toute sa famille.*

*Et mes copains Mohammed, Hamza, et à tout(e)s mes ami(e)s.*

*A tous les étudiants du département électronique*

*Que dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé et longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler.*

# SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I: PRESENTATION ET DESCRIPTION DU CENTRE	
EMPLISSEUR	
I.1 INTRODUCTION .....	2
I.2DESCRIPTION GENERAL DE NAFTAL.....	2
I.3 L'ORGANISATION DE L'ENTREPRISE NAFTAL.....	2
I.4 DESCRIPTION DU CENTRE EMBLISSEUR D'OUED AISSI.....	3
I.5 ORGANIGRAMME DU CENTRE.....	3
I.5.1 Loge d'entrée .....	4
I.5.2 Parc de stationnement .....	4
I.5.3Bâtiment administratif .....	4
I.5.4 Parc de stationnement des camions citernes .....	5
I.5.5 Poste de (chargement/déchargement) de camions .....	5
I.5.6 Réservoirs de stockage .....	6
I.5.7 Hall d'emplissage .....	6
I.5.8 Réseau anti-incendie .....	7
I.5.9Station de pompage GPL .....	8
I.5.10Salle des compresseurs a air .....	8
I.5.11 atelier de soudure et d'entretien .....	9
I.5.12 salle pour tableau électrique .....	9
I.5.13Atelier de réparation .....	10
I.5.14Vestiaires du personnel.....	10
I.5.15 Stockage des bouteilles vides/remplies .....	10
I.6 CHAINE LOGISTIQUE DES GPL.....	11
I.6.1 L'approvisionnement .....	11
I.6.2 Le ravitaillement.....	11
I.6.3 La livraison .....	11
I.7 CONCLUSION.....	11

## CHAPITRE II:PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE REPLISSAGE DE BOUTEILLES

II.1 INTRODUCTION .....	12
II.2 PRESENTATION GENERALE DU HALL DE REPLISSAGE.....	12
II.3 FONCTIONNEMENT DES ELEMENTS CONSTITUANT LE HALL DE REPLISSAGE .....	14
II.3.1 Palettiseuse.....	14
II.3.2 Poste de déchargement .....	14
II.3.3 Poste de chargement .....	14
II.3.4 Convoyeur à rouleaux .....	15
II.3.5 Convoyeur à chaîne .....	15
II.3.6 Poste de tri manuel.....	16
II.3.7 Bascule de contrôle de poids .....	16
II.3.8 Admission pneumatique .....	17
II.3.9 Ossature de carrousel .....	18
II.3.10 Poste d'emplissage à débitmètre massique .....	18
II.3.11 Sous ensemble tête d'emplissage .....	19
II.3.12 Pince d'emplissage .....	19
II.3.13 Extracteur de gaz .....	20
II.3.14 Skid de Régulation carrousel .....	20
II.3.15 Détecteur de fuite .....	21
II.3.16 Réseau d'électricité et de données CUC .....	22
II.4 INSTRUMENTATION UTILISEE .....	24
II.4.1 Les capteurs .....	24
II.4.2 Caractéristique des capteurs .....	25
II.4.3 Electrovanne .....	26
II.4.4 Les actionneurs.....	26
II.4.5 Les relais .....	26
II.4.6 Les bascules .....	26
II.4.7 Les vérins .....	26
II.4.7.a- Vérins a simple effet .....	26
II.4.7.b- Les vérins a double effet.....	27
II.4.8 Distributeurs .....	27

II.5 SYSTEME DE SECURITE UTILISE DANS LE HALL DE REPLISSAGE .....	28
II.5.1 Détection Automatique de Fumée .....	28
II.5.2 Détection automatique de température .....	28
II.5.3 Détection automatique de flamme UV/IR .....	29
I.6 CONCLUSION.....	29

## CHAPITRE III : MODALISATION ET DESCRIPTION DES API

III.1 INTRODUCTION.....	30
III.2 DEFINITION DU GRAFCET .....	30
III.3 STRUCTURE DU GRAFCET.....	30
III.4.1 Les étapes .....	30
III.4.2 Les transitions .....	31
III.4.3 Les actions.....	32
III.4.4 Les réceptivités .....	32
III.4.5 Les liaisons orientées .....	32
III.4 REGLES D'EVOLUTION DU GRAFCET .....	32
III.4.1 Etape initial .....	33
III.4.2 Validation d'une transition.....	33
III.4.3 Franchissement d'une transition .....	34
III.4.4 Franchissement simultané .....	34
III.4.5: Activation et désactivation simultanées.....	34
III.5 CONFIGURATION COURANTES DU GRAFCET .....	34
III.5.1 Séquence unique .....	34
III.5.2 Séquence simultanées (ET) .....	35
III.5.3 Séquence exclusive(OU) .....	35
III.5.4 Saut d'étapes .....	36
III.5.5 Reprise d'étapes .....	36
III.6 NIVEAU D'UN GRAFCET .....	36
III.4.1 Niveau1 .....	36
III.4.2 Niveau2 .....	37
III.4.3 Niveau3 .....	37
III.7 Programmation en diagramme d'échelle (ladder).....	37

III.8	CAHIER DE CHARGE .....	38
III.9	ORGANIGRAMME .....	39
III.10	APPLICATION DU GRAFCET DANS L'UNITE .....	40
III.11	ABREVIATION UTILISEE DANS LA MODELISATION.....	40
III.12	HISTORIQUE SUR LES API .....	42
III.13	DEFINITION D'UN AUTOMATE PROGRAMMABLE .....	42
III.13.1	Description des éléments d'un API .....	43
III.14	STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE .....	44
III.14.1	Partie opérative .....	44
III.14.2	Partie commande .....	44
III.15	LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS D'UN SYSTEME AUTOMATISE .....	45
III.15.1	Les avantages .....	45
III.15.2	Les inconvénients .....	45
III.16	TRANSFERT DU PROGRAMME DANS L'AUTOMATE PROGRAMMABLE .....	45
III.17	PRESENTATION DE L'AUTOMATE S7-300 .....	46
III.18	LES MODULES DU S7-300 .....	46
III.18.1	Le module d'alimentation (PS .....	47
III.18.2	Unité centrale(CPU).....	47
III.18.3	Module de coupleur (IM).....	47
III.18.4	Modules de signaux (SM) .....	48
III.18.5	Modules d'entrée TOR .....	48
III.18.6	Modules de sorties TOR .....	48
III.18.7	Modules d'entrées et sortie analogique .....	48
III.18.8	Modules de fonctions (FM).....	48
III.18.9	Module communication (CP). .....	48
III.18.10	Interface AS-I.....	49
III.18.11	Interface Multi Point .....	49
III.18.12	Châssis d'extension (UR.....	49
III.19	RACCORDEMENT AVEC LA CONSOLE DE PROGRAMMATION .....	49
III.19.1	Les différents langages de programmation. ....	50

III.19.2 les blocs utilisateurs .....	50
III.19.2.a- Bloc d'organisation (OB) .....	50
III.19.2.b-Bloc fonctionnel (FB) .....	50
III.19.2.c- les fonctions (FC) .....	50
III.19.2.d- Bloc de données (DB) .....	51
III.19.3 les blocs système .....	51
III.19.4 Domaines d'utilisation des API .....	51
III.19.5 Mise en œuvre du système automatisé .....	51
III.20 CONCLUSION .....	52

## CHAPITRE IV : SOLUTION ET SIMULATION

IV.1 INTRODUCTION.....	53
IV.2DEFINITION DU STEP7 .....	53
IV.3 PROGRAMMATION SOUS STEP7 .....	53
IV.3.1 démarrage de step7 .....	53
IV.3.2 Configuration matérielle .....	56
IV.3.3 Création de la table des mnémoniques .....	56
IV.4 CREATION DES BLOCS .....	57
IV.4.1Bloc de donnée 'DB1' .....	57
IV.4.2 Bloc d'organisation 'OB1 .....	57
IV.4.3 La fonction ' FC1 ' .....	58
IV.5 SIMULATION DE PROGRAMME AVEC S7-PLCSIM.....	58
IV.5.1.Présentation de S7-PLCSIM .....	58
IV.5 .2.Ouverture du simulateur et chargement de programme élaboré.....	59
IV.5.2.1 Ouverture du simulateur S7-PLCSIM .....	59
IV.5 .2.2 Chargement du programme .....	60
IV.5 .2.3.Configuration du simulateur .....	60
IV.5 .2.4. Exécution du programme.....	61
IV.5 .2.5 Simulation de programme.....	62
IV.6 CONCLUSION .....	63
CONCLUSION GENERALE .....	64

## LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : organigramme du centre.....	3
Figure I.2 : schéma synoptique du centre emplisseur Oued-Aissi .....	4
Figure I.3 : chargement en source d'un camion-citerne .....	5
Figure I.4 : Sphère Et Cigare .....	6
Figure I.5 : Hall d'emplissage.....	7
Figure I.6 : schéma synoptique du réseau anti-incendie .....	8
Figure I.7 :Pomperie GPL.....	8
Figure I.8 : compresseur d'air à piston .....	9
Figure I.9 : redressage pieds de bouteilles .....	9
Figure I.10 : tableau TGBT.....	10
Figure I.11 : groupe électrogène.....	10
Figure I.12: stockage de bouteilles .....	10
Figure II.1 : Hall de remplissage .....	13
Figure II.2: Palettiseuse .....	14
Figure II.3 : Poste de déchargement.....	14
Figure II.4 Poste déchargement .....	15
Figure II.5 : Convoyeur à rouleaux.....	15
Figure II.6 : Convoyeur à chaine.....	15
Figure II.7: Poste de tri manuel.....	16
Figure II.8: Bascule de contrôle de poids .....	16
Figure II.8: Automate indicateur de poids .....	17
Figure II.9 Admission pneumatique .....	17
Figure II.10 : carrousel.....	18
Figure II.11: Poste d'emplissage à débitmètre massique.....	18
Figure II.12 : sous ensemble tête d'emplissage.....	19
Figure II.13 Pince d'emplissage.....	20
Figure II.14: Extracteur de gaz .....	20
Figure II.15 :Régulation du carrousel.....	21
Figure II.16 :Détecteur de fuite .....	22
Figure II.17 :CUC.....	23
Figure II.18 :capteur aimant.....	24

Figure II.19 :type de capteur .....	25
Figure II.20 :capteur d'éjection.....	25
Figure II.21:Vérin simple effet avec sortie par ressort .....	25
Figure II.22:vérin double effet classique .....	27
Figure II.23:Schématisation des distributeurs .....	27
Figure III.1 Etape du grafcet et son action.....	30
Figure III.2étape active .....	31
Figure III.3 étape inactive.....	31
Figure III.4 étape initiale .....	31
Figure III.5transition simple.....	32
Figure III.6 illustration de la validation d'une transition.....	33
Figure III.7 séquence unique .....	34
Figure III.8 séquence simultanées ET .....	35
Figure III.9 séquence simultanées OU .....	35
Figure III.10 Reprise et saut d'étapes.....	36
Figure III.11 Organigramme du raisonnement pour la modélisation du système de remplissage.....	39
Figure III.12 Structure interne d'un API .....	43
Figure III.13:Système automatisé.....	44
Figure III.14 Transfert de programme dans un automate .....	45
Figure III.15Modules du s7-300 .....	46
Figure IV.1 Démarches de programmation avec STEP 7.....	54
Figure IV.2 assistant de création de projet STEP 7 .....	54
Figure IV.3 Choix de la CPU .....	55
Figure IV.4 Choix d'un langage de programmation .....	55
Figure IV.5 Nom du projet.....	56
Figure IV.6 Fenêtre configuration matérielle.....	57
Figure IV.7 Fenêtre de création des mnémoniques .....	58
Figure IV.8Fenêtre des blocs .....	59
Figure IV.9 Fenêtre d'ouverture de simulateur S7-PLCSIM .....	60
Figure IV.10 Fenêtre de chargement de programme dans l'API.....	61
Figure IV.11Fenêtre de configuration du simulateur. ....	61
Figure IV.12 Sélection de mode de la CPU .....	62
Figure IV.13 La simulation de programme.....	63

# LES ABREVIATIONS

SPA : société par action

ERDP : Entreprise nationale de raffinage et de distribution de produits pétroliers

GPL : gaz de pétrole liquéfié)

GPAO : gestion de la production assistée par ordinateur

TGBT : tableau générale de basse tension

CAMFLEX II MASONEILLAN : Vanne rotative de régulation

ADF ; antidéflagrante

CUC ; contrôleur universel de crisplant

CPI-Ex : L'interface CP L'alimentation électrique des capteurs connectés

Contrôleur HMI/ ; contrôleur d'automatisme en temps réel

UFM ; poussoir de bouteilles installé sur chaque machine d emplissage

API : automate programmable industriel

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande Etapes-Transitions

# INTRODUCTION GENERALE

---

## INTRODUCTION GENERALE :

L'automatisation de l'application industrielle joue un rôle de plus en plus important dans l'économie mondiale et dans l'expérience quotidienne. Actuellement, les automates programmables sont fonctionnels dans plusieurs domaines. De par la simplicité de leur mise en oeuvre et de leur implémentation, ils occupent une place importante dans les processus d'automatisation.

Lors de ces dernières années, l'utilisation des automates programmable industriels (API) est constatée dans toutes les installations industrielles notamment celles du pétrole et du gaz. L'entreprise NAFTAL de Tizi-Ouzou a débuté l'expérience des installations automatisées pour améliorer ses qualités de production et de service en introduisant justement ces API.

Notre travail consiste à étudier et automatiser la chaîne de remplissage du gaz butane que nous avons eu comme projet de fin d'étude chez l'entreprise NAFTAL. Ainsi, nous proposons l'utilisation de la gamme SIMATIC-S7-300 de SIEMENS, un automate très utilisé dans l'industrie vue les nombreux avantages qu'il offre. Tous les programmes qui commandent l'ensemble des processus de cette station ont été implémentés en langage STEP 7, un langage de programmation qui constitue un outil standard pour les systèmes d'automatisation SIMATIC.

A cet effet, le contenu de notre mémoire est réparti en quatre chapitres :

Le premier chapitre est consacré à la présentation générale du centre de remplissage.

Le deuxième chapitre est consacré à la description de l'instrumentation utilisée dans la conception de cette station.

Dans le troisième chapitre, nous développerons la solution proposée par l'outil GRAFCET.

Le dernier chapitre est consacré à l'automatisation par STEP7.

En fin, nous terminons notre travail par une conclusion générale.

## I.1 INTRODUCTION :

Dans ce chapitre, nous présentons la société industrielle NAFTAL où s'est déroulé notre stage. Les différentes missions et activités basés principalement sur l'emplissage des bouteilles butane de 13Kg sont présentées. Nous décrivons les caractéristiques du centre tel que son organisation personnelle qui permet de définir la structure hiérarchique de chaque agent, ainsi que sa sécurité. En fin, nous allons présenter les différentes unités du centre emplisseur de OUED AISSI

## I.2 DESCREPTION GENERALE DE NAFTAL :

NAFTAL est une Entreprise Nationale de Commercialisation et de Distribution des produits Pétroliers, une **SPA** (société par action) issue de **SONATRACH**, l'entreprise ERDP (Entreprise nationale de raffinage et de distribution de produits pétroliers) a été créé en 1974 et mise en marche en 1975. Elle est chargée de l'industrie du raffinage et de la distribution des produits pétroliers sous le sigle NAFTAL. [1]

-NAFT : nom du pétrole en arabe

-AL : diminutif d'Algérie.

La mission principale de NAFTAL est la distribution et la commercialisation des produits pétroliers sur le marché national, comme elle intervient dans les domaines suivants:

- L'enfutage des GPL.
- La formulation de bitume.
- La distribution, les stockages et la commercialisation des carburants, lubrifiants Pneumatiques, GPL carburants, produits spéciaux.
- Transports des produits pétroliers.
- Distribution des produits pétroliers et dérivés. [2]

## I.3 L'ORGANISATION DE L'ENTREPRISE NAFTAL:

NAFTAL est une entreprise à caractère commercial basée sur le principe de la spécialisation par ligne de produit et la distribution des produits GPL sur toutes les stations-services réparties géographiquement sur le territoire national. Avec un personnel de 30 000 agents.

## Chapitre I Présentation et description du centre de remplissage

NAFTAL est le premier distributeur de produits pétroliers en Algérie. Elle contribue à hauteur de 51% de l'énergie final en fournissant 10 millions de tonnes de produits pétroliers par ans.

### I.4 DESCRIPTION DU CENTRE EMPLISSEUR DE OUED AISSI :

Ce centre est construit en 1974 et mis en service un an après sous le code 151 distant de 10 Km de TIZI OUZOU ville et 110 Km d'Alger, d'une capacité de stockage de BUTANE (1500 Tonnes) et PROPANE (150 Tonnes).

Le centre est composé de 15 zones d'exploitation et d'annexes permettent la gestion des ressources humaines et matériels, d'ateliers de maintenance et réparation, de stations électriques, et d'une station anti-incendie.

### I.5 ORGANIGRAMME DU CENTRE :

L'organigramme suivant décrit la position hiérarchique de chaque service :

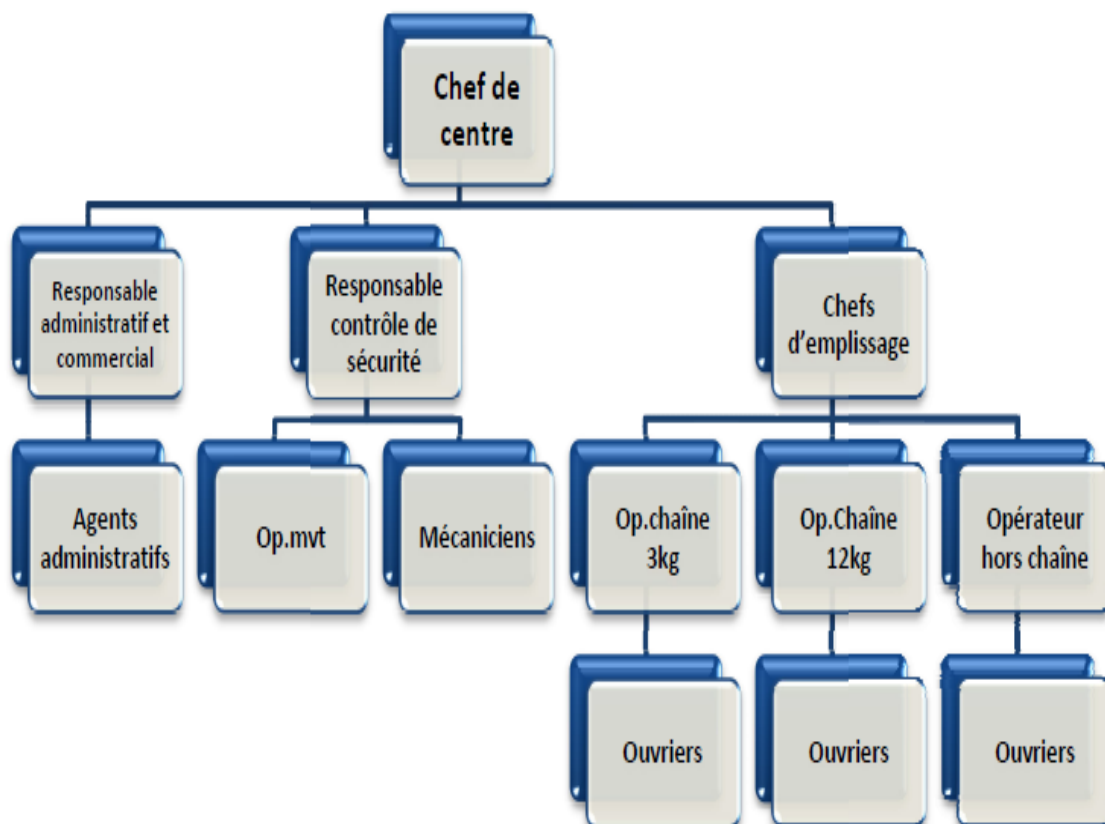
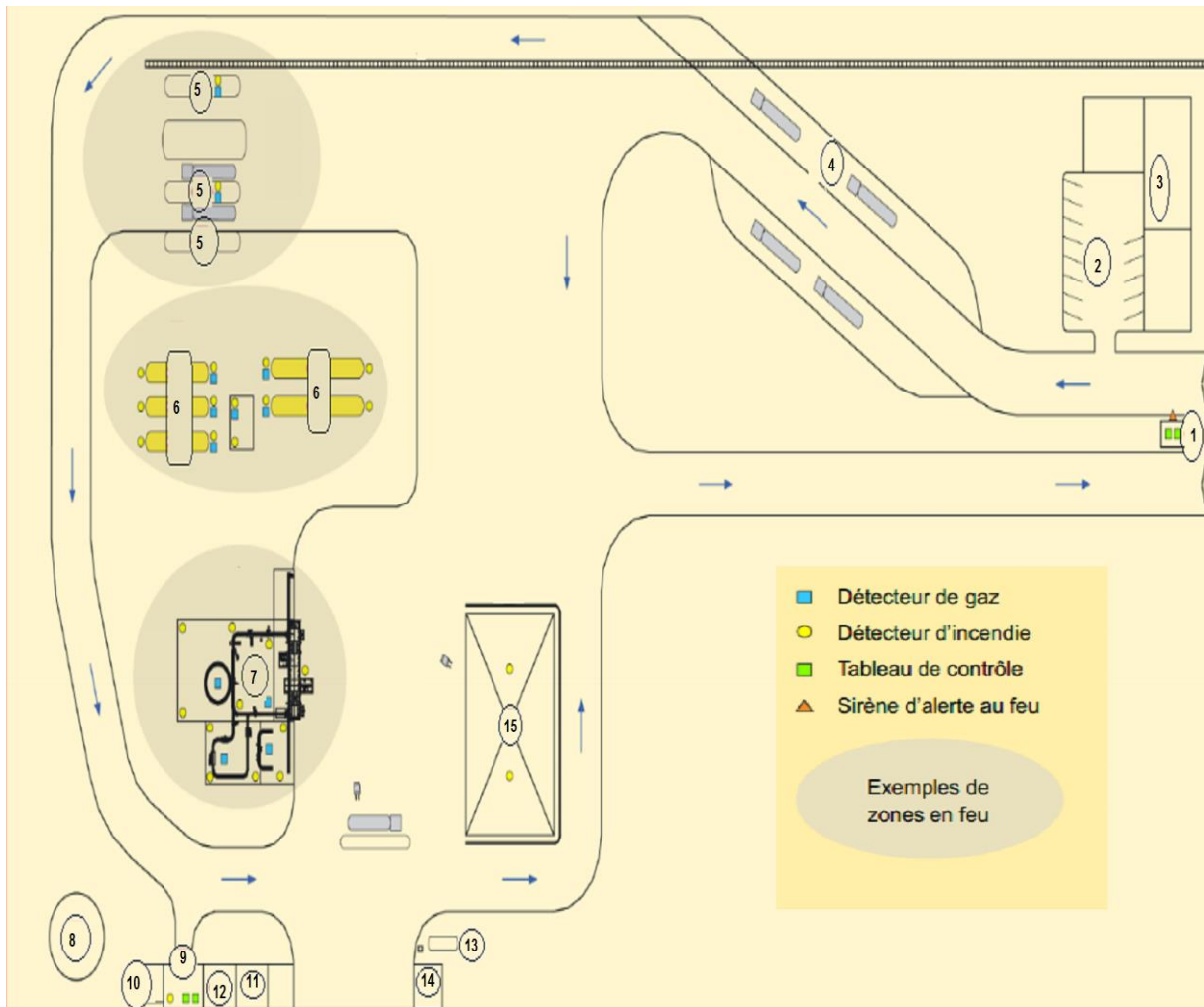


Figure I.1 : Organigramme du centre

# Chapitre I Présentation et description du centre de remplissage

Ce schéma d'organisation de l'entreprise répond au double objectif suivant:



**Figure I.2 :** schéma synoptique du centre emplisseur Oued-Aissi

## I.5.1 Loge d'entrée :

Le système de contrôle d'accès a pour but la gestion des entrées et des sorties (temps de présence) des piétons tels que : personnel, visiteurs, clients ...etc

## I.5.2 Parc de stationnement :

Réservé aux véhicules du personnel et visiteurs

## I.5.3 Bâtiment administratif :

Se compose de :

- Secrétariat : assure la réception, l'enregistrement et la distribution du courrier du district.

## Chapitre I Présentation et description du centre de remplissage

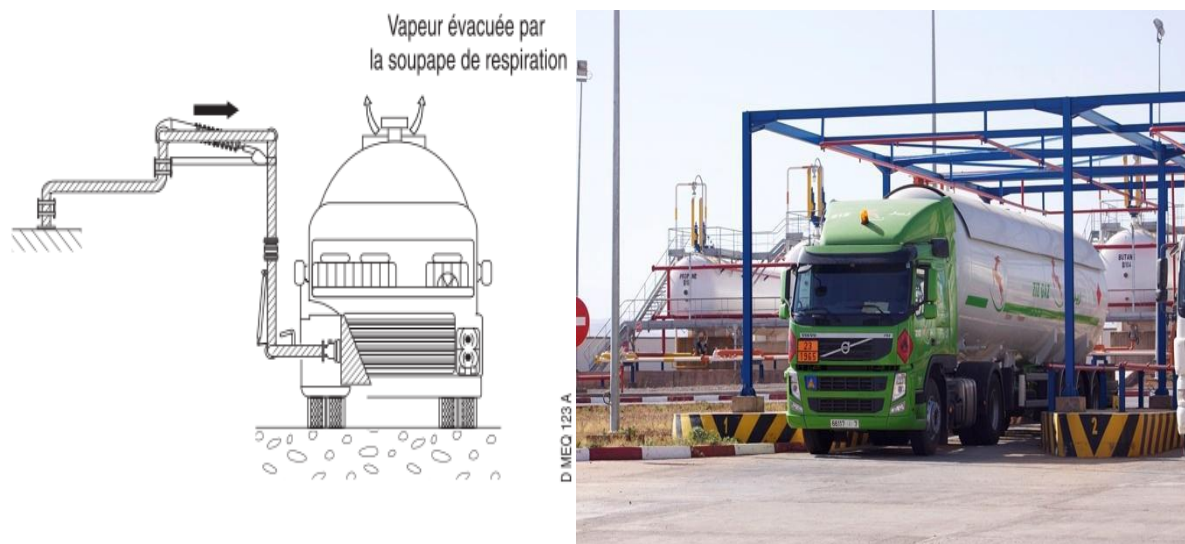
- Sureté interne : ses objectifs principaux sont la protection du patrimoine de la société et la neutralisation de toute action de nuisance à la société.
- Juriste : assure l'assistance juridique et le suivi du contentieux ainsi que les marchés du district.
- Sécurité industrielle : son rôle principal est la surveillance des installations industrielles du district. En se basant sur la stratégie de prévention et d'intervention.
- Service informatique de gestion : les activités principales sont :
  - La gestion de l'information à l'aide du logiciel NAFTCOM
  - le comptage des informations provenant des autres structures du district
  - la maintenance de l'outil informatique.

### I.5.4 Parc de stationnement des camions citernes :

Le GPL (gaz de pétrole liquéfié) est distribué dans des camions citernes. La première procédure suivie par le centre, c'est de peser le poids total du camion par des capteurs de poids qui sont réparties sur le pont-basculé de 50 tonnes.

### I.5.5 Poste de chargement/déchargement de camions :

Par suite le camion sera dépoté dans les unités de stockages grâce à ces 3 postes de chargements/déchargements (Figure I.3)



**Figure I.3 :** chargement en source d'un camion-citerne

## I.5.6 Réservoirs de stockage :

Il est constitué de trois sphères(1) et deux cigares(2) de capacité 1000 m<sup>3</sup> et 150 m<sup>3</sup> chacun pour l'alimentation du hall d'emplissage seront installés pour le stockage du Butane/propane déchargé par les camions citernes et seront équipés d'un système de régulation et l'instrumentation nécessaire au bon fonctionnement. (Figure I.4)



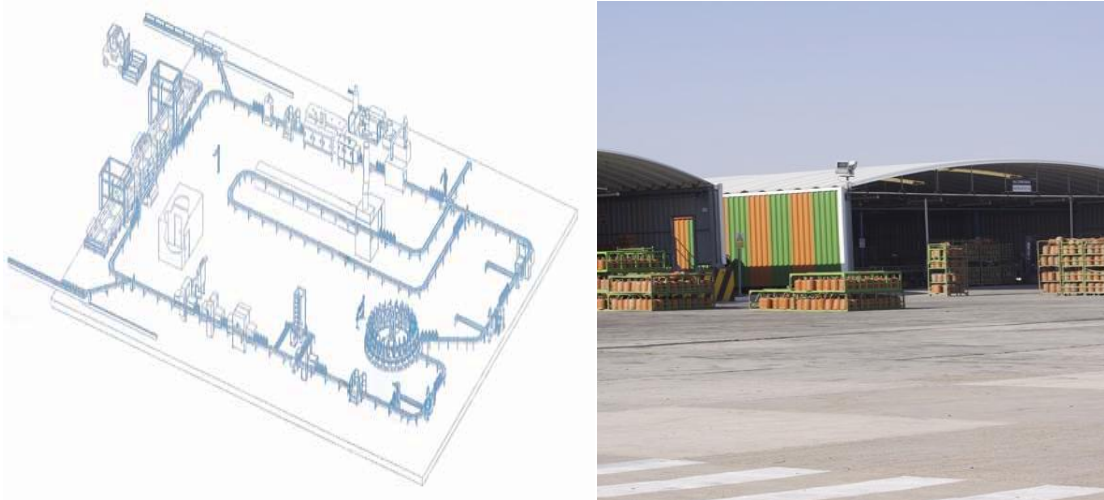
Figure I.4 : Sphère et cigare

## I.5.7 Hall d'emplissage :

A l'intérieur de l'unité, un système d'emplissage procédé à une grande vitesse appelé carrousel (manège) ayant 24 postes (bascules électroniques) de marque *KOSAN CRISPLANT*. Les bouteilles de butane B13 sont transportées par un convoyeur à chaîne équipée de différentes machines d'exploitation. Un carrousel complètement automatique a de nombreux avantages (Figure I.5), à savoir :

- Grande précision et rapidité d'emplissage jusqu'à 1200 B/h.
- Fiabilité et résistance des équipements prouvées et mondialement reconnues.
- Faible taux de remplacement de pièces, évitant ainsi des arrêts de production.
- Dimensionnement de l'usine en fonction des besoins du client.

Le kit de ce carrousel comprend également d'autres équipements qui seront décrits en détail dans le chapitre suivant.



**Figure I.5 :** Hall d'emplissage

### **I.5.8 Réseau anti-incendie :**

Le centre emplisseur de OUED AISSI est doté d'un réseau eau anti-incendie tout autour des installations de l'ouvrage avec l'installation des matériels et équipements de lutte anti-incendie. Ce système se compose des installations suivantes :

- Un réseau de tuyauterie de distribution d'eau anti-incendie sous pression en boucles fermées.
- Une pomperie eau anti-incendie composée de deux électropompes de 300 m<sup>3</sup>/h chacune et une motopompe de 600m<sup>3</sup>/h.
- Arrêts d'urgence implantés dans les différentes zones du dépôt :
  - Zones de stockage
  - Postes de chargements/déchargement camions et wagons
  - Pomperie carburants
  - Unité de traitement des effluents
  - Zone de vidange tuyauterie.
- Armoire de commande et signalisation incendie (local sécurité)
- Automate processus : pour la commande des différents actionneurs : pompes carburants, vannes motorisées, vannes de sécurisé, armoires électriques,...

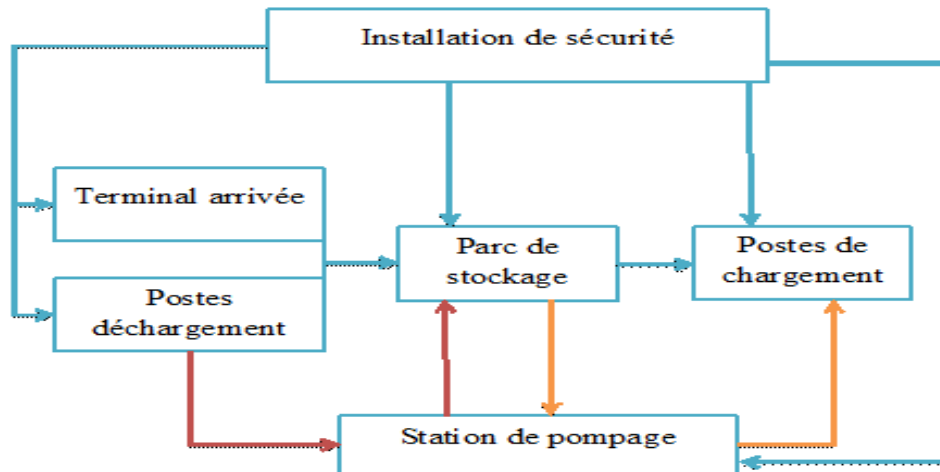


Figure I.6: schéma synoptique du réseau anti-incendie

### I.5.9 Station de pompage GPL :

Elle est dotée d'un réseau de tuyauterie/Robinetterie/Raccorderie d'alimentation permet le chargement/déchargement des camions citerne, l'alimentation du hall d'emplissage et le transvasement entre les sphères de stockage.(Figure I.7)



Figure I.7 : Pomperie GPL

### I.5.10 Salle des compresseurs a air :

L'unité de production de l'Air comprimé est composée de :

- deux groupes compresseurs d'une pression maximale de 10 bar chacun
- Un réseau de distribution pour toutes les conduites d'air du centre
- Deux réservoirs de stockage de capacité 150 litres chacun.
- L'instrumentation nécessaire telle que les manomètres, vannes, poste de commande et l'asservissement pour le marche/arrêt



**Figure I.8 :** compresseur d'air à piston

### **I.5.11 atelier de soudure et d'entretien :**

C'est une unité qui vérifie les bouteilles déformées en testant leur étanchéité sous une pression de 30 bar par un banc à 10 postes d'emplissage avec bascule électronique et un autre poste pour souder les pieds des bouteilles déformées (figure I.9)



**Figure I.9 :** redressement des pieds de bouteilles

### **I.5.12 salle pour tableau électrique :** Elle contient

- Un groupe électrogène de puissance 600KVA.
- Une salle de contrôle comprenant : Les postes de commande et de supervision, automates d'exploitation, GPAO, centrale détection gaz et incendie ... etc.
- Un tableau de distribution électrique basse tension (TGBT) assurant l'alimentation de toutes les installations du Centre emplisseur.



**Figure I.10 :** groupe électrogène **Figure I.11 :** tableau TGBT

### **I.5.13 Atelier de réparation :**

La réparation des moteurs et les circuits électriques des différents instruments utilisés dans le centre. Ainsi que le changement des pièces de rechanges.

### **I.5.14 Vestiaires du personnel :**

équipé d'un nombre suffisant d'armoires individuelles par mesure de sécurité les travailleurs sont obligés de porter des vêtements de travail spécifiques (par exemple, des uniformes) ou des équipements de protection individuelle (par exemple, des lunettes de protection)

### **I.5.15 Stockage des bouteilles vides/remplies :**



**Figure I.12 :** stockage de bouteilles

### **I.6 CHAINE LOGISTIQUE DES GPL :**

#### **I.6.1 L'approvisionnement:**

C'est une action d'acheminer les produits pétroliers d'une raffinerie, vers un centre primaire, soit celui d'ELHARRACH (code16A) ou bien CARROBIER (code169), ce transfert est réalisé par pipe -line.

#### **I.6.2 Le ravitaillement:**

Lorsque les centres de stockages (primaires) sont bien chargés, alors on a deux étapes, l'acheminement des produits pétroliers d'un centre Primaire vers les centres secondaires (dépôt) par des camions citernes, les dépôts n'ont aucune relation avec les raffineries, et chaque entrepôt couvre un ensemble de dépôt.

#### **I.6.3 La livraison:**

C'est la phase finale, qui intervient au niveau du réseau de distribution, son rôle est d'assurer la disponibilité des produits, dans les zones de consommation (stations-services, clients).

### **I.7 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons décrit la société NAFTAL. Nous nous sommes intéressés particulièrement au centre emplisseur de OUED AISSI. Ainsi, ses différents organismes.

Vu qu'on premier lieu la société NAFTAL fait l'approvisionnement du gaz à travers des camions citernes, les différentes phases que suit le gaz avant d'arriver chez le client final sont présentés .Le gaz sera dépoté dans les citernes de stockage pour alimenter le hall d'emplissages des bouteilles.

Le chapitre suivant est consacré à la présentation du système de remplissage du centre emplisseur de OUED AISSI.

### II.1 Introduction :

Dans ce chapitre, le hall d'emplissage des bouteilles de gaz de butane est présenté. Le principe de fonctionnement global de ses différents éléments ainsi que les instruments nécessaires utilisés sont décrits. Nous terminons ce chapitre par la présentation du système de sécurité du hall qui permet de promouvoir la fiabilité et la sûreté du centre.

### II.1 PRESENTATION GENERALE DU HALL DE REMPLISSAGE :

Les différentes étapes de l'emplissage des bouteilles sont (voir figure II.1) :

- Tout d'abord, les bouteilles destinées à l'emplissage sont chargées sur le système de convoyeur à chaîne (1) de l'installation d'emplissage à partir d'un palettiseur dépalettiseur (2).
- Les bouteilles sont acheminées via les trois lignes d'entrée (1.1, 1.2, 1.3) vers le module de jonction (3) où elles fusionnent en une seule ligne. En amont du module de jonction, on pourra installer un système de lavage (4) pour assurer une plus grande lisibilité des valeurs de tare des bouteilles sur le dôme de ces dernières.
- Les bouteilles sont transportées sur cette ligne vers la station de saisie de la tare (5). Toutes les données (type de bouteille, volume net de la bouteille, valeur de tare) sont archivées dans la mémoire tampon des données des bouteilles, prêtes à être utilisées.
- Les bouteilles sont acheminées vers le module d'aiguillage/triage (6) où elles sont soit orientées vers l'emplissage (6.1), soit envoyées vers un autre triage (6.2) soit non lues (6.3).
- Les bouteilles orientées vers l'emplissage (6.1) sont transportées vers le module d'entrée du carrousel (7). Les bouteilles sont alors introduites dans le carrousel (8), chaque poste d'emplissage reçoit une bouteille. Sur le carrousel s'effectuent l'emplissage et le contrôle de poids de toutes les bouteilles.

## Chapitre II principe de fonctionnement du système de remplissage de B13

- Après l'emplissage, les bouteilles sont éjectées du carrousel par un module de sortie (9) soit vers le premier module de traitement (10), dans ce cas un détecteur de fuites, soit vers une voie de triage (9.1) qui les achemine vers une bascule de remise au poids (11) en cas de sous/sur emplissage. Le contrôle d'étanchéité des bouteilles s'effectue dans le premier module de traitement (10).
- Les bouteilles sont ensuite transférées au module de traitement suivant (12), dans ce cas un module de contrôle des valves. Chaque module de traitement possède une voie de triage (10.1, 12.1) pour les bouteilles non étanches.
- Après le dernier module de traitement (12), les bouteilles sont transférées vers les trois lignes du convoyeur à chaîne de sortie (12.2, 12.3, 12.4) qui les ramènent vers le palettiseur-dépalettiseurs.

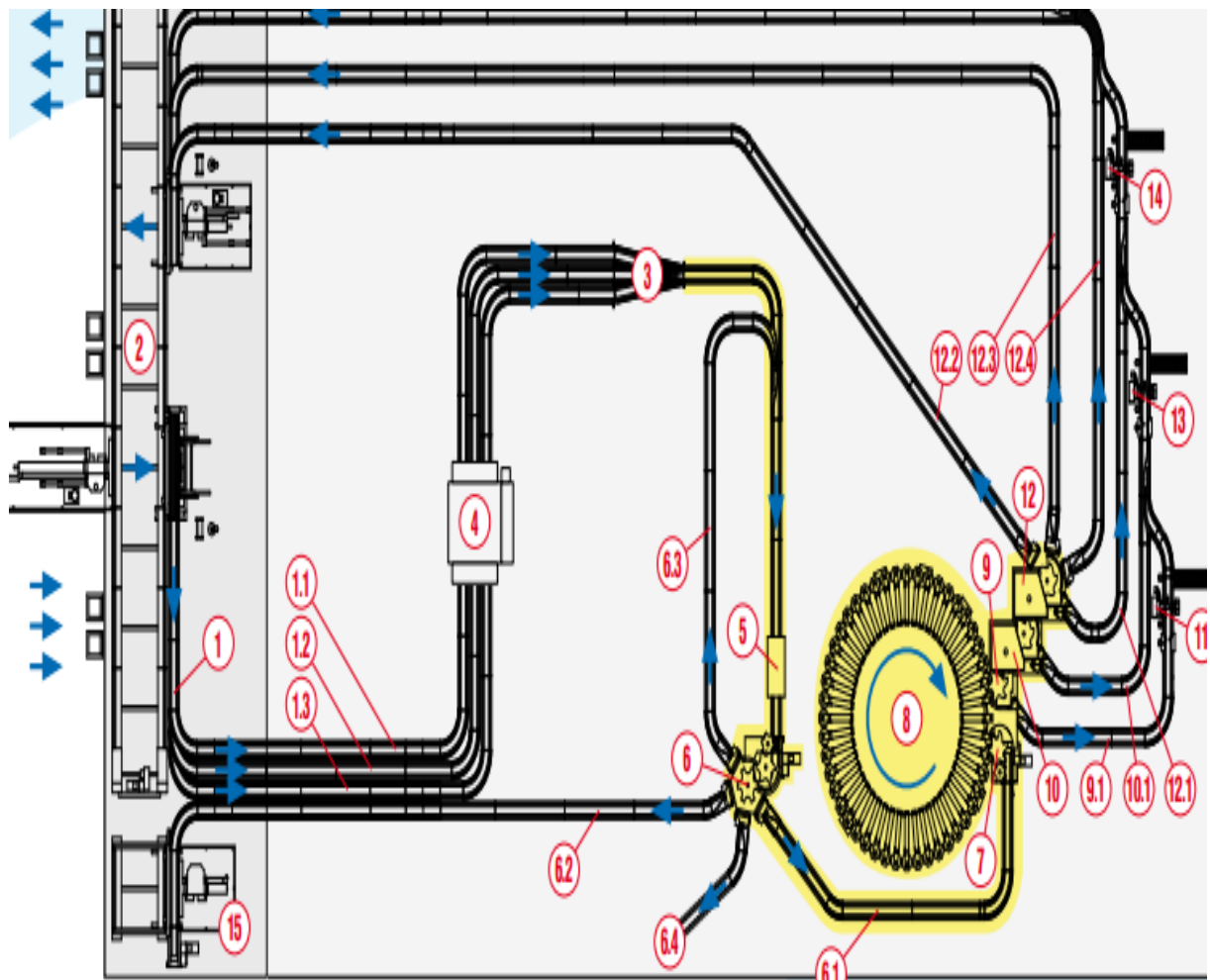


Figure II.1 : Hall de remplissage

## II.2 FONCTIONNEMENT DES ELEMENTS CONSTITUANTS LE HALL DE REMPLISSAGE :

### II.3.1 Palettiseuse :

La palettiseuse est une machine entièrement modulaire qui permet de soulever les casiers, grâce à chaque module qui reçoit une ou deux paires de vessie à levage, suite à une pression pneumatique donnée. (Figure II.1)

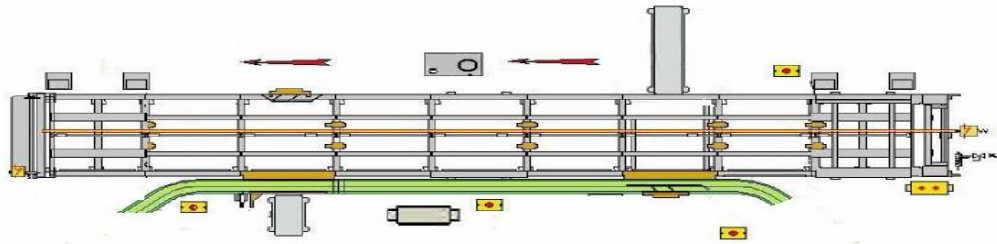


Figure II.2 : Palettiseuse

### II.3.2 Poste de déchargement :

Ce modèle consiste en une barre de poussée guidée et animée par un vérin hydraulique. un soufflage permet de réduire la course du vérin (figure II.3)



Figure II.3 : Poste de déchargement

### II.3.3 Poste de chargement :

La barre de poussée est guidée dans les deux axes par galets et animée par un vérin hydraulique (figure II.4)



**Figure II.4 :** Poste déchargement

### II.3.4 Convoyeur à rouleaux :

Ces convoyeurs à rouleaux sont composés d'une ossature métallique galvanisée à chaud équipée de rouleaux en acier zingué, son épaisseur est de 3 mm (18 rouleaux au mètre) avec axe, équipée de roulements à billes. L'ensemble est fourni avec pieds et chevilles de fixation au sol.



**Figure II.5 :** Convoyeur à rouleaux

### II.3.5 Convoyeur à chaîne :

L'ensemble des poste sont reliés avec le convoyeur ce dernier véhicule les bouteilles sur des chaînes très solides, cette chaîne est entraînée par des pignons et glisse sur des bandes en pyramide.



**Figure II.6 :** convoyeur à chaîne

### II.3.6 Poste de tri manuel :

Cette machine est destinée au tri des bouteilles. Une impulsion sur un bouton poussoir commande d'une part la sortie de l'arrêt de bouteilles et d'autre part l'éjection automatique de la bouteille lorsque celle-ci se présentera face au convoyeur de dérivation. Le retour du poussoir de dérivation provoquera la rentrée de l'arrêt de bouteilles. Lorsque le convoyeur principal présente un espace libre, l'automatisme autorise l'introduction de bouteilles en attente depuis le convoyeur secondaire sur le convoyeur principal.

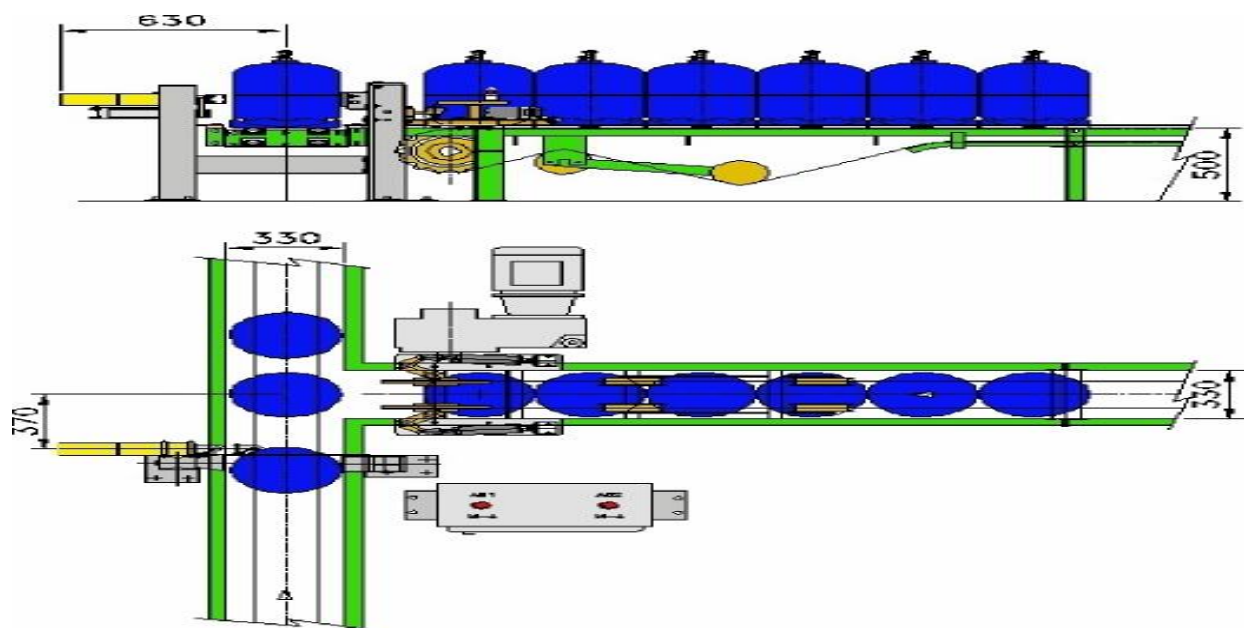


Figure II.7 : Poste de tri manuel

### II.3.7 Bascule de contrôle de poids :

Cette bascule est destinée au contrôle de poids des bouteilles avant l'emplissage.



Figure II.8 : Bascule de contrôle de poids

Lorsque la bascule est en fonctionnement, la bouteille qui se présente au poste est automatiquement isolée de la chaîne par le dispositif de lavage, les bouteilles suivantes sont arrêtées par l'opérateur de l'arrêt de bouteille, après avoir pris connaissance du poids, il libère celle-ci en effectuant une impulsion sur la pédale. Une fois la bouteille libérée, il peut marquer la tare sur la bouteille.



**Figure II. 8 :** Automate indicateur de poids

### II.3.8 Admission pneumatique :

Ce dispositif permet l'introduction automatique des bouteilles vides sur les balances d'emplissage du carrousel. Cet ensemble à fonctionnement pneumatique est implanté en extrémité du convoyeur à chaînes.



**Figure II.10 :** Admission pneumatique

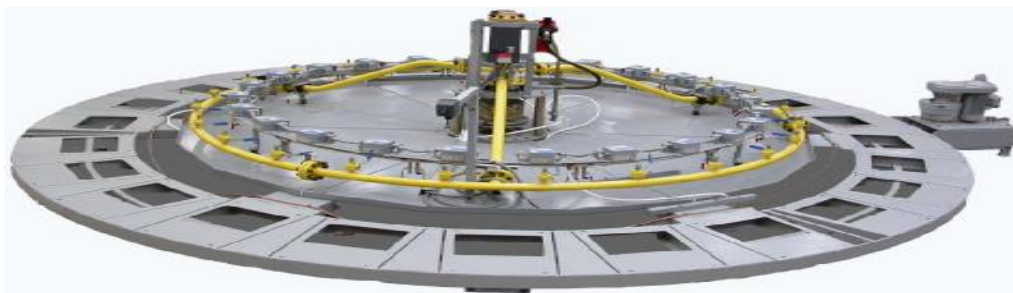
### II.3.9 Ossature de carrousel :

La structure du carrousel a été spécialement étudiée pour fonctionner avec les postes d'emplissage électroniques (bascule d'emplissage ou poste d'emplissage à débitmètre).

- Spécification :

Nombre de bascules d'emplissage ..... : **24**

Niveau par rapport au sol..... : **+500mm**



**Figure II.11** : carrousel

### II.3.10 Poste d'emplissage à débitmètre massique :

Poste installé sur carrousel destiné à l'emplissage des bouteilles GPL équipées d'un robinet, l'emplissage s'effectue au poids total ou poids de tare.

- **Les avantages :**
  - Gestion de l'ensemble purement électronique et de sécurité intrinsèque.



**Figure II.12** : Poste d'emplissage à débitmètre massique

- **Précision :**
  - Affichage 50kg, division interne
  - Auto calibrage à chaque pesée du système d'emplissage, via la liaison avec la bascule de contrôle.
- **Simplicité :**
  - Peu de composants pneumatiques et électriques.
  - Aide à la maintenance par l'intermédiaire (opérateur) de l'interface à la Machine (afficheur et clavier de l'automate).
  - Simulation de fonctionnement en pas à pas

### II.3.11 Sous ensemble tête d'emplissage :

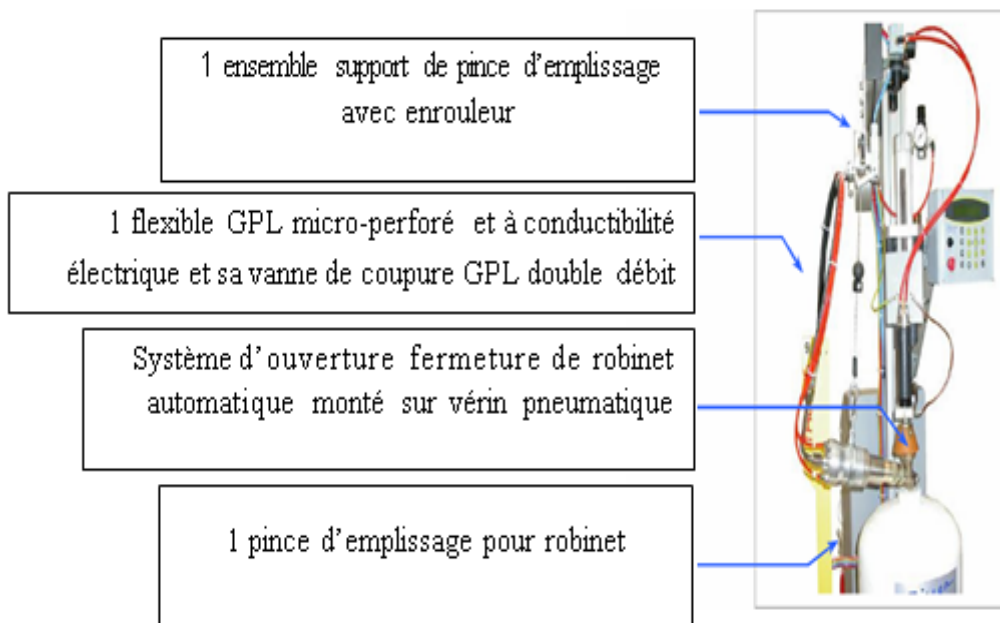


Figure II.13: sous ensemble tête d'emplissage.

### II.3.12 Pince d'emplissage :

Cette pince d'emplissage est conçue pour brancher les bouteilles équipées de robinets.

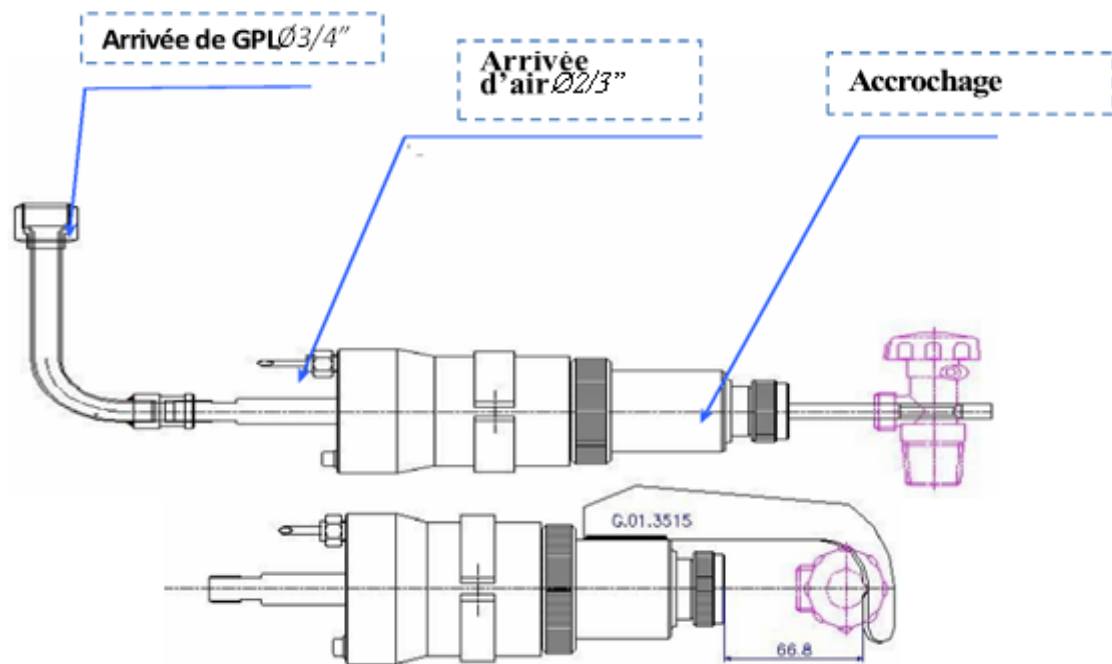


Figure II .14 : Pince d'emplissage

### II.3.13 Extracteur de gaz :

L'installation de cet ensemble nécessite un génie civil sous le carrousel avec liaison par gaine depuis la zone de débranchement de pince jusqu'à un regard placé au pied du ventilateur.

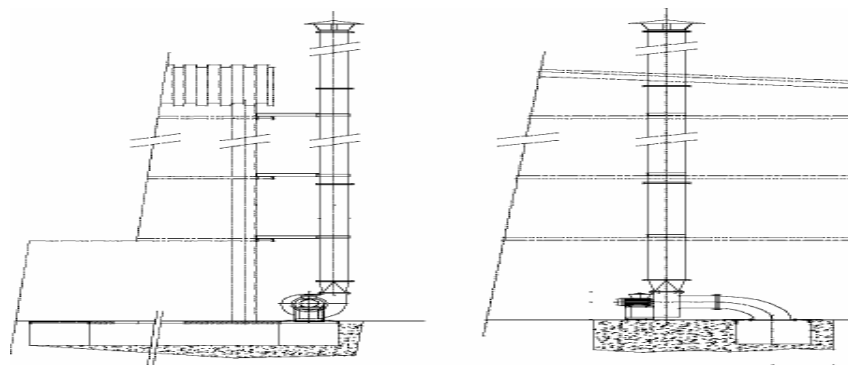


Figure II .15 : Extracteur de gaz

### II.3.14 Skid de Régulation du carrousel :

Assure la régulation de la pression du GPL à l'alimentation d'un ou plusieurs carrousels ou de bascules individuelles, conçu d'un système par vanne de régulation ou par déverseur. Il contient :

- 1 robinet à boisseau sphérique 03" en entrée
- 1 filtre "Y" 0 3", crépine inox 100 microns
- 1 robinet 0 3" avec motorisation pneumatique (fermée par manque d'air) en sortie vers l'alimentation du carrousel.
- 1 vanne type CAMFLEX II MASONNEILLAN 0. 2" avec ses deux vannes d'isolement pour la régulation de pression.
- 1 vanne de by-pass 0. 2" permettant de palier à une défaillance éventuelle de la vanne de régulation.
- 3 manomètres avec robinet d'isolement.
- 1 électro - vanne ADF sur l'alimentation en air de la vanne motorisée à l'entrée produit, permettant de fermer l'arrivée du GPL instantanément par manque d'électricité.
- 3 soupapes d'expansion thermique.
- 1 vanne de purge sur filtre.



**Figure II.16 :** Régulation du carrousel

### II.3.15 Détecteur de fuite :

Est un appareil pour surveiller et mesurer chaque bouteille de gaz butane passant par le poste de détection. L'ensemble comprend :

- 1 bâti mécano-soudé
- 1 arrêt de bouteilles en amont
- 1 centreur de bouteilles

- 1 tête de détection venant coiffer le robinet ou la valve.
- 1 analyseur INFRAROUGE en coffret ADF
- 1 dériveur de bouteilles en aval.
- Une table de communication électropneumatique sous une armoire assurant le Fonctionnement automatique de la machine.
- 1 automate sécurité intrinsèque assurant la gestion complète de la machine

○ **Fonctionnement :**

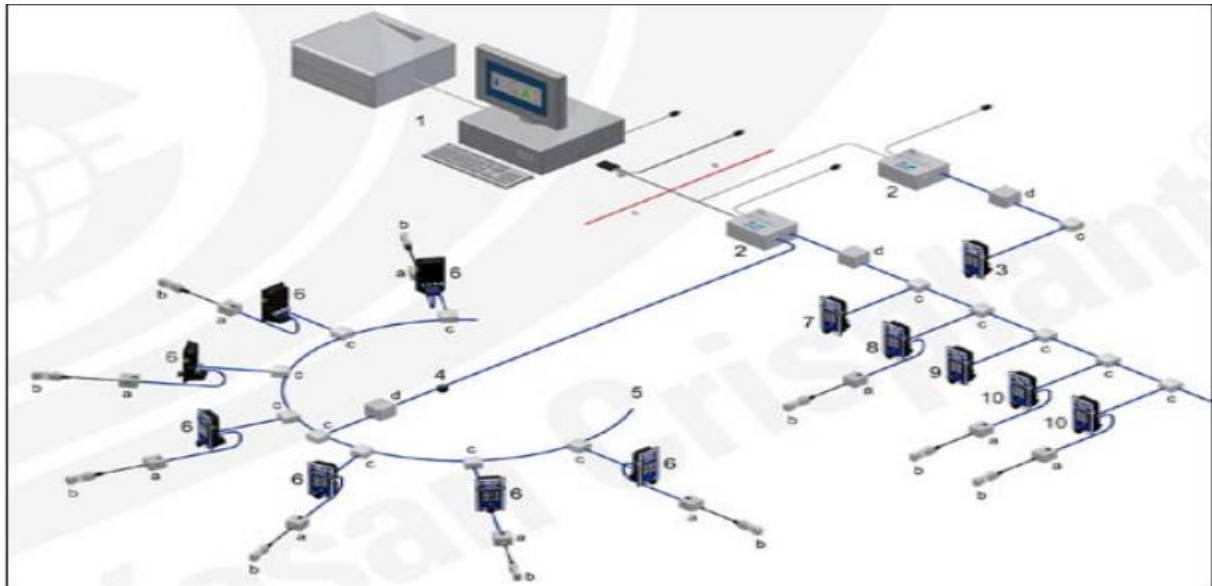
Lorsque la cloche de détection vient coiffer le robinet (ou la valve), l'air contenu dans ce volume est analysé à travers d'un détecteur de gaz infrarouge. Le dépassement du seuil admis en présence de gaz provoque un signal d'éjection de la bouteille. En l'absence de bouteilles, le système de détection n'est pas traversé par l'air ambiant.



**Figure II.17 :** Détecteur de fuite.

### **II.3.16 Réseau d'électricité et de données CUC :**

Le réseau d'électricité et de données CUC de KOSAN CRISPLANT est conçu pour alimenter la machine contrôlée par le CUC en électricité de sécurité intrinsèque et pour assurer la communication de données entre les machines contrôlées par le CUC.



**Figure II.18 : CUC**

- 1 Système d'ordinateur personnel (matériel et logiciel)
- 2 Alimentation électrique CPI-Ex antidéflagrante Contrôleur HMI/CUC
- 3 Contrôleur HMI/CUC pour palettiseuse
- 4 Bague collectrice
- 5 Système d'emplissage sur carrousel
- 6 Contrôleur HMI/CUC pour machine d'emplissage UFM installée sur carrousel d'emplissage
- 7 Contrôleur HMI/CUC pour introduction au carrousel d'emplissage
- 8 Contrôleur HMI/CUC pour éjection au carrousel d'emplissage et pour la bascule de contrôle ECS
- 9 Contrôleur HMI/CUC pour détecteur de fruites
- 10 Contrôleur HMI/CUC pour machine d'emplissage UFM stationnaire
- a Module de cellule de pesage
- b Cellule de passage
- c Connecteur en T
- d Boîte de jonction
- s Zone non jonction
- x Zone dangereuse

### II.3 INSTRUMENTATION UTILISES :

#### II.4.1 Les capteurs :

Les capteurs sont des dispositifs qui transforment l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable tel qu'une tension électrique, une hauteur de mercure. Il y'a plusieurs type les plus utilisable sont :

- **capteur à aimant (LED)** : utilisé sur le vérin d'introduction pour définir le début et la fin de course de ce dernier



**Figure II.19** : capteur aimant

- **le système barrage** : comporte deux boitiers d'une portée de 30m, il ne détecte pas les objets transparents
- **le système réflexe** : il ne comporte qu'un seul boitier avec une portée de 15m, il ne détecte pas les objets transparent et réfléchissants
- **le système proximité** : il comporte un seul boitier, sa portée dépend de la couleur de l'objet (une couleur claire est mieux détectée), il ne détecte pas les objets transparents

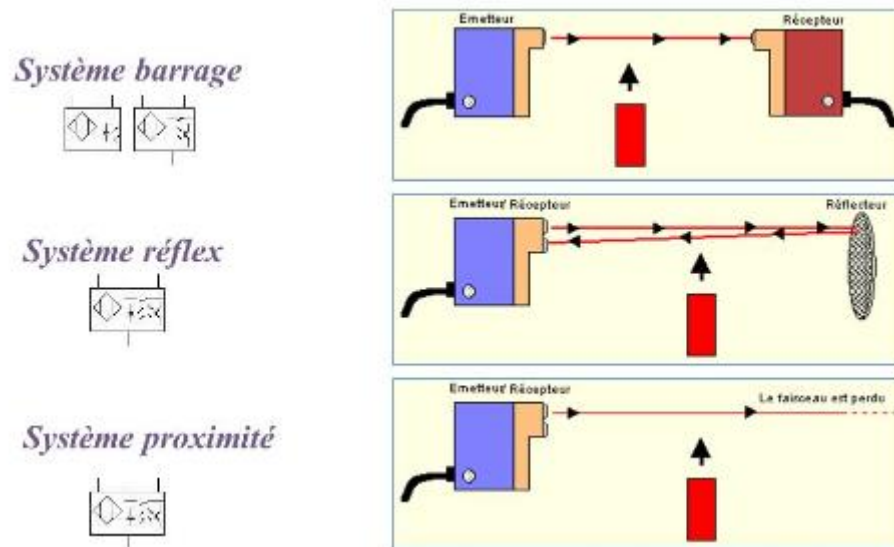


Figure II.20 : types des capteurs

- **Ensemble d'un capteur d'éjection** : Il contient un dériveur pneumatique pour éjection des Bouteilles non conformes.



Figure II.21 : capteur d'éjection

#### II.4.2 Caractéristique des capteurs :

- **La sensibilité** : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que le capteur peut détecter.
- **La rapidité** : c'est le temps de réaction d'un capteur, entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information est prise en compte par la partie commande.

- **La précision :** c'est l'aptitude d'un capteur sur l'information mesuré de (position, vitesse...etc.)
- **L'étendue de mesure :** c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand

### II.4.3 Electrovanne :

C'est un dispositif à deux mécanismes appelés :

Electro : partie électrique ;

Vanne : commandée à l'aide d'un automate programmable

### II.4.4 Les actionneurs :

Ce sont des composants qui transforment une énergie prélevée sur une source extérieure en une action physique sur la matière d'œuvre.

### II.4.5 Les relais :

Un relais est un composant modulaire comportant des contacts à double rupture qui servent à couper des tensions et des courants élevés. Il est utilisé pour commuter de moyennes ou grosses charges électriques.

### II.4.6 Les bascules :

Une bascule est instrument de poids des bouteilles de gaz butane elle se présente comme mobile pour le pré pesage ou stationnaire pour pesage.

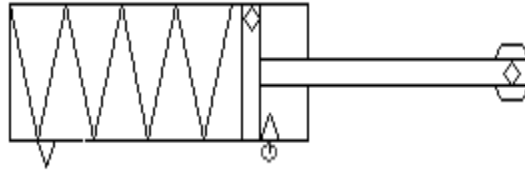
### II.4.7 Les vérins :

Un vérin est un actionneur qui permet de transformer l'énergie d'un fluide (généralement de l'air ou de l'huile) sous pression en un travail mécanique. Un vérin est soumis à des pressions qui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens puis dans l'autre. Les mouvements obtenus peuvent être linéaires ou rotatifs.

#### II.4.7.a- Vérins à simple effet :

Ce sont des vérins qui effectuent un travail dans un seul sens. Ils permettent soit de pousser soit de tirer une charge, exclusivement seules les positions extrêmes sont utilisées avec ce type de vérin.

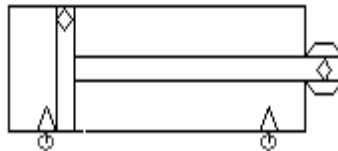
Un vérin à simple effet n'a qu'une seule entrée du fluide sous pression et ne développe un effort que dans une seule direction. La course de retour à vide est réalisée par la détente d'un ressort de rappel incorporé dans le corps du vérin.



**Figure II.22 :** Vérin simple effet avec sortie par ressort

### II.4.7.b- Les vérins à double effet :

Contrairement à la version à simple effet, ce type de vérin développe une force disponible à l'aller comme au retour pour produire un travail.



**Figure II.23 :** vérin double effet classique

### II.4.8 Distributeurs :

Le distributeur est l'élément de transmission d'énergie utilisé pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression. Bien que certains capteurs fonctionnent sur les mêmes principes, on réserve plus particulièrement ce terme au pré- actionneur.

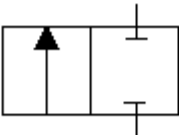
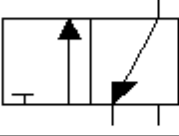
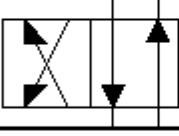
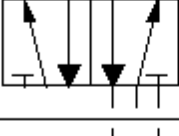
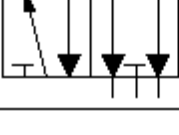
Code	Symbole	Nb orifices	Nb positions
2 / 2		2	2
3 / 2		3	2
4 / 2		4	2
5 / 2		5	2
5 / 3		5	3

Figure II.24: Schématisation des distributeurs

## II.4 SYSTEME DE SECURITE UTILISE DANS LE HALL DE REMPLISSAGE

Le hall de remplissage est doté d'un système de sécurité qui permet de promouvoir un centre fiable et sûr, en minimisant les conséquences d'un risque ou accident. Le système de sécurité est composé principalement de :

### II.5.1 Détection Automatique de Fumée :

La détection de fumée sera en double boucle, un détecteur sur une première boucle enclenchant une pré- alarme, la confirmation de l'alarme sera donnée par un second détecteur. L'alarme sera visualisée sur le tableau central de détection installé dans la salle de contrôle.

### II.5.2 Détection automatique de température :

Des détecteurs de température thermo vélocimétriques Antidéflagrant seront implantés et répartis convenablement au niveau du hall de remplissage.

### **II.5.3 Détection automatique de flamme UV/IR :**

Le détecteur de flamme UV/IR est un détecteur à base de microprocesseur associant un capteur UV et un capteur IR dans un même détecteur exigeant une réponse simultanée des deux capteurs pour activer le relais d'alarme feu.

### **II.5 CONCLUSION :**

Dans ce deuxième chapitre, nous avons décrit la chaîne de remplissage de gaz butane ainsi que les composants essentiels qui la constituent. Aussi, le principe de fonctionnement globale est décrit à fin de faciliter la modélisation qui sera présentée dans chapitre suivant.

### III.1 INTRODUCTION :

L'automatisation des systèmes de production est développée afin de réduire le coût et la complexité de l'installation, de minimiser l'intervention de l'homme dans le processus de fabrication et d'assurer une plus grande précision avec le maximum d'économie.

Dans ce chapitre nous présentons des généralités sur le grafcet, ainsi que l'architecture des Automates Programmables Industriels ou API et les langages de programmation.

### III.2 DEFINITION DU GRAFCET :

Le diagramme fonctionnel ou GRAFCET (Graphe de Commande Etape -Transition) est un moyen de description de cahier de charges d'un automatisme. Accessible aussi bien à l'utilisateur qu'à l'automaticien, il facilite la communication et le dialogue entre les personnes concernées par l'automatisation [4].

### III.3 STRUCTURE DU GRAFCET :

#### III.3.1 Les étapes :

Une étape caractérise une situation dans laquelle le comportement d'une partie ou la totalité de l'automatisme est invariant.

A l'instant donné et en fonction de l'évolution du système, une étape soit active ou inactive : une étape est dite active lorsqu'elle correspond à une phase 'en fonctionnement'. La situation de l'automatisme est définie par l'ensemble de toutes les étapes actives. Une étape est représentée par un carré et repérée à l'aide d'un nombre (voir figure III.I)

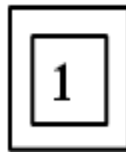


**Figure III.1 :** Etape du grafcet et son action

On peut repérer une étape active à un instant donné par un point placé dans le carré de l'étape concernée.

**Figure III.2** : étape active**Figure III.3** : étape inactive

Lors du déroulement ou fonctionnement, les étapes sont actives les unes après les autres. L'étape (ou étapes) au début sont active(s) au début de fonctionnement est l'étape (sont les étapes) initiale(s). Elle est représentée par un double carré.

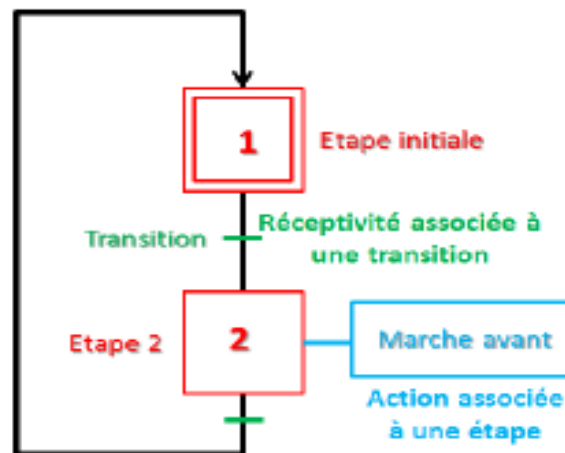
**Figure III.4** : étape initiale

### III.3.2 Les transitions :

Une transition indique la possibilité d'une évolution entre une (ou plusieurs) étape(s) et une (ou plusieurs) autre(s) étape(s). Cette évolution est accomplie par le franchissement de la transition.

Le franchissement d'une transition provoque le passage de l'automatisme d'une situation à une autre. Une transition peut être :

- Valide, lorsque toutes les étapes, immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives ; précédentes reliées à cette transition, sont actives
- Non valide, dans le cas contraire,
- Franchie, lorsqu'elle est validée et qu'une condition logique associée (réceptivité) est vraie



**Figure III.5 :** transition simple

### III.3.3 Les actions :

A chaque étape est associée en général à une ou plusieurs actions élémentaires ou complexes. Ces actions réalisent ce qui doit être fait chaque fois que l'on active l'étape à laquelle elles sont associées ; ces actions peuvent être externes (sortie de l'automate pour commander le processus) ou internes (mnémonique, temporisation, comptage, traitement ou transformation d'information...etc.)

### III.3.4 Les réceptivités :

A chaque transition est associée à une condition de franchissement, c'est une proposition logique appelée réceptivité qui ne peut avoir que deux états : soit elle est vraie, soit elle est fausse.

### III.3.5 Les liaisons orientées :

Une liaison est une ligne orientée (ne peut être parcourue que dans un seul sens). Permettent de relier une étape à une transition. On la représente par un trait plein rectiligne, vertical. L'alternance étape-transition et transition-étape doit être réalisée quelle que soit la séquence parcourue.

## III.4 REGLES D'EVOLUTION DU GRAFCET :

Le GRAFCET est composé : d'étapes, de transitions et de liaisons. L'étape peut correspondre à une action pendant une durée ou à plusieurs actions, ou à l'attente dans le cas opposé (l'inaction), l'étape est représentée par un carré et la transition par un trait horizontal.

La transition est associée à une condition logique de passage d'une étape à une autre, cette condition est dite réceptivité qui est une expression booléenne. La liaison est une barre orientée (elle a un sens unique du haut vers le bas). Les cinq règles d'évolution du GRAFCET sont :

**III.4.1 Règle1 : Etape initial**

Les étapes initiales sont celles qui sont actives au début du fonctionnement. On les représente en doublant les côtés des carrés représentatifs. On appelle début du fonctionnement le moment où le système n'a pas besoin de se souvenir de ce qui s'est passé auparavant (allumage du système, bouton "reset",...). Les étapes initiales sont souvent des étapes d'attente pour ne pas effectuer une action dangereuse par exemple à la fin d'une panne.

**III.4.2 Règle2 : Validation d'une transition**

Une transition est soit validée, soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et que sa réceptivité est vraie. Elle est alors obligatoirement franchie.

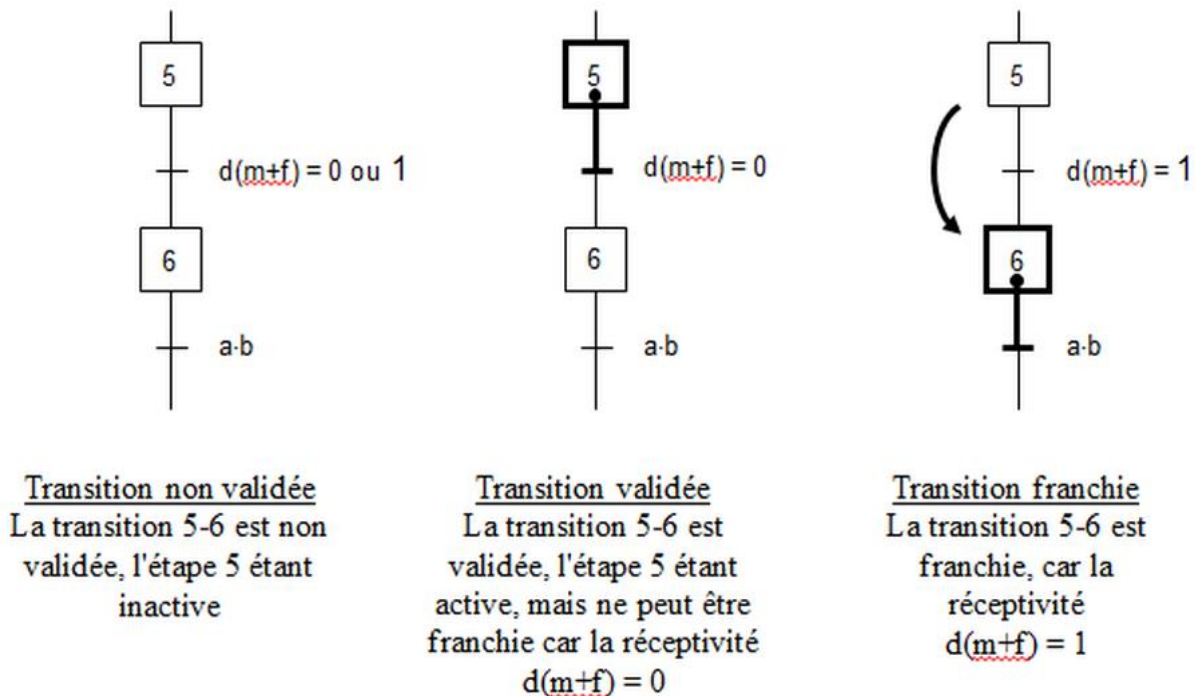


Figure III.6 : illustration de la validation d'une transition

### III.4.3 Règle3 : Franchissement d'une transition :

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

### III.4.4 Règle4 : Franchissement simultané

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies(ou du moins toutes franchies dans un laps de temps négligeable pour le fonctionnement). La durée limite dépend du "temps de réponse" nécessaire à l'application.

### III.4.5 Règle5 : Activation et désactivation simultanées

Si une étape doit être à la fois activée et désactivée, elle reste active. Une temporisation ou un compteur actionné par cette étape ne seraient pas réinitialisés [5].

## III.5 CONFIGURATION COURANTES DU GRAFCET :

### III.5.1 Séquence unique :

Une séquence unique est composée d'une suite d'étapes que l'on active les unes après les autres. Chaque étape n'est suivie que par une seule transition et chaque transition n'est validée que par une seule étape. La séquence est dite active si au moins une étape est active ; elle est dite inactive si toutes les étapes sont inactives.

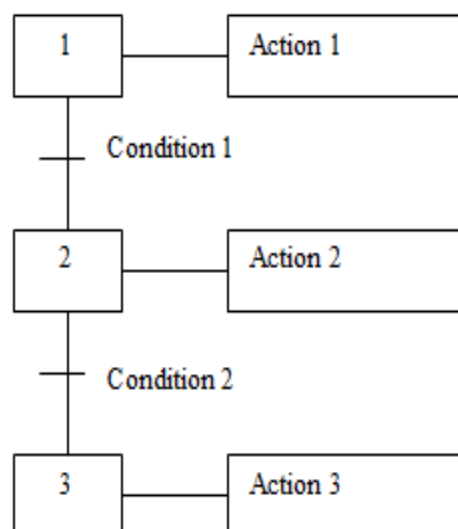
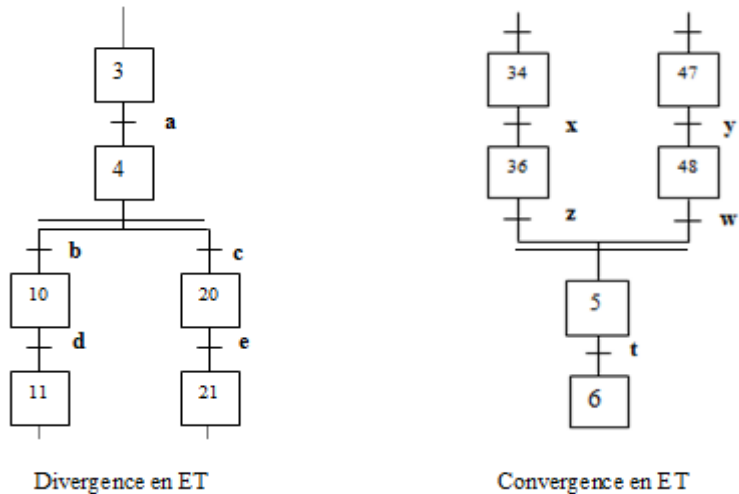


Figure III.7 : séquence unique

**III.5.2 Séquence simultanées (ET) :**

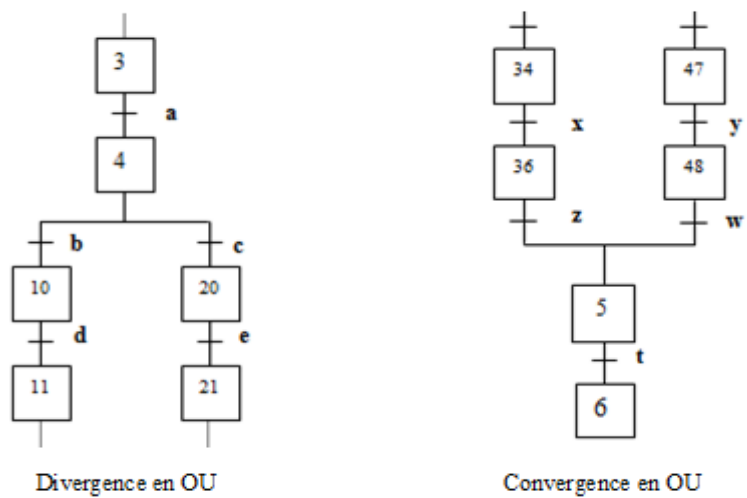
Dans un cycle a séquences simultanées, les séquences débutent en même temps, finissent en même temps, mais les étapes de chaque branche évoluent de façon indépendante. En pratique, les étapes de fin de parallélisme ne comportent pas d'actions. De plus transition de fin de parallélisme est souvent imposé a=1



**Figure III.8 :** séquence simultanées ET

**III.5.3 Séquence exclusive(OU) :**

Une sélection de séquence est dite exclusive lorsque les réceptivités associées aux transactions ne peuvent pas être vraies simultanément



**Figure III.9 :** séquence exclusives OU

### III.5.4 Saut d'étapes :

Le saut d'étape est une sélection de séquence permettant de sauter plusieurs étapes, en fonction des conditions d'évolution. Le saut d'étape comprend au minimum le saut d'une étape.

### III.5.5 Reprise d'étapes :

La reprise d'étapes permet de recommencer plusieurs fois si nécessaire une même séquence. La reprise de séquence doit comporter aux moins trois étapes, l'activation d'une étape comporte la désactivation de l'étape précédente et la validation de l'étape suivante. Dans une boucle de reprise de séquence avec deux étapes, il n'est pas possible de remplir ces conditions. Le sens des flèches et la position des transitions sur les liaisons sont très importants.

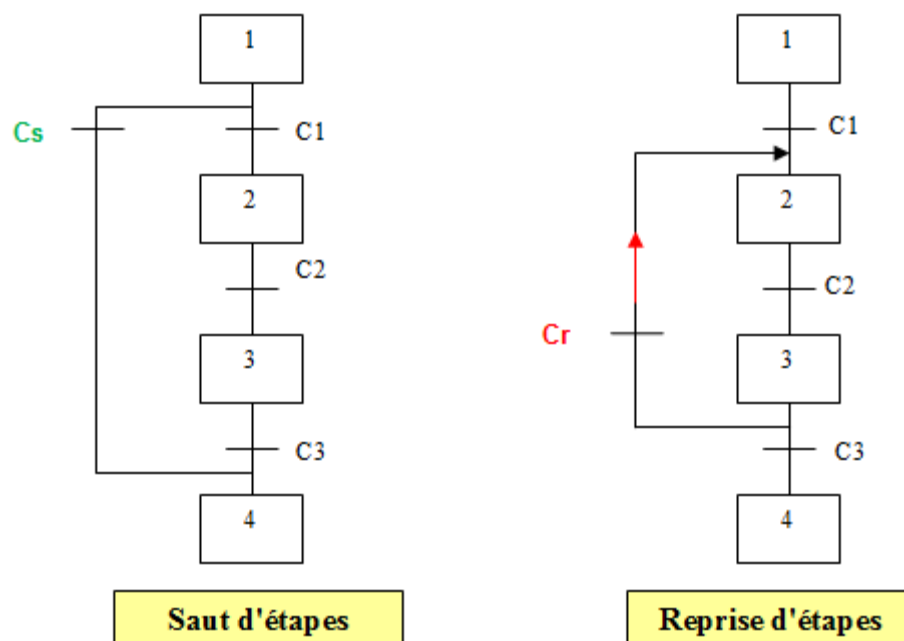


Figure III.10 : Reprise et saut d'étapes

## III.6 NIVEAU D'UN GRAFCET :

### III.6.1 Niveau1 :

C'est le GRAFCET de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et il fait l'explication vocabulaire pour la compréhension globale du système. Donc le GRAFCET

niveau 1 permet de décrire le comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative et du mode extérieure.

### III.6.2 Niveau2 :

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détail de la technologie des actionneurs, pré actionneurs et des capteurs. La présentation des actions et des réceptivités est écrite en abréviation une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

### III.6.3 Niveau3 :

Dans ce cas on reprend le GRAFCET niveau 2, en affectant les informations aux étiquettes d'entrées de l'automate et les ordres aux étiquettes de sorties de l'automate. Il s'adapte aux caractéristiques de traitement d'un automate programmable industriel donné, de façon à pouvoir élaborer le programme, procédé à la mise en œuvre, assure son évolution.

## III.7 PROGRAMMATION EN DIAGRAMME D'ECHELLE (LADDER) :

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

$X_n = 1$  Si l'étape n est active

$X_n = 0$  Si l'étape n est inactive

En introduisant les modes de marche (Inti), arrêt d'urgence dur (AU Dur), arrêt d'urgence doux (AUDoux).

- Pour les étapes initiales :

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

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

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

Avec : CAX<sub>n</sub> est la condition d'activation de l'étape n, CDX<sub>n</sub> la condition de désactivation de l'étape n.

- Pour les étapes non initiales :

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

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

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

- Pour les actions :

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

### III.8 CAHIER DE CHARGE :

On appuyant sur le bouton poussoir DCY pour démarrer ce dernier met sa première phase de vérification de présence d'au moins d'une bouteille devant le capteur B03, qui commande un vérin Y01 anti bourrage de la chaîne pour le temporiser de  $t=3s$  avec un capteur B04 qui fait compter le nombre de bouteilles prête à l'introduction ( $N=24$ ).

Les bouteilles avancent pour atteindre le poste d'introduction qui est doté d'un vérin Y05 commandé par le capteur B12 utilisé comme anti bourrage pour le vérin d'introduction Y06 ,et un capteur B13 qui indique la présence bouteille prête à introduire dans l'une des bascules électroniques du carrousel ,il faut avoir :

- La pression entre 5 à 7 bars
- Présence de la bouteille prête a l'introduction indiqué par le capteur B13 a l'état 1 allumé par une lampe.
- Le miroir de la bascule B14 à l'état 0 veut dire que le poste est vide et soit en face du réflecteur B15.

Une fois les conditions sont présentes, la bouteille sera introduite dans le poste de remplissage. La première phase du processus est la centralisation par le vérin Y20 et la vérification du poids de la bouteille par le détecteur de poids (p). Puis un coiffeur doté d'un vérin Y21 descend jusqu'à la tête de la bouteille qui tournant en double rotation par un moteur KM1. À l'ouverture de la bouteille se positionne un capteur H qui indiquera l'ouverture maximale de la bouteille.

Après avoir ouvert la bouteille, le vérin Y22 contenant la pince d'emplissage doté d'une électrovanne EV sort pour l'accrochage de ce dernier.

Le poste doit faire  $\frac{3}{4}$  de tour pour que la bouteille se remplisse. Après avoir terminé le remplissage le moteur KM1 doit tourner au sens opposé pour fermer la bouteille qui sera

indiqué par le capteur h, afin que la pince du vérin Y22 se décroche. Par suite le miroir B14 sort pour donner signal au réflecteur B16 du poste d'éjection.

Dès que la bouteille arrive devant le poste d'éjection le réflecteur voyant a l'état 1 veut dire que le vérin Y20 du centreur doit s'ouvrir qui donnera ordre pour que le vérin d'éjection Y07 pousse la bouteille pour sortir.

La troisième étape du processus de production est la détection des fuites par un capteur de gaz B10 :

- Si la bouteille ne présente aucune fuite le convoyeur la transportera vers le poste de chargement.
- Dans le cas contraire elle sera éjectée par le vérin Y25.

### III.9 ORGANIGRAMME :

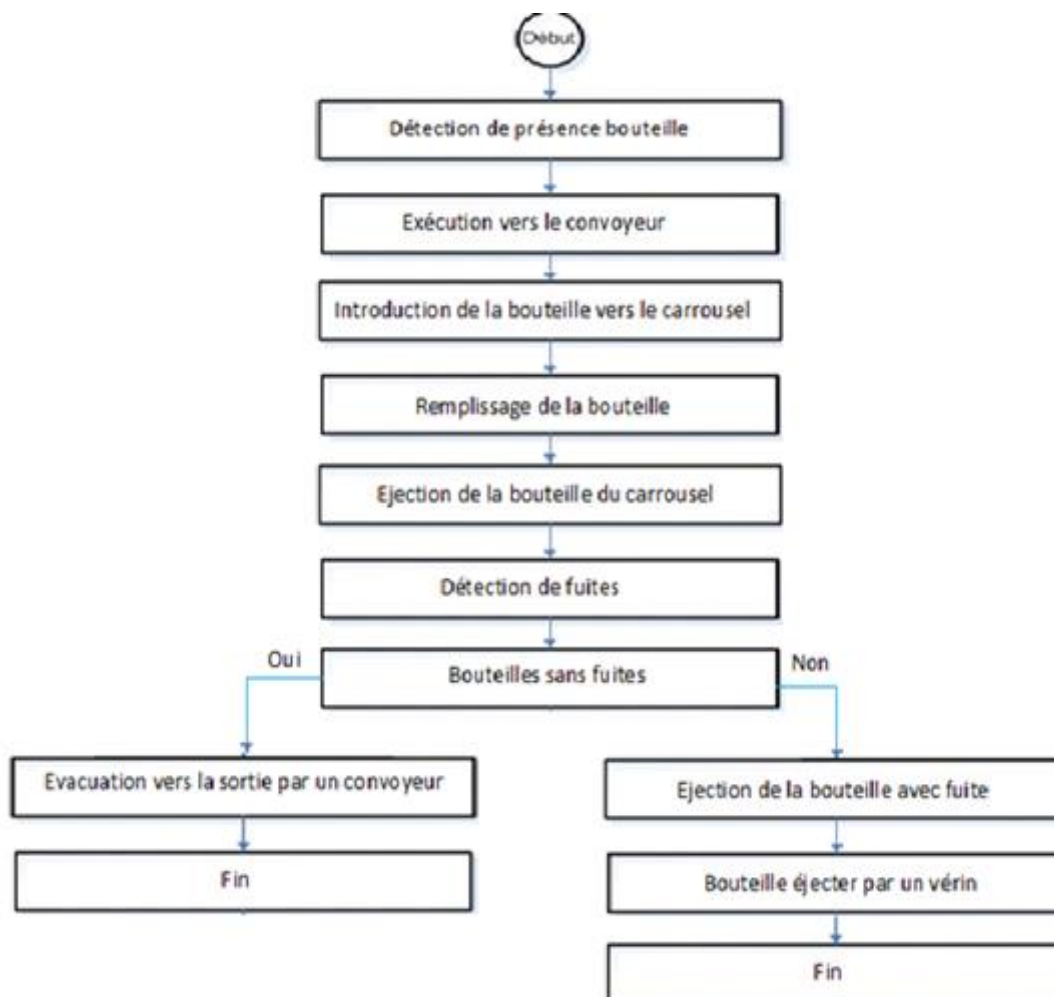


Figure III.11 : Organigramme du raisonnement pour la modélisation du système de remplissage

**III.10 APPLICATION DU GRAFCET DANS L'UNITE :**

On a conçu le GRAFCET du processus de remplissage du gaz de butane dans le carrousel en tenant compte sur les modifications nécessaires afin qu'il soit complètement automatique. Nous avons d'abord élaboré le GRAFCET du niveau 1 qui représente le fonctionnement du processus sans préciser la technologie utilisée, ensuite celui du niveau 2 qui tient compte des éléments utilisés et qui nécessite de lui associé le tableau de la nomenclature adoptée.

**III.11 ABREVIATION UTILISEE DANS LA MODELISATION :**

Réceptivités	Signification
DCY	Départ cycle
$\overline{AR}$	Arrêt d'urgence à l'état 0
B03	Présence bouteilles
Bo4	Position sortie de vérin bloqueur
N=24	Nombre de bouteilles
B12	Position sortie de vérin bloqueur
B13	Détecteur de présence bouteilles
$\overline{B14}$	Miroir pour l'introduction
B15	Détecteur sortie de vérin d'introduction
Bf1	Fin de course de vérin pour fixer la bouteille
B18	Détecteur de poids
v1	sortie de vérin qui fixe la bouteille
B c1	Fin de course sortie de vérin coiffeur
HMAX	Position sortie de vérine coiffeur
B20	Détecteur de pression
T3/4	3 /4 de tour pour que la bouteille se remplisse

a 1	Position de sortie vérin de la pince
H2	Position de rentrée vérin coiffeur
Bc0	Fin de course position rentrée vérin coiffeur
a 0	Position rentrée vérin de la pince
v 0	Position rentrée de vérin qui fixe la bouteille
B14	Miroir d'éjection
B16	Détecteur de sortie du vérin d'éjection
Ff	Détecteur du fuité a l'état 0
Bf0	Fin de course vérin qui fixe la bouteille
$\overline{ff}$	Détecteur du fuitea l'état 0

Action	Signification
C=0	Conteur
Y01	Sortie de vérin bloqueur 1
Y02	Sortie de vérin bloqueur 2
Y05	Sortie de vérin bloqueur
Y06+	Sortie de vérin d'introduction
Y20+	Sortie de vérin qui fixe la bouteille
Y20-	Rentrée de vérin qui fixe la bouteille
Y21+	Sortie du vérin coiffeur
Y21-	Rentrée de vérin coiffeur
MT1	Contact moteur coiffeur
MT2	Contact moteur coiffeur
Y22+	Sortie de vérin

Y22-	Rentrée de vérin
Y07+	Sortie de vérin d'éjection
LED	Une lampe LED
P	Contact de pression
EV	Contact EV
Y23+	Sortie de vérin
Y23-	Rentrée de vérin
Y07-	Rentrée de vérin d'éjection
Y06-	Rentrée de vérin d'introduction

### III.12 HISTORIQUE SUR LES API :

Les automates programmables industriels (API) sont apparus aux U.S.A en 1969, dans le secteur de l'industrie automobile, ils furent utilisés en Europe environ deux ans plus tard. Sa date de création coïncide donc avec le début du 1er microprocesseur et avec la généralisation de la logique câblée modulaire.

L'API est la première machine à langage c'est-à-dire un des calculateur logique dont le jeu d'instruction est orienté vers les problèmes de logique et des systèmes à évolution séquentielles [7].

### III.13 DEFINITION D'UN AUTOMATE PROGRAMMABLE :

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels. Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programme, et s'apparente par conséquent aux machines de traitement d'information.

Trois caractéristiques fondamentales le distinguent des outils informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sortie industrielles.
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc.).

- Enfin, sa programmation à partir des langages spécialement développés pour le traitement des fonctions d'automatismes facilitent son exploitation et sa mise en œuvre [7].

Selon la norme française EN 61131-1, un API est un système électronique fonctionnant de manière numérique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, qui utilise une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions orientées utilisateur aux fins de mise en œuvre des fonctions spécifiques, telles que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation, de comptage et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et de sorties Tout ou Rien ou analogiques divers types de machines ou de processus.

L'API et ses périphériques associés sont conçus pour pouvoir facilement s'intégrer à un système d'automatisme industriel et être facilement utilisés dans toutes leurs fonctions prévues [8].

### III.13.1 Description des éléments d'un API :

L'API est composée de quatre parties principales :

- Un processeur.
- Une mémoire.
- Des interfaces d'entrées /sorties.
- Une alimentation (240Vac, 24Vcc).

La structure interne d'un API est représentée comme suit :

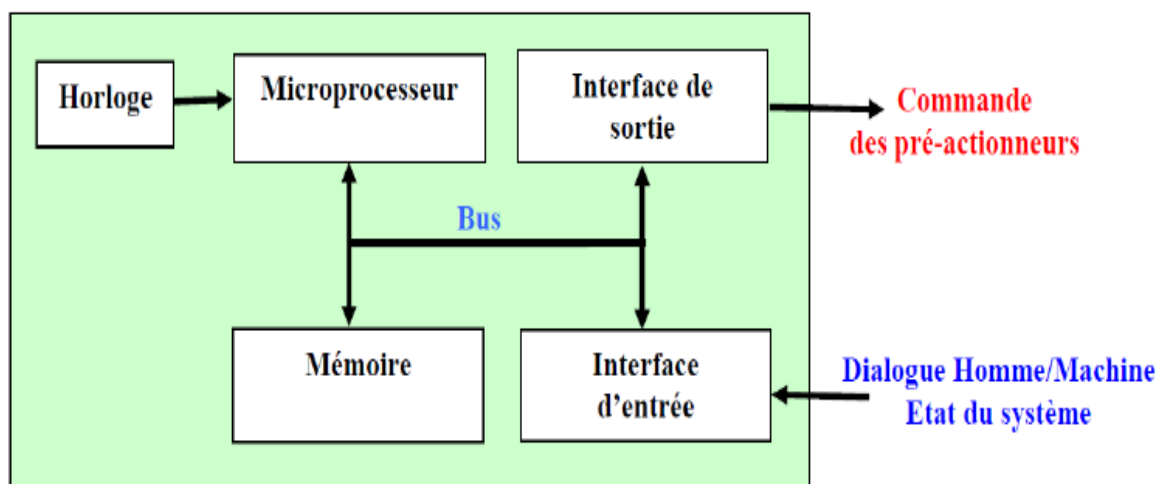


Figure III.14 : Structure interne d'un API [9]

### III.14 STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE :

Tout système automatisé peut se décomposer en deux parties :

#### III.14.1 Partie opérative :

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

#### III.14.2 Partie commande :

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs ; ils assurent le transfert d'énergie entre la source d'énergie (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs. Exemple : contacteur, distributeur ...

Ces pré-actionneurs sont commandés à leur tour par le bloc de traitement d'informations (API). 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 API ou réalisé par des relais (on parle de logique câblée), elle va commander les pré actionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication [10]. Un système automatisé peut être représenté comme suit :

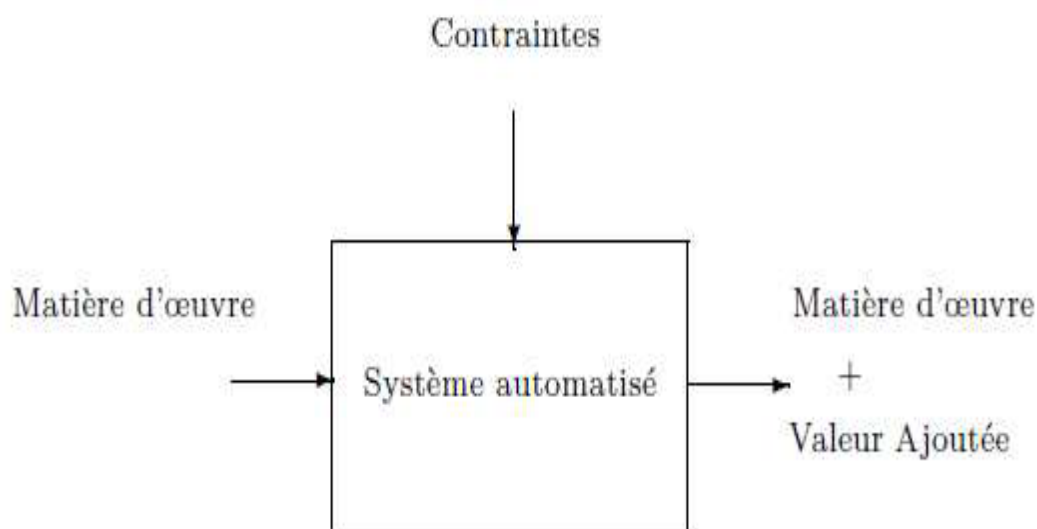


Figure III.13 : Système automatisé [9].

### III.15 LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS D'UN SYSTEME AUTOMATISE :

#### III.15.1 Les avantages :

- La capacité de production accélérée.
- L'aptitude à convenir à tous les milieux de production ;
- La souplesse d'utilisation.
- La création de postes d'automaticiens

#### III.15.2 Les inconvénients :

- Le coût élève du matériel, principalement avec les systèmes hydrauliques.
- La maintenance doit être structurée.
- La suppression d'emplois.

### III.16 TRANSFERT DU PROGRAMME DANS L'AUTOMATE PROGRAMMABLE :

Le transfert du programme (Figure III.15) peut être fait soit :

- manuellement en entrant le programme et l'état initial à l'aide d'une console de Programmation.
- automatiquement en transférant le programme à l'aide du logiciel d'assistance, et en réalisant la liaison série entre l'ordinateur et l'automate.

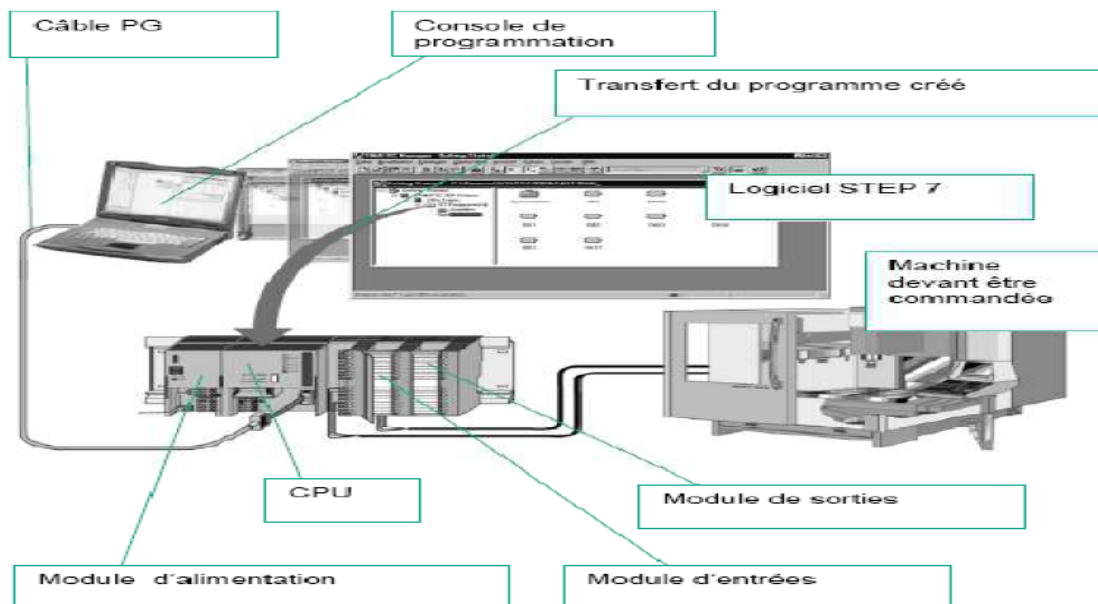


Figure III.15 : Transfert de programme dans un automate [11].

**III.17 PRESENTATION DE L'AUTOMATE S7-300 :**

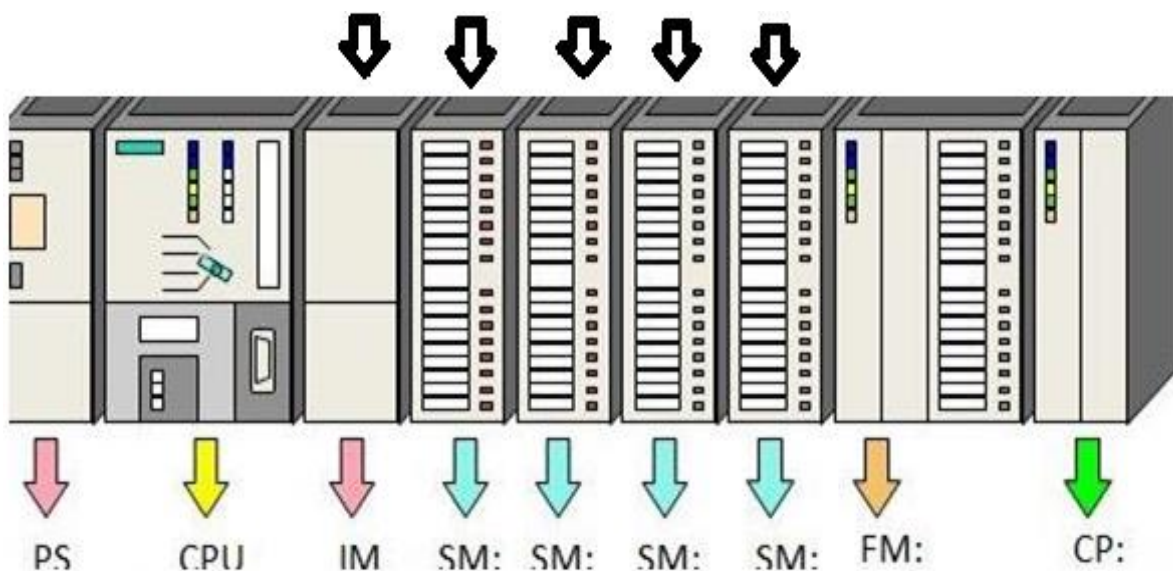
L'automate programmable S7-300 de Siemens est un produit de la famille SIMATIC, il est d'une forme modulaire. Grâce à ces performances importantes, il est très largement utilisé en industrie ainsi que dans de nombreuses installations automatiques.

**III.18 LES MODULES DU S7-300 :**

Le S7-300 est un automate modulaire, il permet un vaste choix multiple de gamme de modules selon les besoins de l'installation à automatiser et les exigences du cahier des charges.

Dans une configuration matérielle on peut trouver les éléments suivants :

- ✓ Module d'alimentation (PS)
- ✓ Unité centrale (CPU)
- ✓ Module d'extension (IM) pour configuration multi-rangée de S7-300
- ✓ Modules signaux (FM) pour des fonctions spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone)
- ✓ Modules de signaux (SM) pour entrées et TOR et analogiques
- ✓ Processus de communication (CP) pour la connexion au réseau
- ✓ Châssis d'extension (UR)



**Figure III.16 :** Modules du s7-300

**III.18.1 Le module d'alimentation (PS) :**

Le module d'alimentation est composé de bloc qui assure la conversion de tension du secteur (ou du réseau) en tension de 220 volts alternatif, pour l'alimentation de l'automate Et des capteurs et actionneur en (24v, 12v ou 5v) en continu.

- Il remplit aussi des fonctions de surveillance et signalisation à l'aide des LEDS
- il permet de sauvegarder le contenu des RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou d'une alimentation externe .le module d'alimentation (PS) délivre sous une tension de 24 volts , un courant de sortie assigné de 2A, 5A ,10A, la tension de sortie à séparation galvanique, est protégée contre les court-circuit et la machine vide.
- Le bon fonctionnement du module PS est indiqué par une LED, en cas de surcharge de la tension de sortie, un témoin se met à clignoter. Les tensions qui dépassent 24 volts comme pour les capteurs et les actionneurs.[12]

**III.18.2 Unité centrale(CPU)**

Son pour rôle principal est le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application (les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul PID, etc..). Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions :

- Gestion des entrées/sorties.
- Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.
- Dialogue avec le terminal de programmation, aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications des données.

Un ou plusieurs processeurs exécutent ces fonctions grâce à un micro logiciel préprogrammé dans une mémoire de commande, ou mémoire système. Cette mémoire morte définit les fonctionnalités de l'automate. Elle n'est pas accessible à l'utilisateur.

**III.18.3 Module de coupleur (IM) :**

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les E/S et l'unité centrale. L'échange de l'information entre la CPU et les modules d'E/S s'effectue par

l'intermédiaire d'un bus interne. Les coupleurs ont pour rôle le raccordement d'un ou plusieurs au châssis de bas. Pour l'API S7-300, les coupleurs disponibles sont :

- IM365 : pour les couplages entre les châssis d'1mètre de distance au max
- IM360 et IM 361 : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distance

#### **III.18.4 Modules de signaux (SM) :**

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Ils existent des modules d'entrées TOR des modules de sorties TOR ainsi que des modules d'entrées analogiques et des modules de sorties analogiques. Les modules d'entrées/sorties sont des interfaces vers les capteurs et les actionneurs d'une machine.

#### **III.18.5 Modules d'entrée TOR :**

Les modules d'entrée TOR ramènent le niveau des signaux TOR issus de processus au niveau de signal interne du S7-300. Ils conviennent au raccordement d'appareils à contacts et de détecteurs de proximité en montage.

#### **III.18.6 Modules de sorties TOR :**

Ils transforment le niveau de signal interne de S7-300 au niveau de signal requis par le processus. Ils conviennent au raccordement d'électrovannes, de contacteurs, de micromoteur, de temps.

#### **III.18.7 Modules d'entrées et sortie analogique :**

Les modules d'entrée/ sorties analogiques réalisent la conversion des signaux analogiques issus de processus en signaux numériques pour le traitement interne dans le S7-300 et des signaux numériques du S7-300 en signaux analogiques destinés au processus.

#### **III.18.8 Modules de fonctions (FM) :**

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes de calculs.

#### **III.18.9 Module communication (CP) :**

Les modules des communications sont destinés aux tâches de communication par transmission en série. Ils permettent d'établir également des liaisons point à point :

- les commandes robot
- Communication avec des pupitres opérateur
- Des automates SIMATIC S7, SIMATIC S5 et les automates d'autres constructeurs.

On distingue pour le S7-300

#### **III.18.10 Interface AS-I**

C'est un système de connexion employé pour le premier niveau du processus dans les installations d'automatisation. Il permet notamment de relier des capteur et actionneurs échangeant des données binaires.

#### **III.18.11 Interface Multi Point :**

C'est une interface multipoint pour SIMATIC S7 et peut servir à la mise en réseau de plusieurs CPU pour l'échange de petites quantités de données.

#### **III.18.12 Châssis d'extension (UR) :**

Il assure le raccordement électrique entre les divers modules, il est constitué d'un profil support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteur, généralement sont installés à l'intérieur des armoires électriques.

### **III.19 RACCORDEMENT AVEC LA CONSOLE DE PROGRAMMATION :**

Les consoles de programmation sont des outils la saisie, le traitement et l'archivage des données du processus ainsi que la supervision. Avec l'atelier logiciel SIMATIC l'utilisateur dispose d'une gamme d'outils complète de chaque tâche d'automatisation. Le raccordement entre l'automate et la console est réalisé par l'interface multi points (MPI)

#### **III.19.1 Les différents langages de programmation :**

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 1131-3. Cette norme définit quatre langages de programmation utilisables, qui sont [12]. Il existe différents type de langages de programmation qui sont :

- Schéma à contact CONT
- Logigramme LOG

- List d'instruction LIST
- Le langage GRAPH

### **III.19.2 les blocs utilisateurs :**

Pour automatiser le système, il faut charger dans la CPU des blocs tel que :

- Les blocs de codes (OB,FB, FC) qui contiennent les programmes
- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

#### **III.19.2.a- Bloc d'organisation (OB) :**

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

#### **III.19.2.b-Bloc fonctionnel (FB) :**

Il dispose d'une zone mémoire qui lui affectée. Il est possible d'affecter un bloc de donnée (DB) au FB à l'appel du bloc. Il est possible d'accéder aux données du DB d'instance via les appels contenus dans le FB. On peut effectuer plusieurs DB à un FB. Il est possible d'appeler d'autres FB et FC dans un bloc fonctionnel via les instructions d'appels de blocs.

#### **III.19.2.c- les fonctions (FC) :**

Une FC ne possède pas une zone de mémoire propre. Les données locales d'une fonction ont perdues après l'exécution de la fonction. Il également possible d'appeler d'autre FB et FC dans une fonction via instruction d'appels de blocs.

#### **III.19.2.d- Bloc de données (DB) :**

Ils servent à stoker le programme utilisateur. Ils ont utilisés pour la mise à disposition d'espace mémoire pour les variables types données. Il existe deux types de bloc de données :

- Les DB globaux dans les quels tous les OB, FB et FC peuvent lire les données enregistrées ou écrire des données.
- Les OB d'instances qui sont affectées à un FB donné.

**III.19.3 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 dans le programme. Ils sont au nombre de trois :

- Les blocs fonctionnels système (FSB)
- Les fonctions système(SFC)
- Les données système(SDB)

**III.19.4 Domaines d'utilisation des API :**

On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (Convoyage, emballage.) Ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire ...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie ...). Ils sont de plus en plus utilisés dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes [9].

**III.19.5 Mise en œuvre du système automatisé :**

A partir d'un problème d'automatisme donné, dans lequel on a défini les commandes, les capteurs et le processus à réaliser, il faut [9] :

- 1- Etablir le GRAFCET (ou l'organigramme, le schéma à contact, logigramme, équations logiques...).
- 2- Ecrire le programme (écritures des instructions),
- 3- Rentrer le programme à l'aide de la console de programmation,
- 4- Transférer le programme dans l'unité centrale de l'automate,
- 5- Tester à vide (mise au point du programme, simulation),
- 6- Raccorder l'automate à la machine

**III.20 CONCLUSION :**

Ce chapitre est consacré à la description des systèmes automatisés et les automates programmables industriels d'une manière générale. Pour offrir une solution à la problématique posée, il est nécessaire d'élaborer un GRAFCET qui est tout d'abord un outil de représentation du système à fonctionnement séquentiel

Nous avons présenté les caractéristiques de l'API S7300 de la famille SIEMENS qui est l'automate choisit pour piloter l'installation de remplissage. Dans le chapitre suivant, nous présentons le programme de l'API ainsi que la simulation.

### IV.1 INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous donnons une description générale sur le logiciel STEP7 de la famille S7 de la firme SIEMENS, qui permet programmer les API. Et nous présentons PLC-SIM qui est une application de STEP7 qui permet de faire la simulation sans avoir besoin d'une CPU matérielle à l'API.

### IV.2 DEFINITION DU STEP7 :

Le STEP7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation du système d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logiciel SIMATIC, il existe en plusieurs versions.

### IV.3 PROGRAMMATION SOUS STEP7 :

Il existe deux approches pour concevoir un projet avec STEP7.

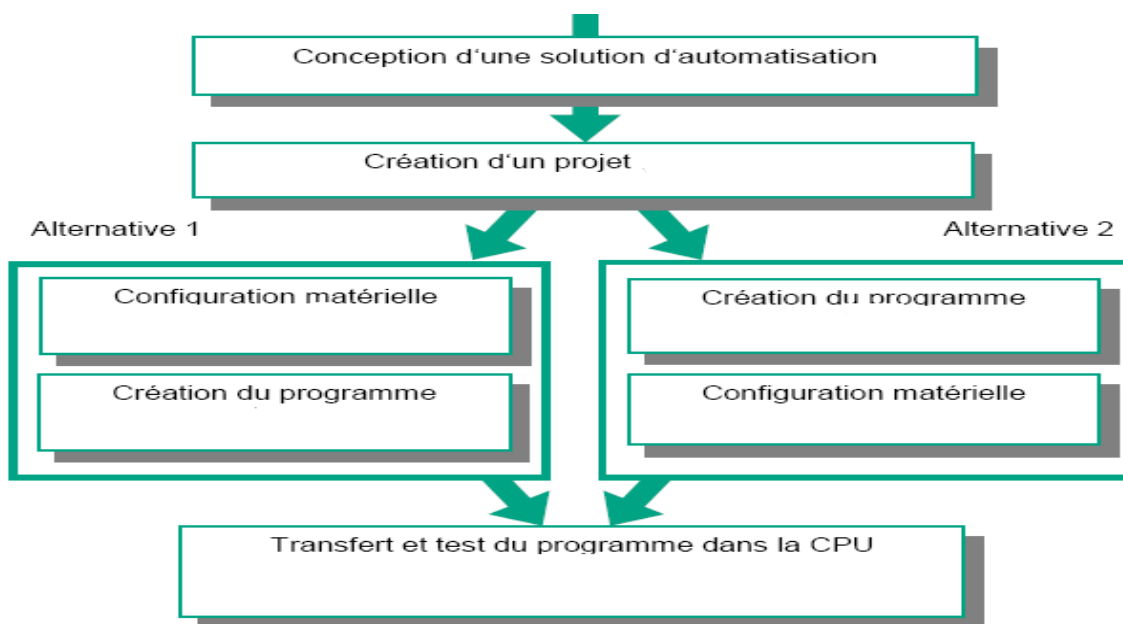


Figure IV.1 : Démarches de programmation avec STEP 7

#### IV.3.1 Démarrage de STEP7 :

Le démarrage de STEP7 est réalisé en cliquant deux fois sur l'icône "SIMATIC Manager", ce qui permet d'ouvrir sa fenêtre fonctionnelle et qui est représentée dans la (Figure IV.2) suivante :

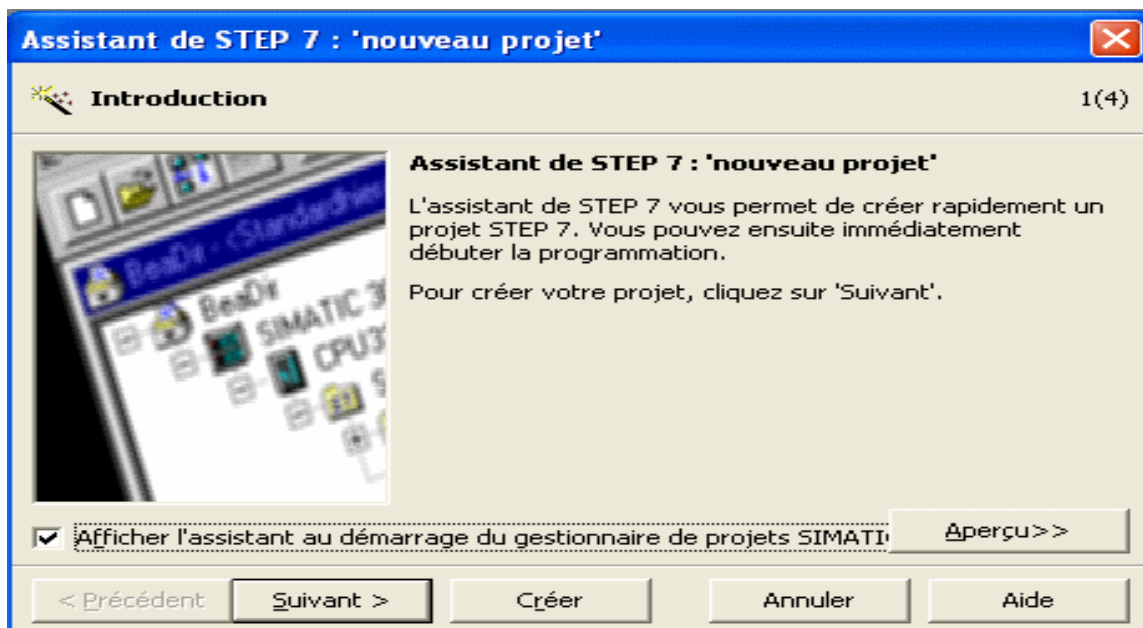


Figure IV.2 : assistant de création de projet STEP 7

Par la suite il faut choisir la CPU utilisée pour le projet, la liste contient normalement toutes les CPU supportées par la version de STEP7 utilisée.

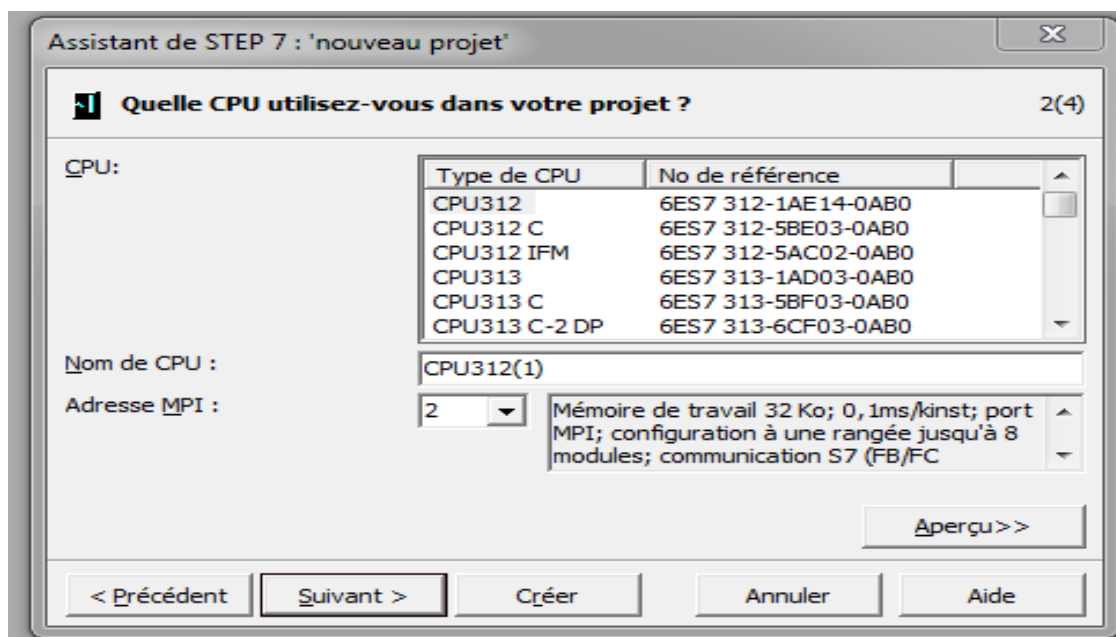


Figure IV.3: Choix de la CPU

Lors de la sélection de la CPU une brève description est disponible dans la petite fenêtre à côté du choix de l'adresse MPI. Il faut aussi choisir une adresse MPI pour la CPU. Si on utilise une seule CPU la valeur par défaut est 2.

L'étape suivante permet le choix du bloc dans lequel notre programme doit être créé ainsi le choix d'un langage de programmation.

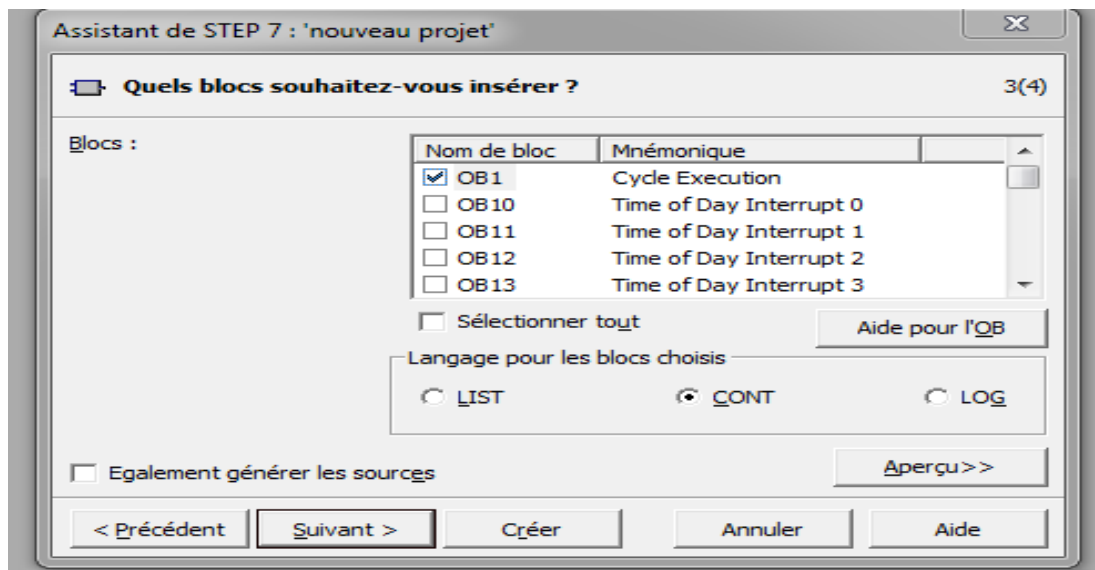


Figure IV.4 : Choix d'un langage de programmation

La dernière étape de la création du projet consiste à le nommer

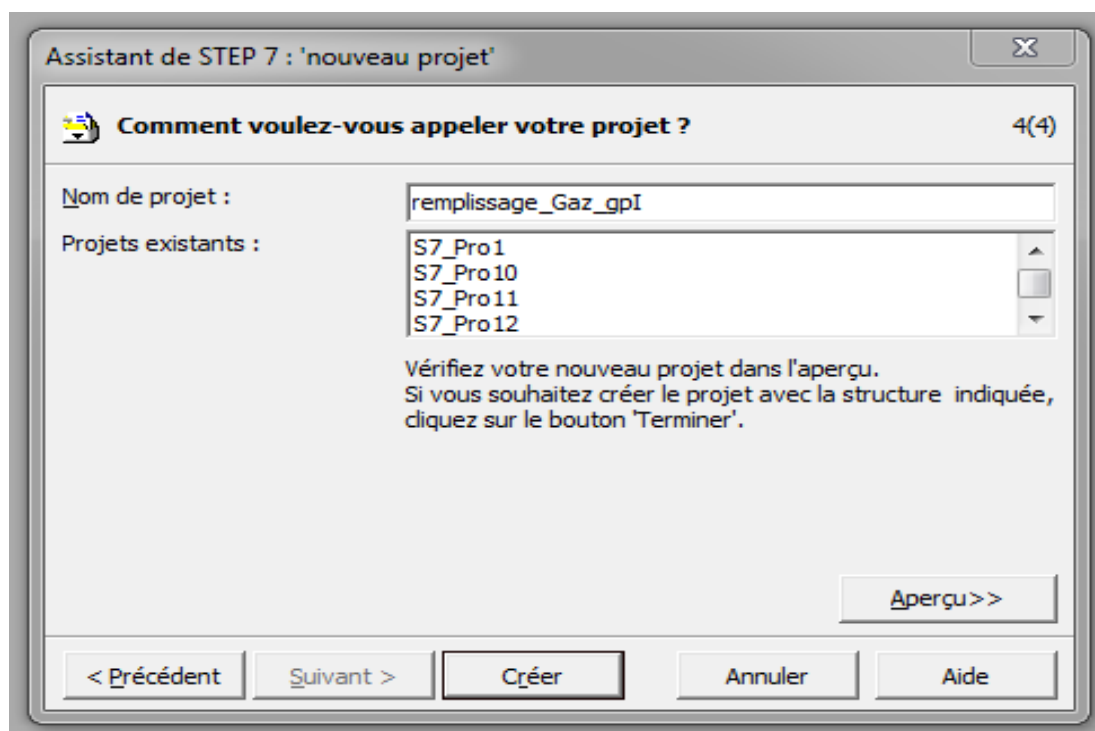


Figure IV.5 : Nom du projet

Après avoir créé le projet, on peut passer à la configuration et le paramétrage du matériel.

### IV.3.2 Configuration matérielle :

Le projet contient deux grandes parties : une description de matériel et la description de fonctionnement (le programme), la Configuration du matériel est utilisée pour configurer et Paramétrer le support matériel dans un projet d'automatisation. En cliquant sur l'icône « station SIMATIC 300 », situant dans la partie gauche qui contient l'objet « matériel»

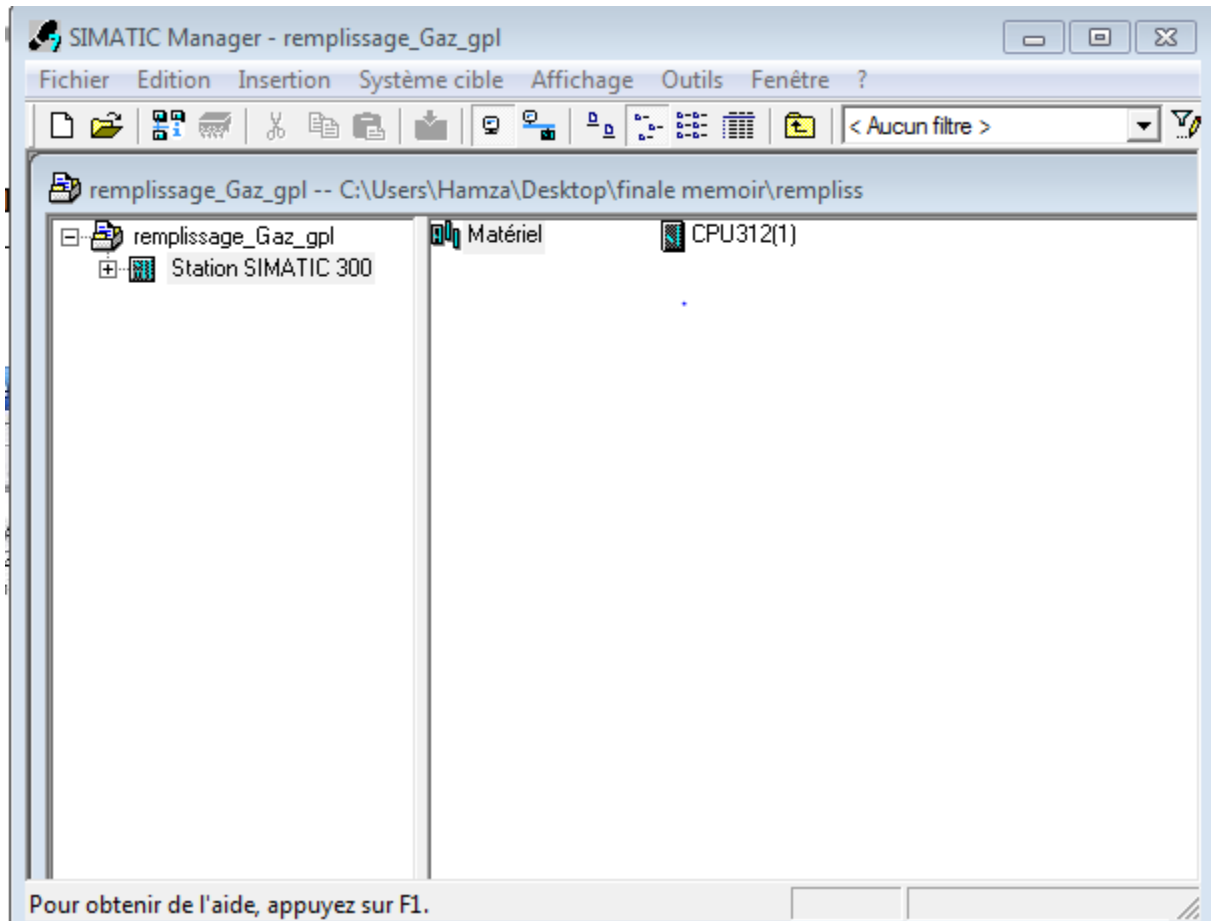


Figure IV.6 : Fenêtre configuration matérielle.

### IV.3.3 Création de la table des mnémoniques :

- **Mnémonique** : est un nom donné par l'utilisateur qui peut remplacer une variable, un type de donnée ou un bloc dans la programmation.
- **Table des mnémoniques** : Il s'agit d'une table qui permet d'affecter des mnémoniques (noms) à des adresses de données globales, accessible à partir de tous les blocs, ils peuvent être en particulier des mémentos (M), des entrées (E), des sorties(A), des temporisateurs, des compteurs ou des éléments de bloc de données (DB1).

Pour insérer la table des mnémoniques, on clic sur « Programme, Mnémonique » comme le présente la figure suivante:

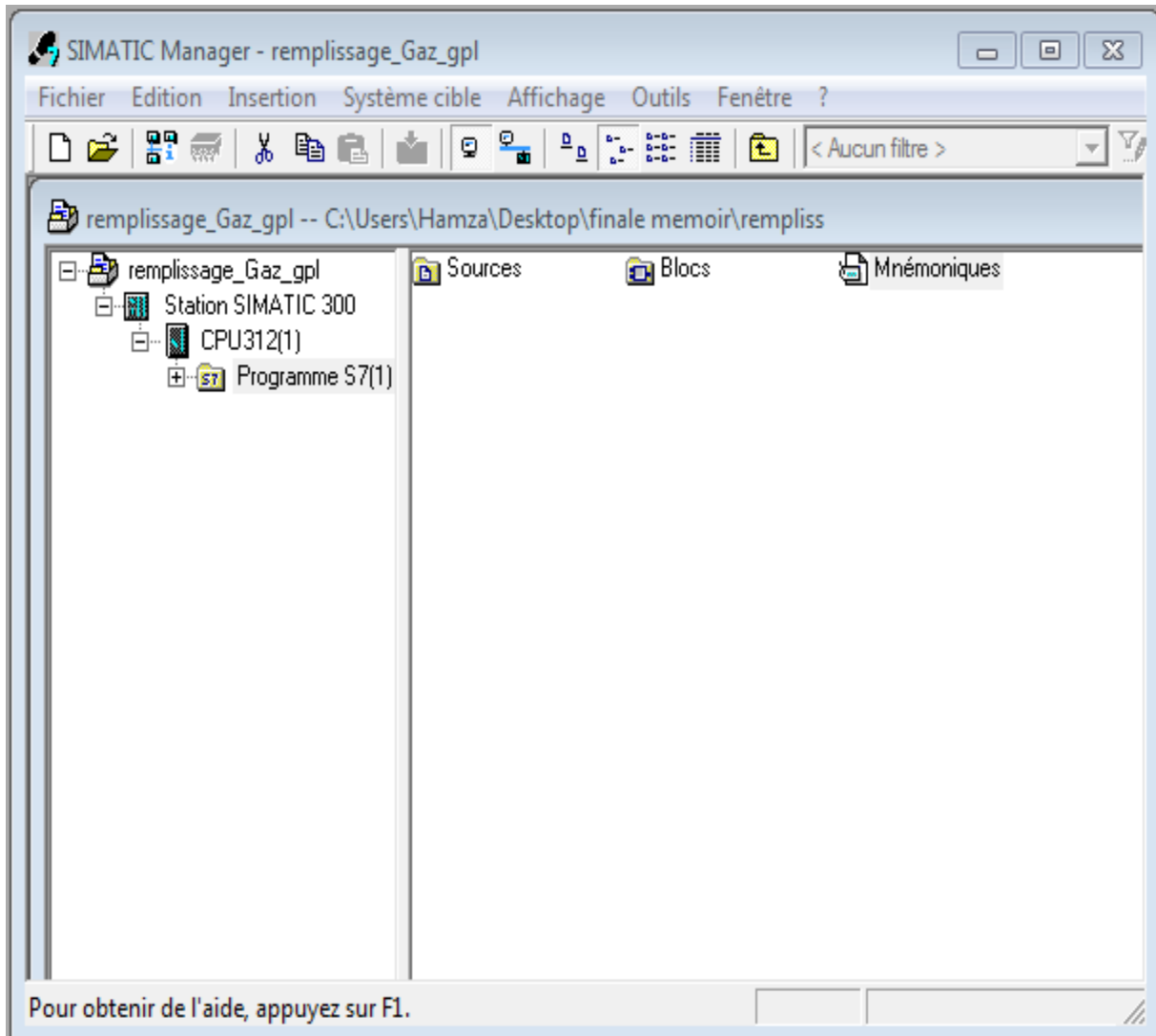


Figure IV.7: Fenêtre de création des mnémoniques.

## IV.4 CREATION DES BLOCS :

### IV.4.1 Bloc de donnée 'DB1' :

s'agit d'une zone de données dans le programme qui contient des données utilisateurs.

### IV.4.2 Bloc d'organisation 'OB1' :

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

### IV.4.3 La fonction ' FC1 ' :

Une FC ne possède pas une zone de mémoire propre. Les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction. Il est également possible d'appeler d'autres FB et FC dans une fonction via des instructions d'appels de blocs.

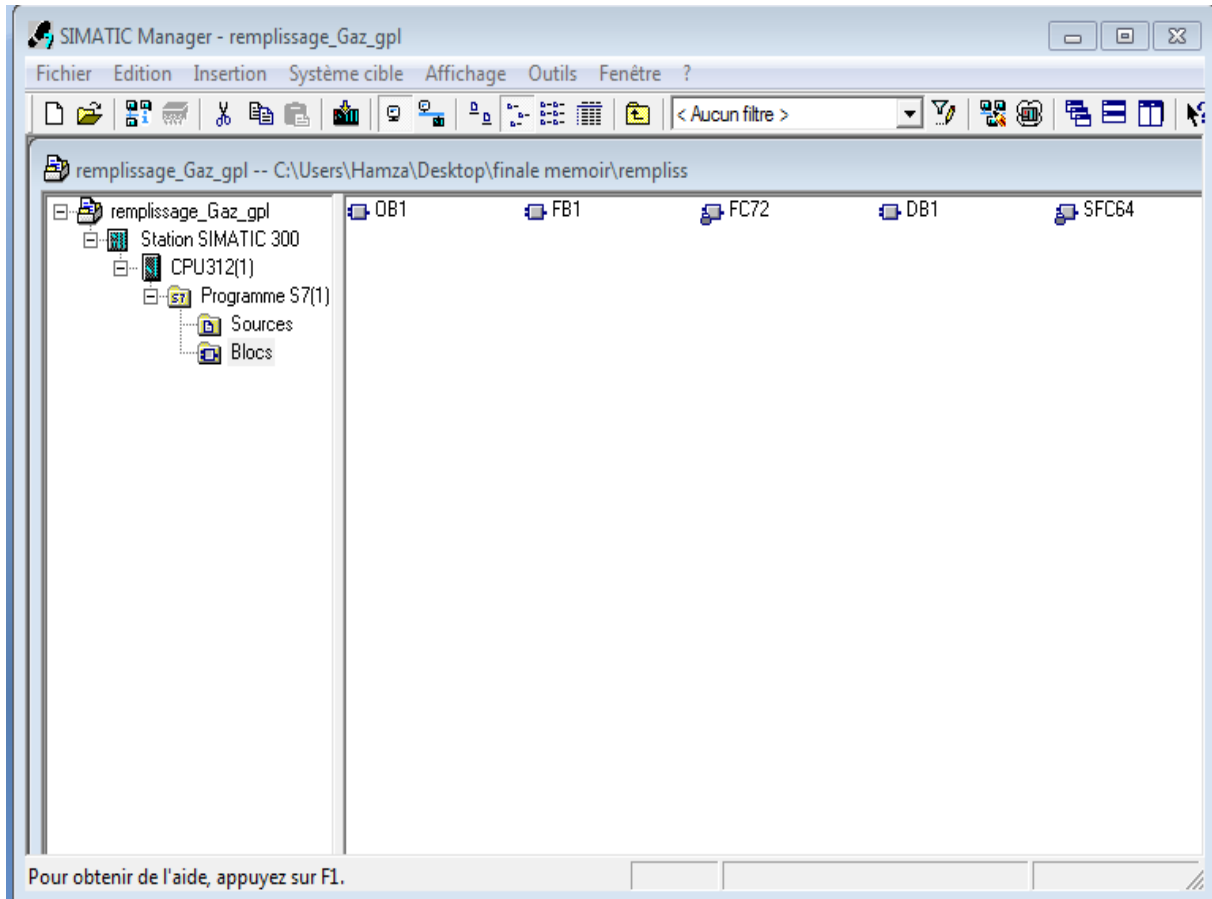


Figure IV.8: Fenêtre des blocs

## IV.5. SIMULATION DE PROGRAMME AVEC S7-PLCSIM :

### IV.5.1 Présentation de S7-PLCSIM :


Le S7-PLCSIM est une application qui nous permet de simuler, d'exécuter et de tester un programme élaboré dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation est réalisée au sein du logiciel STEP 7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux).

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser, surveiller et de modifier les différents paramètres utilisés par le programme, par exemple d'activer ou de désactiver des entrées.

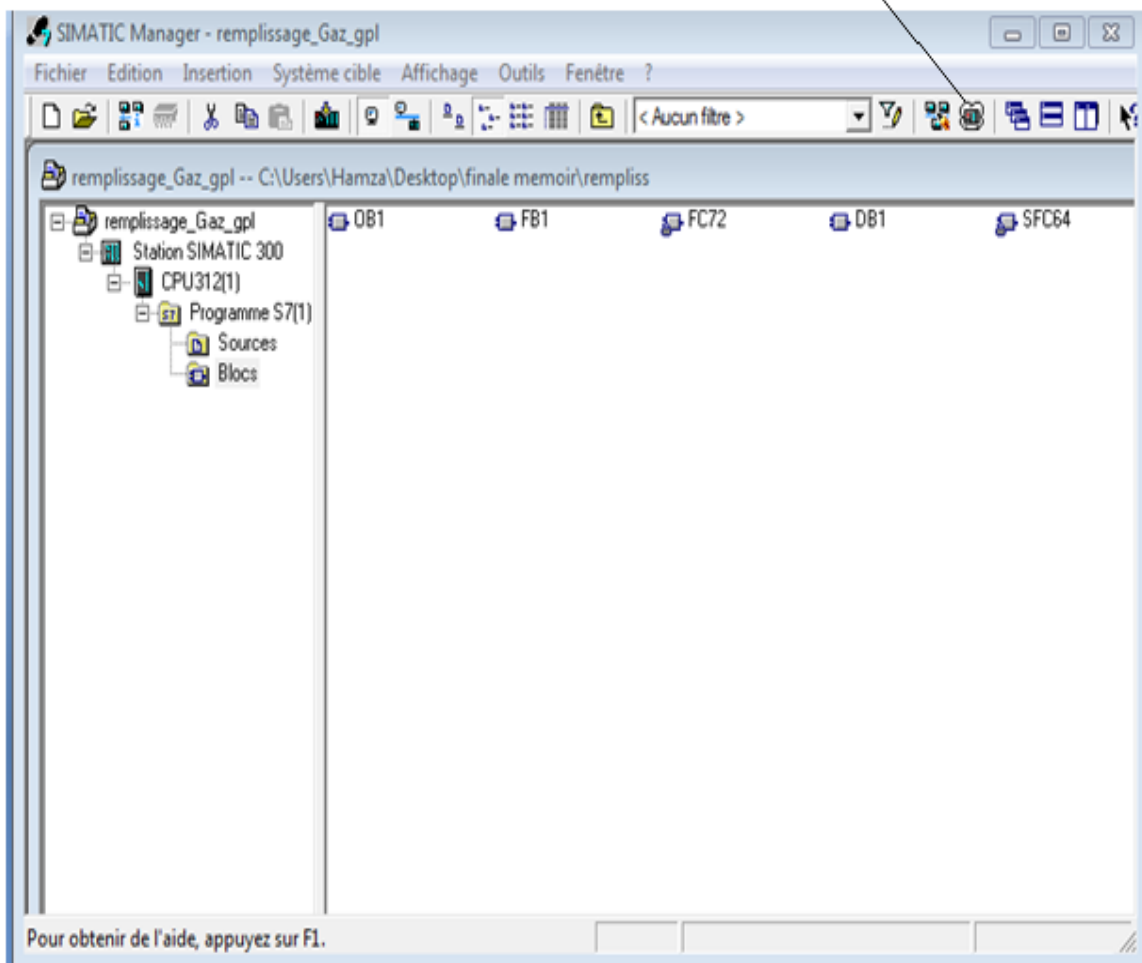
**IV.5 .2.Ouverture du simulateur et chargement de programme élaboré :****IV.5.2.a- Ouverture du simulateur S7-PLCSIM :**

Le lancement du simulateur S7-PLCSIM, est effectué en suivant ces étapes:

1-Démarrer le gestionnaire de projet SIMATIC en cliquant sur son icône.

2-Lancer l'application S7-PLCSIM en cliquant sur son icône  qui se trouve dans la barre d'outils de gestionnaire de projet SIMATIC, comme le montre la figure suivante, ou en sélectionnant la commande «outils, simulation de module »:

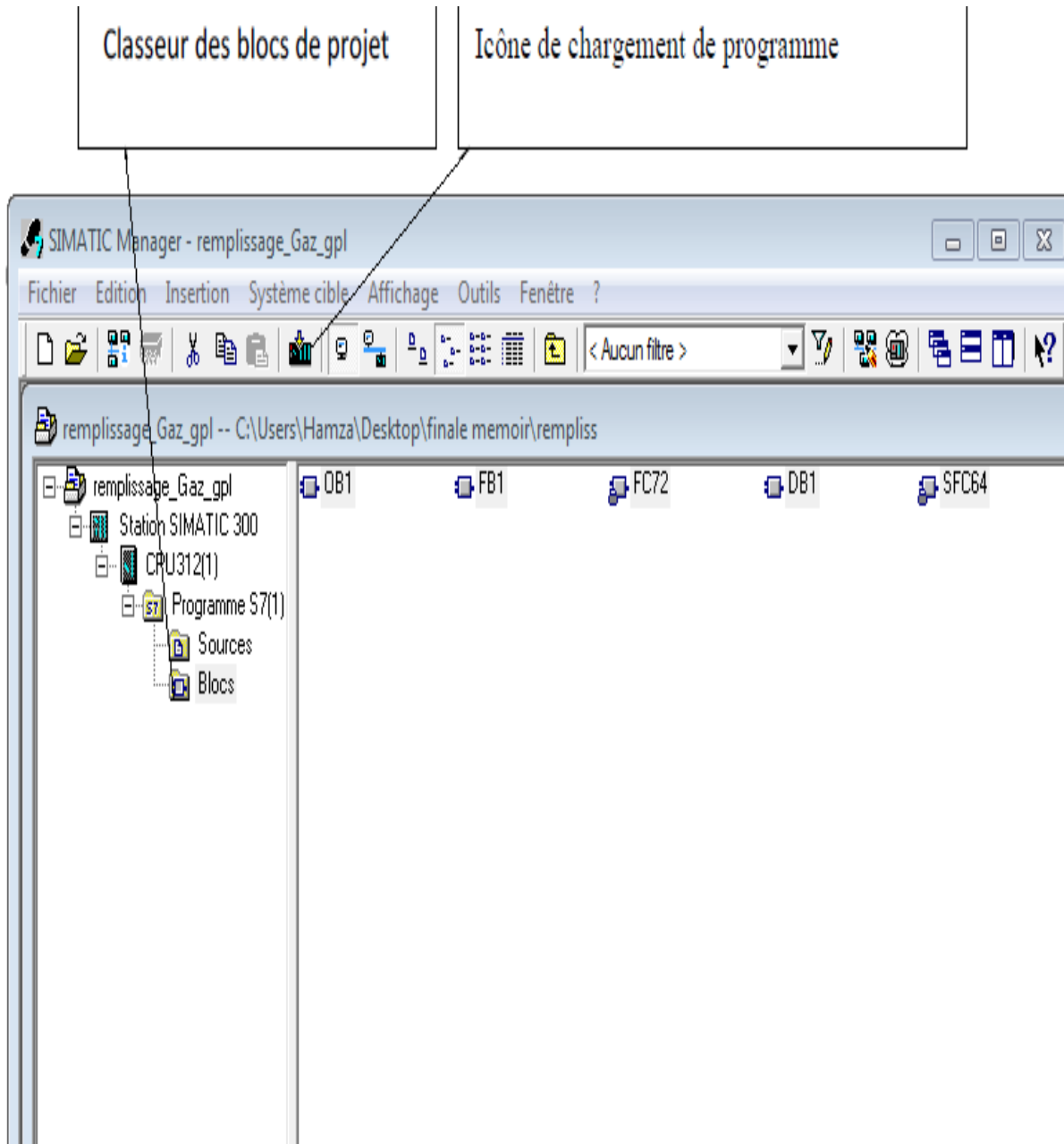
Bouton d'activation/désactivation  
de la simulation



**Figure IV.9 :** Fenêtre d'ouverture de simulateur S7-PLCSIM.

**IV.5.2.b- Chargement du programme :**

Pour charger un programme dans la CPU, on sélectionne tout les« blocs » dans la structure hiérarchique du projet puis on clique sur l'icône de chargement ou on sélectionne la commande « système cible, charger » comme le présente la figure suivante :



**Figure IV.10 :** Fenêtre de chargement de programme dans l'API.

**IV.5.2.c- Configuration du simulateur :**

Le programme contient des entrées, sorties, mémentos, temporisation et descompteurs ; en exécutant le programme, on peut utiliser des fenêtres pour forcer les entrées à 1 ou à 0 et

visualiser les valeurs des temporisations et changement des sorties, pour créer les diverses fenêtres. Les fenêtres utilisées dans le programme sont représentées dans la figure (IV.12) :

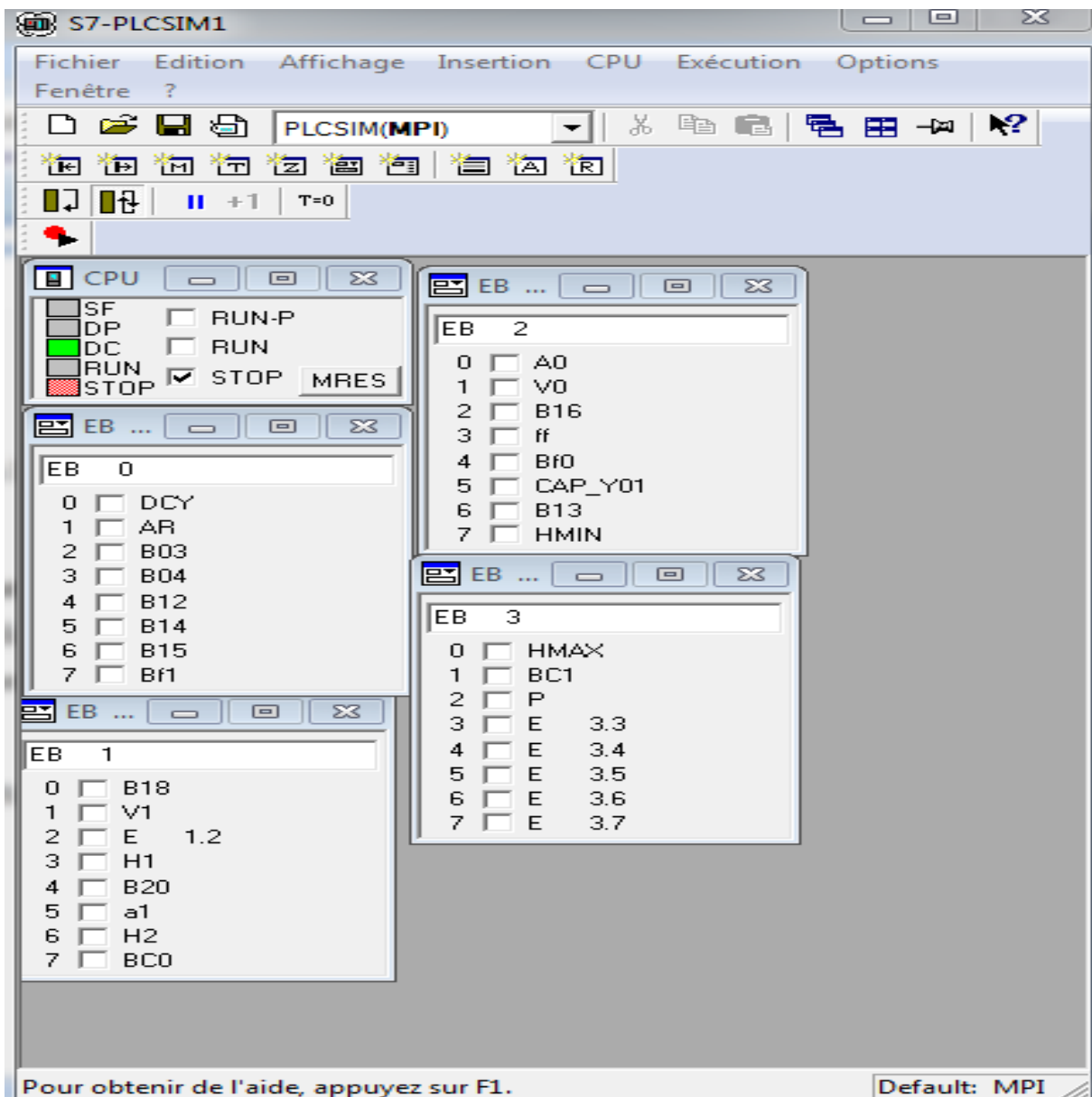


Figure IV.11 : Fenêtre de configuration du simulateur.

#### IV.5 .2.d- Exécution du programme :

Pour démarrer l'exécution de programme on met la CPU en mode fonctionnel 'RUN4' c'est-à-dire la CPU traite le programme utilisateur, ce dernier ne peut pas être modifié. Pour le mode fonctionnel 'RUN-P' (RUN-PROGRAMME), c'est-à-dire la CPU traite le programme utilisateur qui peut être modifié, l'effacement général de programme s'effectue en cliquant sur le bouton 'MRES'.

Le mode de fonctionnement ‘STOP’, la CPU est arrêtée, c’est-à-dire elle ne traite aucun programme utilisateur.



Figure IV.12 : Sélection de mode de la CPU.

#### IV.5 .2.e- Simulation de programme :

Le réseau de communication MPI qui est l’interface de la CPU utilisée pour le chargement et la visualisation de programme dans l’automate.

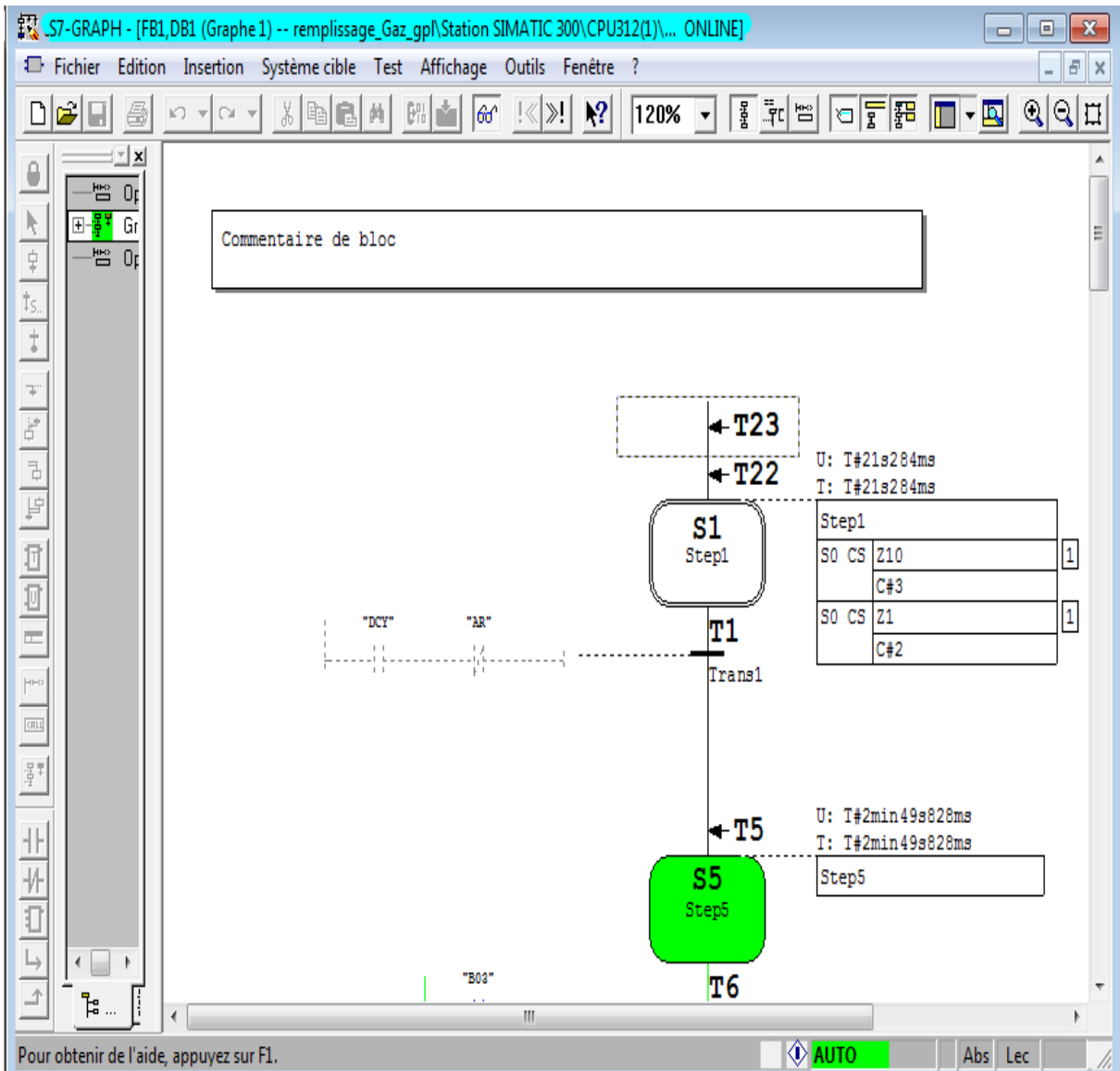


Figure IV.13: La simulation de programme.

## IV.6 CONCLUSION

L'utilisation du langage S7-PLCSIM nous a permis de tester le programme élaboré vu que STEP7 offre différentes possibilités de test telles que la visualisation du programme ou la table des variables afin de corriger les éventuelles erreurs commises et les modifications appropriées avant de passer à l'implémentation sur l'automate.

## CONCLUSION GENERALE

---

### CONCLUSION GENERALE :

Notre projet de fin d'étude a été réalisé en grand partie au sein de l'entreprise nationale de commercialisation et de distribution des produits pétroliers NAFTAL, l'objectif est l'automatisation d'une chaîne de remplissage de bouteilles de gaz butane à base d'un automate programmable siemens S7-300.

Ce projet a été très bénéfique, il nous à apporté énormément d'informations et de connaissance pratique, la découverte du monde industriel et la mise en application de la théorie acquise lors de notre cursus universitaire. D'autre part, il nous a permis d'apprendre les différentes étapes à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation.

L'entreprise NAFTAL utilise des machines à base de microcontrôleurs, dans notre projet, nous avons proposé de moderniser leurs installations avec les API Siemens. La programmation des API a été effectuée en utilisant le logiciel Step7.

Après l'étude de chaîne de remplissage de bouteilles de gaz butane, nous avons utilisé le GEAF CET qui est un outil très efficace qui facilite le passage du modèle à l'implantations technologique de celui – ci dans un automate programmable industriel.

En fin, souhaitons que notre travail puisse apporter un plus sur le plan pratique et qu'il servira comme guide pour tout projet d'automatisation utilisant les API S7-300 et langage de programmation STEP7.

## BIBLIOGRAPHIE

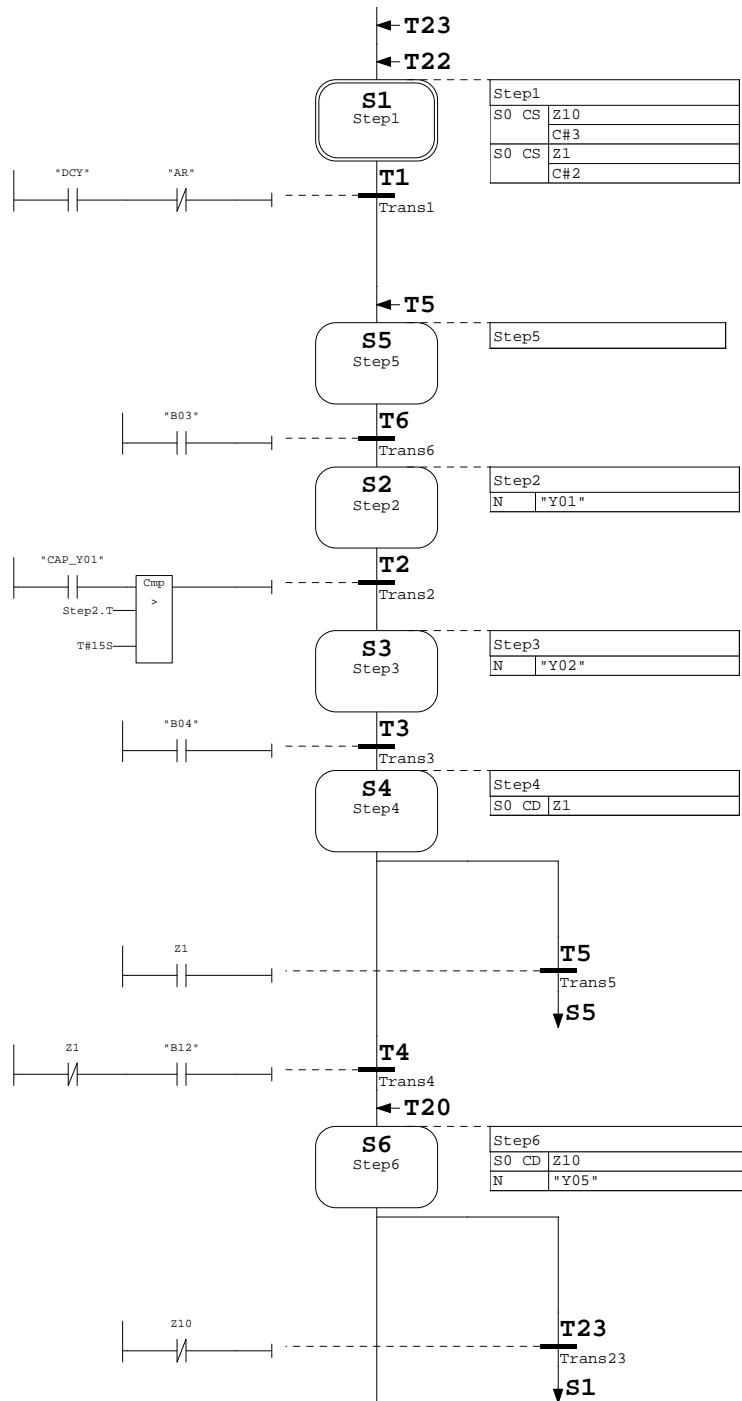
- [1] <https://www.NAFTAL.com/descriptiongénérale>
- [2] <https://www.NAFTAL.com/Historique>
- [3] Documentation technique du fournisseur KOSAN CRISPLANT
- [4] **A. Simon**, « Automates Programmable », L'ELANE, 1983.
- [5] **MEZZAI Nabil et LAIFAOUI Nabil** « Automatisation et contrôle des trémies portuaires SILOSS CEVITAL », Mémoire de fin d'étude, Bejaïa, Juin 2001
- [6] « Le GRAFCET et sa mise en œuvre », (cours en PDF), Université Louis Pasteur.
- [7] « Automates Nano -plate forme d'automatisme Micro », Schneider Electric 1999.
- [8] **MEZZAI Nabil et LAIFAOUI Nabil** « Automatisation et contrôle des trémies portuaires SILOSS CEVITAL », Mémoire de fin d'étude, Bejaïa, Juin 2010
- [8] **M. Bertrand**, « Automates Programmable Industriel », (document PDF).
- [9] « Etude des automates programmables Industriels (API), S4 : Communication et traitement de l'information », « cours ELEC », <http://www.courselec.free.fr>.
- [10] **A. Maidi**, « Cours d'automatisme industriel », (cours en PDF), 2005/2006.
- [11] « Mise en route STEP 7 », SIMATIC, édition 03 /2006.
- [12] **L. Bergougnoux**, « Automates Programmables Industriel », cours (PDF), Polytechnique de Marseille, département génie mécanique, 2004/2005.

**Propriétés de la table des mnémoniques**

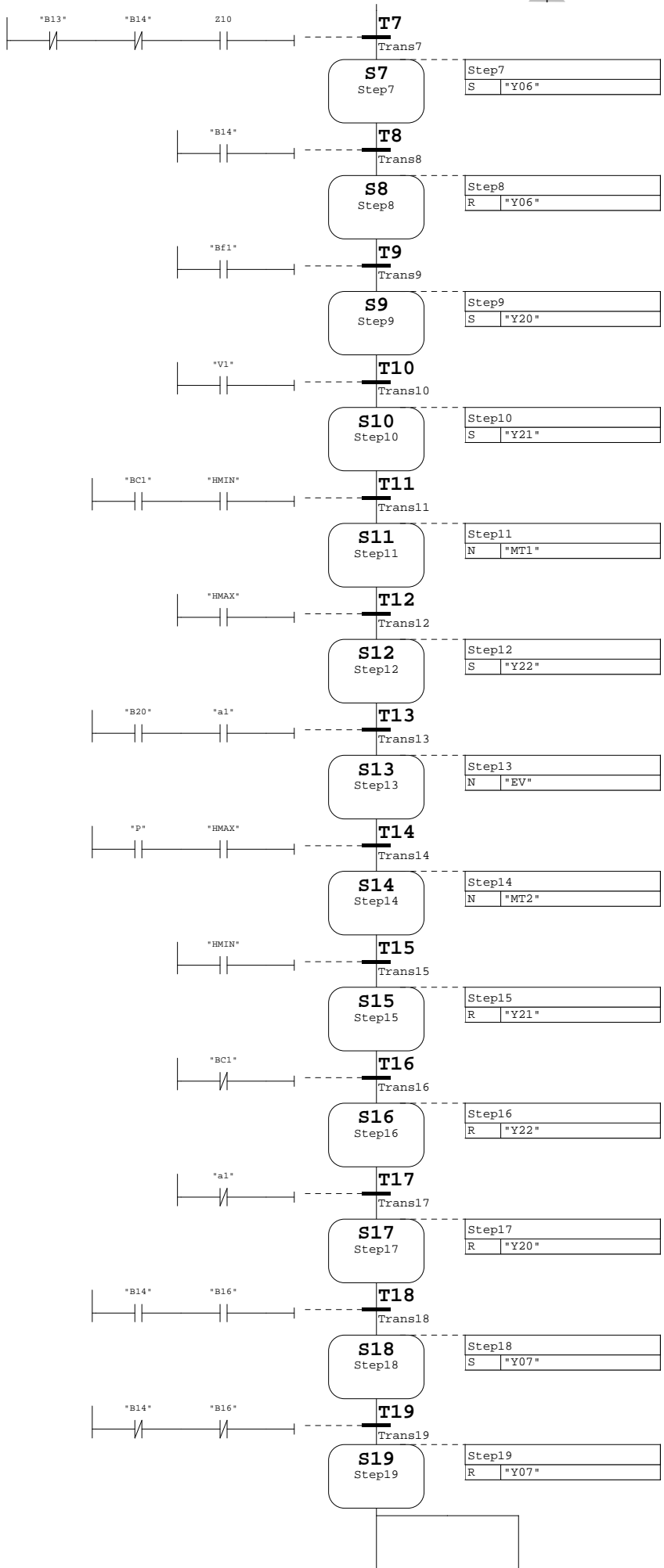
Nom : Mnémoniques  
Auteur :  
Commentaire :  
Date de création : 19/09/2018 16:15:47  
Dernière modification : 20/09/2018 14:01:14  
Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques  
Nombre de mnémoniques : 42/42  
Dernier tri : Mnémonique ordre croissant

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	A0	E 2.0	BOOL	
	a1	E 1.5	BOOL	
	AR	E 0.1	BOOL	
	B03	E 0.2	BOOL	
	B04	E 0.3	BOOL	
	B12	E 0.4	BOOL	
	B13	E 2.6	BOOL	
	B14	E 0.5	BOOL	
	B15	E 0.6	BOOL	
	B16	E 2.2	BOOL	
	B18	E 1.0	BOOL	
	B20	E 1.4	BOOL	
	BC0	E 1.7	BOOL	
	BC1	E 3.1	BOOL	
	Bf0	E 2.4	BOOL	
	Bf1	E 0.7	BOOL	
	CAP_Y01	E 2.5	BOOL	
	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
	DCY	E 0.0	BOOL	
	EV	A 1.7	BOOL	
	ff	E 2.3	BOOL	
	G7_STD_3	FC 72	FC 72	
	H1	E 1.3	BOOL	
	H2	E 1.6	BOOL	
	HMAX	E 3.0	BOOL	
	HMIN	E 2.7	BOOL	
	LED	A 1.5	BOOL	
	MT1	A 1.0	BOOL	
	MT2	A 1.1	BOOL	
	P	E 3.2	BOOL	
	TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
	V0	E 2.1	BOOL	
	V1	E 1.1	BOOL	
	Y01	A 0.0	BOOL	
	Y02	A 0.1	BOOL	
	Y05	A 0.2	BOOL	
	Y06	A 0.3	BOOL	
	Y07	A 1.4	BOOL	
	Y20	A 0.4	BOOL	
	Y21	A 0.6	BOOL	
	Y22	A 1.2	BOOL	
	Y23	A 2.0	BOOL	

Commentaire de bloc



1



3

