

N°Ordre...../Faculté/UMBB/2016

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie
Département d'Automatisation et Electrification des Procédés Industriels

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Présenté par

ABDERRAHIM Injil Naima

Spécialité : Automatisation des procédés industriels

Option : Commande automatique

THEME

Automatisation et simulation des opérations sphères – citernes
du Centre Vrac 165 du district d'Alger (Sidi Arsine) de
NAFTAL

Devant les membres de jury :

Dr : **BENHALLA. A**

Dr :

Dr :

Dr : **CHAIB. A**

MC/A	UMBB	Président
.....	UMBB	Examineur
.....	UMBB	Examineur
.....	UMBB	Encadreur

Année universitaire : 2015/2016

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je tiens à remercier mon DIEU le tout puissant, notre créateur de m'avoir donné la force et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Je tiens à notifier un remerciement à mon encadreur pédagogique ; pour son encouragement :

Mr. CHAIB Ahmed.

Ainsi que **Mr. BENHALLA** pour son aide et conseils.

Je tiens à exprimer aussi, mes essentiels remerciements, aux opérateurs du **centre vrac 165 et la branche GPL**, spécialement:

Mr. TEZKARAT Farid

Mr. BABA AHMED Rochdi

Mr. ITIM Ahmed

Pour le temps qui m'ont consacré et l'aide qu'ils m'ont apporté.

Enfin, mes remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

ABDERRAHIM Injil Naima

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

✚ A ceux qui ont tellement attendu ce moment avec impatience depuis toujours :

A **MA Très Chère MAMAN** et **MON Très Cher PAPA**, pour leur présence et leur Amour. Qui se sont sacrifiés pour que j'arrive à ce moment et qui m'ont guidé tout le long de ma vie ;

✚ A Ma Sœur Chérie **Imane**, Mon Adorable Sœur **Nadia** et leur Chère Maman, pour leur soutien sans cesse, leur encouragement et surtout d'être présentes dans ma vie ;

✚ A Ma Grand-mère ;

✚ A ma famille en général ;

✚ A mes ami (e) s et collègues, surtout : Mouhamed - New Vision-;

✚ A tout ce qui m'ont aidé de loin et de près.

ABDERRAHIM Injil Naima

REMERCIEMENTS

DEDICACE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : PRESENTATION NAFTAL

Introduction	1
1. Historique NAFTAL.....	2
2. Présentation de l'entreprise NAFTAL.....	2
A. Présentation de la branche GPL.....	5
1- Présentation du district GPL d'Alger.....	7
a. Présentation du centre vrac CV 165.....	8

CHAPITRE II : DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

1. Description du fonctionnement.....	11
A. Définition des opérations.....	11
B. Définition des commandes.....	11
C. Possibilité de sélection.....	12
D. Sélection des opérations.....	13
E. Remplissage des sphères à partir du pipe.....	13
F. Fonctionnement des postes charge/décharge camions.....	14
2. Installations du centre.....	15
○ Installations GPL.....	15
○ Installation réseau d'incendie.....	24
○ Installation d'alimentation électrique.....	30

CHAPITRE III : INSTRUMENTATIONS DU CENTRE VRAC 165

Introduction.....	31
1. Les capteurs	31
a. Capteur de pression.....	31
b. Capteur de niveau.....	32
c. Capteur de température.....	34
d. Capteur de débit.....	34
2. Les actionneurs.....	35
a. Vanne de régulation.....	35
b. Vanne tout ou rien.....	35
c. Electrovanne.....	35
d. Vanne FCV	36
Conclusion.....	37

CHAPITRE IV : CHOIX DE L'API

1. Introduction.....	38
2. Choix de l'automate.....	38
3. Conduite et surveillance d'un système automatisé.....	38
4. Structure d'un système automatisé.....	39
5. Communication avec un automate industriel.....	40
a) Communication avec le programmeur.....	40
b) Communication avec l'agent d'exploitation.....	40
c) Communication avec des convertisseurs machine.....	40
6. Présentation de l'automate S7-300.....	40
7. Les modules du système.....	41
a. Module unité centrale (CPU314).....	42
b. Le module d'alimentation (PS 307).....	42
c. Les modules entrées/sorties.....	42
d. Les modules de fonction (FM)	43
e. Les modules de simulation (SM 374).....	43
f. Les modules de communication (CP340 ,341).....	44
g. Les châssis.....	44
8. Adressage des modules S7-300.....	45

a. Adressage lié à l'emplacement.....	45
b. Adressage libre.....	45
9. Programmation des automates programmables.....	45
a. Schéma à contact (CONT).....	45
b. Logigramme (LOG).....	46
c. Liste d'instructions (LIST).....	46
10. Structure d'un programme.....	47
a. Les blocs d'organisation (OB).....	47
b. Les blocs fonctionnels (FB).....	47
c. Les blocs (FC).....	48
d. Les blocs de données (DB).....	48
11. Simulation.....	48
12. Conclusion	49

CHAPITRE V : PROGRAMMATION ET SIMULATION

1. Programmation en STEP 7.....	50
A. Création du projet en STEP 7.....	50
B. Configuration matérielle.....	54
C. Programmation du process sur STEP7.....	56
2. Simulation avec S7-PLCSIM.....	60
A. La fonction du S7-PLCSIM.....	60
B. Le simulateur des programmes S7-PLCSIM.....	60
3. Conclusion.....	61

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

ANNEXE

INTRODUCTION GENERALE :

Dans le cadre de mon projet de fin d'étude, j'ai effectué un stage pratique au sein du centre vrac 165 NAFTAL SIDI ARSINE du district d'Alger. Ce centre a pour but de stocker, distribuer et commercialiser les gaz (Butane et Propane).

Il m'a été demandé d'étudier et de proposer l'automatisation du système du remplissage des sphères et de chargement des camions citernes ce qui veut dire stockage et distribution. Sachant que la commande actuelle est en manuelle, la commande proposée sera assurée par un automate programmable industriel (API).

Le système de commande de chargement des camions citernes, en manuel présente plusieurs inconvénients :

- La commande à l'aide des vannes manuelles exige l'intervention des opérateurs à chaque intervention (ouverture, fermeture, purge, vidange...etc.).
- Risque sur les opérateurs lors du branchement des bras de chargement des camions citernes.
- Nécessité de personnels or plusieurs opérateurs.

La décision de remplacer la commande manuelle par un API est motivée par les points cités ci-dessous :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles.
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères telles que la température et pression.
- Facilité du diagnostic et de la maintenance.
- Sa programmation, à partir de langages spécialement développés pour le milieu industriel pour le traitement de fonctions d'automatisme, facilite son exploitation et sa mise en œuvre.

INTRODUCTION :

L'énergie occupe une place prépondérante dans la vie de l'être humain. Les sciences et les progrès techniques ont permis à l'homme de découvrir de nouvelles ressources énergétiques. Le GPL (gaz du pétrole liquéfié) est l'une des énergies qui est capables de répondre à l'accroissement des besoins humains.

Aujourd'hui, le GPL représente 20% de la consommation mondiale en énergie. Cette dernière est en croissance régulière elle offre une grande résilience au cycle économique. La production du GPL n'est jamais recherchée, elle dépend des opérations de traitement du pétrole et du gaz naturel. Le GPL offre une grande souplesse en matière de stockage et de transport, tout en fournissant une énergie performante et économique. La production mondiale du GPL est de 214 millions tonnes/ an.

Selon la composition chimique du GPL, il est considéré comme étant le combustible le plus propre. Il ne contient pratiquement pas de soufre (très faible teneur en soufre), ni d'aromatique, dégageant un très faible niveau d'oxyde de carbone dans son combustion par rapport à d'autres sources d'énergie fossile et leurs émissions sont peu toxiques.

L'Algérie a acquis en 20 ans, une expérience dans le domaine du GPL, devenu un produit de large consommation (2,4 millions tonnes/an), répondant aux options de la politique énergétique nationale. L'Algérie dispose d'un vaste potentiel capable d'alimenter des programmes d'exportation de 9,7 millions tonnes/an.

Le centre vrac de NAFTAL est l'un des centres les plus importants en Algérie et en Afrique, depuis sa construction, ce centre ne cesse de répondre aux besoins de ses clients vis-à-vis ce produit.

1. Historique NAFTAL: [1]

Issue de la SONATRACH, l'entreprise ERDP a été créée par un décret N°: 80-101 du 06 avril 1981.

L'entreprise ERDP/NAFTAL chargée de l'industrie, du raffinage et de la distribution des produits pétroliers en Algérie, est entrée en activité le 01 janvier 1982, sous le signe NAFTAL qui est composé de deux syllabes :

NAFT : Pétrole

AL : Algérie

En 1987 par décret N°: 87/189 du 25 /08/1987 l'activité raffinage est séparée de l'activité distribution par la création de société appelée NAFTEC.

À partir de 1998, elle change de statut et devient filiale à 100% du groupe SONATRACH.

NAFTAL est chargée, pour mission principale, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers sur le marché national.

2. Présentation de l'entreprise NAFTAL :

NAFTAL est une société nationale de commercialisation et distribution des produits pétroliers, récemment, elle a été composée de cinq grandes entreprises qui sont :

- La branche GPL (Gaz du Pétrole Liquéfié) ;
- La branche AVM (Aviation, Marine) ;
- La branche CLP (carburant lubrifiant pneumatique) ;
- La branche LPB (lubrifiant La pneumatique et bitumes) ;
- La branche RSU (Réseaux).

Les branches ont pour mission de définir avec la direction générale, la stratégie de distribution et de commercialisation des produits pétroliers en veillant à rassembler toutes les conditions de son application dans les centres opérationnels de la société.

Ainsi, l'organigramme de NAFTAL se présente comme suit :

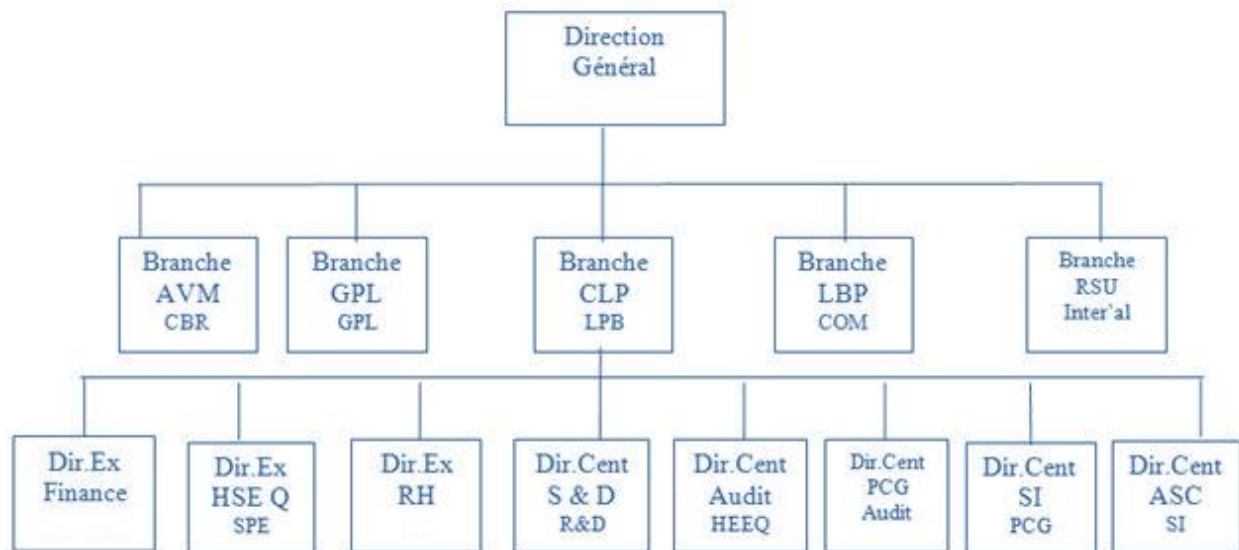


Figure I.1 : Organigramme de NAFTAL

○ **A.V.M :**

La direction aviation et marine est chargée du suivi et du contrôle de la politique de l'entreprise NAFTAL dans l'approvisionnement et la commercialisation des carburants et lubrifiants pour l'aviation et la marine.

○ **G. P. L :**

La direction gaz du pétrole liquéfié est chargée de l'élaboration et du suivi des politiques et programme national de stockage, de conditionnement, des ventes et distributions des produits (butane et propane).

○ **C. L. P :**

La direction carburant lubrifiant pneumatique et bitumes est chargée de l'élaboration et du suivi des politique et programmes de vente et distribution des produits suscites.

○ **L.P.B:**

La direction lubrifiant pneumatique et bitumes (même principe que la CLP) est chargée de l'élaboration et du suivi des politiques et programmes nationaux de vente et distribution des produits suscités.

○ **R.S.U :**

La direction réseau est chargée de la politique de développement, la promotion commerciale, la maintenance et l'exploitation du réseau des ventes (stations services).

- **Missions de NAFTAL:**

NAFTAL a pour mission principale la distribution et la commercialisation des produits pétroliers sur le marché national.

Elle intervient dans les domaines suivants :

- L'enfûtage ;
- La formulation bitume ;
- Distribution, stockage et commercialisation des carburants, GPL/carburant, lubrifiants, pneumatiques, GPL, bitumes et produits spéciaux ;
- Transport des produits pétroliers ;
- Le développement des infrastructures de stockage et de distribution ;
- Le développement de toute forme d'activités conjointes en Algérie et hors de l'Algérie avec des sociétés étrangères ou algériennes ;
- La prise et la détention de tout portefeuille d'action ;
- Les prises de participation et autres valeurs mobilières dans toute société existante ou à créer en Algérie ou à l'étranger.

- **Les produits NAFTAL :**

NAFTAL produit et commercialise les produits suivants :

- Gaz de pétrole liquéfié (GPL butane et propane) ;
- Essence ;
- Gasoil ;
- Pétrole ;
- Fuel oil léger et lourd ;
- Lubrifiant ;
- Huile et graisse ;
- Bitumes divers ;
- Pneumatiques (tourisme, camion, agraires, cycles,...etc.).

A. Présentation de la branche G P L :

- **Création de la branche GPL :**

Créée le 15 octobre 1998, la division GPL a été chargée des activités liées au transport, stockage, enfûtage, distribution, promotion et développement des GPL de l'entreprise NAFTAL sur tout le territoire national.

Les principaux objectifs de la branche sont :

- ✓ Gérer, organiser, promouvoir et développer l'activité d'enfûtage et de distribution des GPL (transport du GPL vrac par cabotage, canalisation et camion, stockage primaire et secondaire, transport par route des GPL conditionnés) ;
- ✓ Commercialiser les GPL vrac et conditionnés et leurs emballages et accessoires ;
- ✓ Veiller au respect des normes et consignes de sécurité de toute la chaîne des GPL (transport, installations d'enfûtage et de stockage, bouteilles, citernes, accessoires,...etc.).

La branche GPL a commencé à fonctionner en entière autonomie dès janvier 2001.

- **Organisation actuelle :**

- **Au niveau central :**

La Branche G.P.L comprend les structures suivantes :

- ☐ Direction Exploitation ;
- ☐ Direction Technique et Maintenance ;
- ☐ Direction Etudes et Développement ;
- ☐ Direction Transport ;
- ☐ Direction Ressources Humaines ;
- ☐ Direction Administration et Moyens ;
- ☐ Direction Etudes, Prévisions et Planification ;
- ☐ Direction Marketing ;
- ☐ Direction Finances et Comptabilité ;
- ☐ Direction Juridique ;
- ☐ Direction H.S.E ;
- ☐ Direction Canalisations G.P.L ;
- ☐ Groupe Informatique ;

CHAPITRE I : PRESENTATION NAFTAL

- Groupe Audit ;
- Groupe Management Qualité.

- **Au niveau opérationnel :**

Une activité organisée en 19 Districts couvrant les centres opérationnels que sont :

- Les Centres Emplisseurs ;
- Les Mini - Centres Emplisseurs ;
- Les Dépôts Relais ;
- Les Centres Vrac.

Les 19 districts fonctionnent dans l'optique décentralisation, responsabilisation.

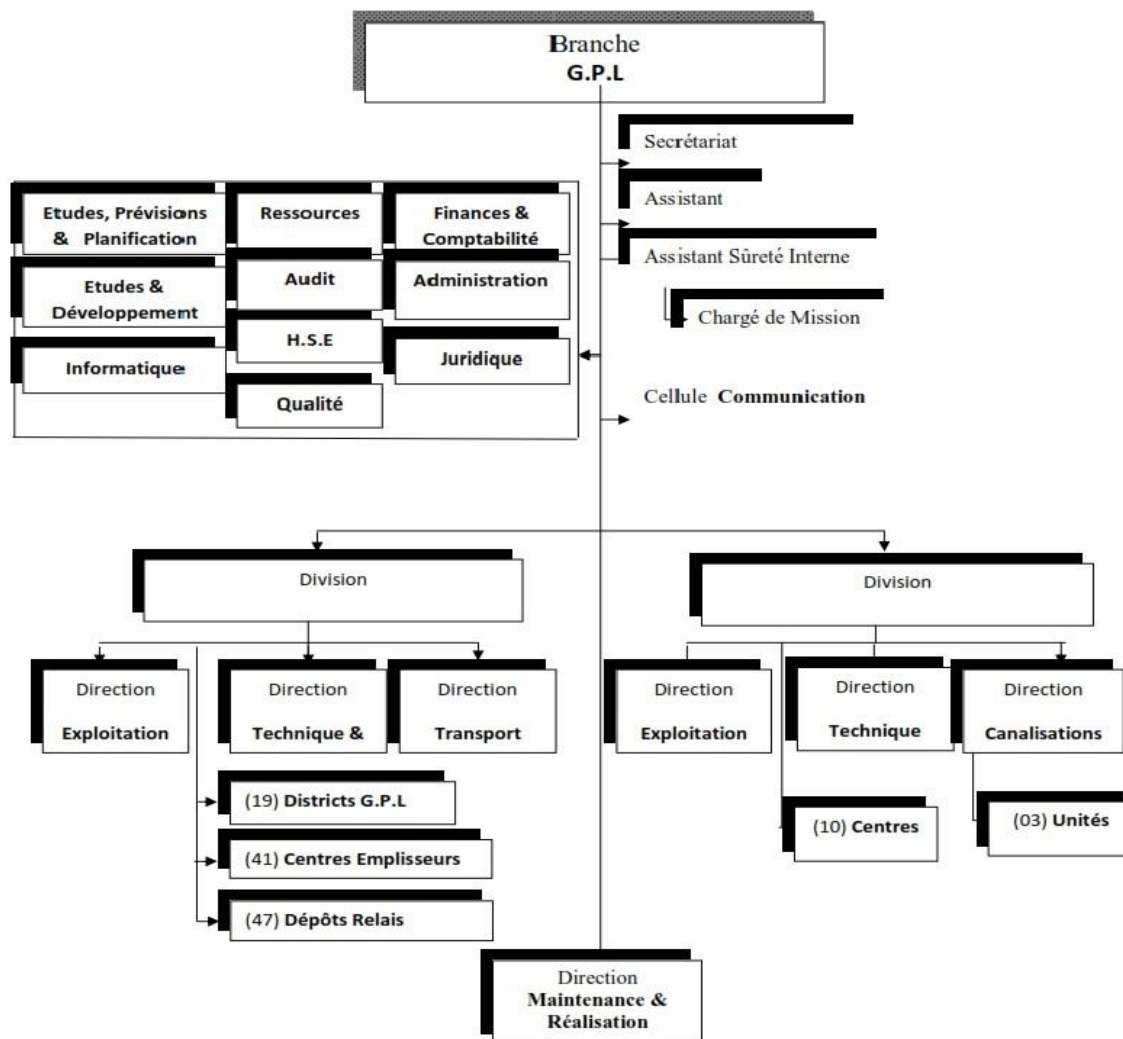


Figure I.2 : Organigramme de la branche GPL

CHAPITRE I

- **Mission de la branche :**

Les activités de NAFTAL dévolues à la branche GPL concernent l'approvisionnement, le conditionnement, la distribution des GPL et accessoires et emballage liés à leur utilisation.

❖ Les missions principales :

- Le développement et la valorisation des GPL sous toutes ses formes particulières vrac et gaz carburant ;
- La distribution des GPL aux utilisations aux meilleures conditions de coût, de qualité, de délais et de sécurité ;
- L'évolution dans un cadre concurrentiel ;
- La modernisation des infrastructures pour améliorer la productivité, la sécurité et la gestion ;
- Le développement de partenariat et de coopération dans le domaine des GPL ;
- Développer et promotion des ressources humaines de la division GPL ;
- Recherche et application de toutes solutions permettant la valorisation pour la rentabilité ;
- Recherche de la rentabilité compatible avec la mission de service public de la division GPL et sensibilisation de l'ensemble du personnel à cette recherche en l'associant aux résultats obtenus ;
- Conception de la rentabilité comme facteur d'émulation entre les différentes zones de la division GPL afin de les stimuler dans la recherche d'une plus grande efficacité.

1- Présentation du district GPL Alger :

- **Création du district GPL Alger :**

Le district GPL Alger a été créé le 01 janvier 2000 et a commencé à fonctionner en entité autonome à partir de janvier 2001, sa création issue de la dissolution des UND (unités NAFTAL de distribution) qui se sont structurées en trois (03) districts :

- District GPL Alger;
- District CLP ;
- District bitume.

- **La mission du district d'Alger :**

- ✓ L'approvisionnement en GPL conditionné et GPL/C des wilayas d'Alger, Boumerdes et en partie les deux wilayas de Blida et Tipaza.
- ✓ Il assure également le ravitaillement en GPL du centre vrac d'Alger vers Blida, Tizi-ouzou, Bouira et Djelfa.
- ✓ Gérer, organiser, promouvoir et développer l'activité enfûtage et de distribution des GPL sur le territoire de la wilaya d'Alger et de Boumerdes.

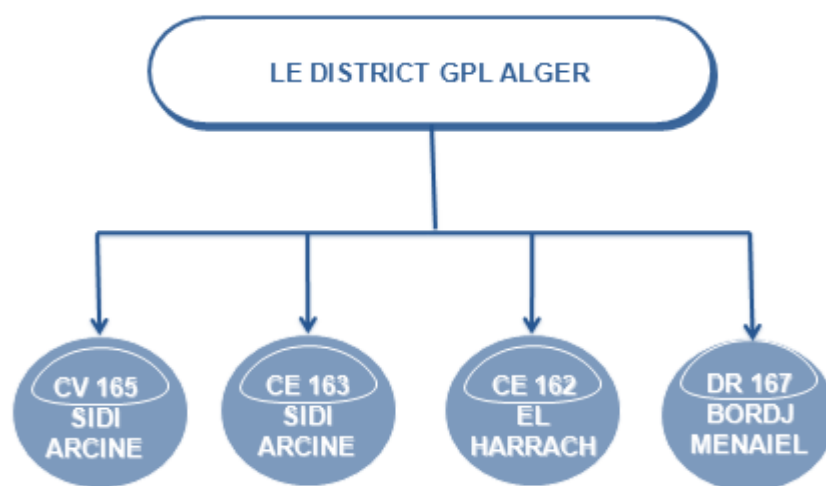


Figure I.3 : Organigramme Général du district GPL d'Alger

a. Présentation du centre vrac 165 :

1. Présentation du centre vrac :

Le Centre Vrac s'étale sur une surface de quatre hectares dont 2,5 bâties est un centre automatisé, de stockage, de distribution et de commercialisation à vocation régionale. Il alimente les wilayas du centre du pays : Alger, Boumerdes, Tizi-ouzou, Bouira, Tipaza, Blida et Djelfa en produits Butane, Propane, Butane Cosmétique et en G.P.L/ C.

Le CV 165 est classé parmi les centres à risque majeur à cause de sa capacité de stockage et la nature de ses produits stockés (Butane, Propane et Ethyl-Mercaptan) qui sont très inflammables, très explosifs et très polluants, et même toxiques pour l'Ethyle mercaptan. Il est approvisionné à partir de deux sources d'alimentation : Cabotage (Navire) à partir d'Arzew et par pipe à partir de la raffinerie d'Alger.

2. Situation géographique :

Le centre est délimité par la raffinerie d'Alger au sud-ouest, au sud par menasria, le centre enfûteur 163 et eucalyptus à l'est, des champs agricoles, l'autoroute au nord et El Harrach, Benghazi et l'autoroute est-ouest au nord-ouest.



Figure I.4: Situation géographique des centres VRAC et Enfûteur.

3. Nature de l'exploitation :

Le Centre VRAC 165 est un centre de stockage et distribution d'une capacité de 7500 tonnes de biproduit : 6000t de butane (05 sphères) et 1500t de propane (02 sphères), ces sphères sont protégées thermiquement ; car la région où elles sont implantées est modérée. Le centre est à vocation régionale alimente les centres du pays (Alger, Tipaza, Blida, Djelfa, Boumerdes, Tizi ouzou, Bouira).

4. Description du centre vrac 165 :

Le centre est constitué de :

- Terminal pipe.
- Cinq sphères de stockage (butane) et deux sphères de stockage (propane) qui sont alimentées par pipe provenant de la raffinerie ou du navire (port pétrolier) ;
- Pomperies ;
- Les îlots de chargement ;
- Salle de contrôle ;
- Pont bascule ;
- Station d'odorisation ;
- Niche mercaptan ;
- Réseau anti-incendie ;
- Sous-station électrique.

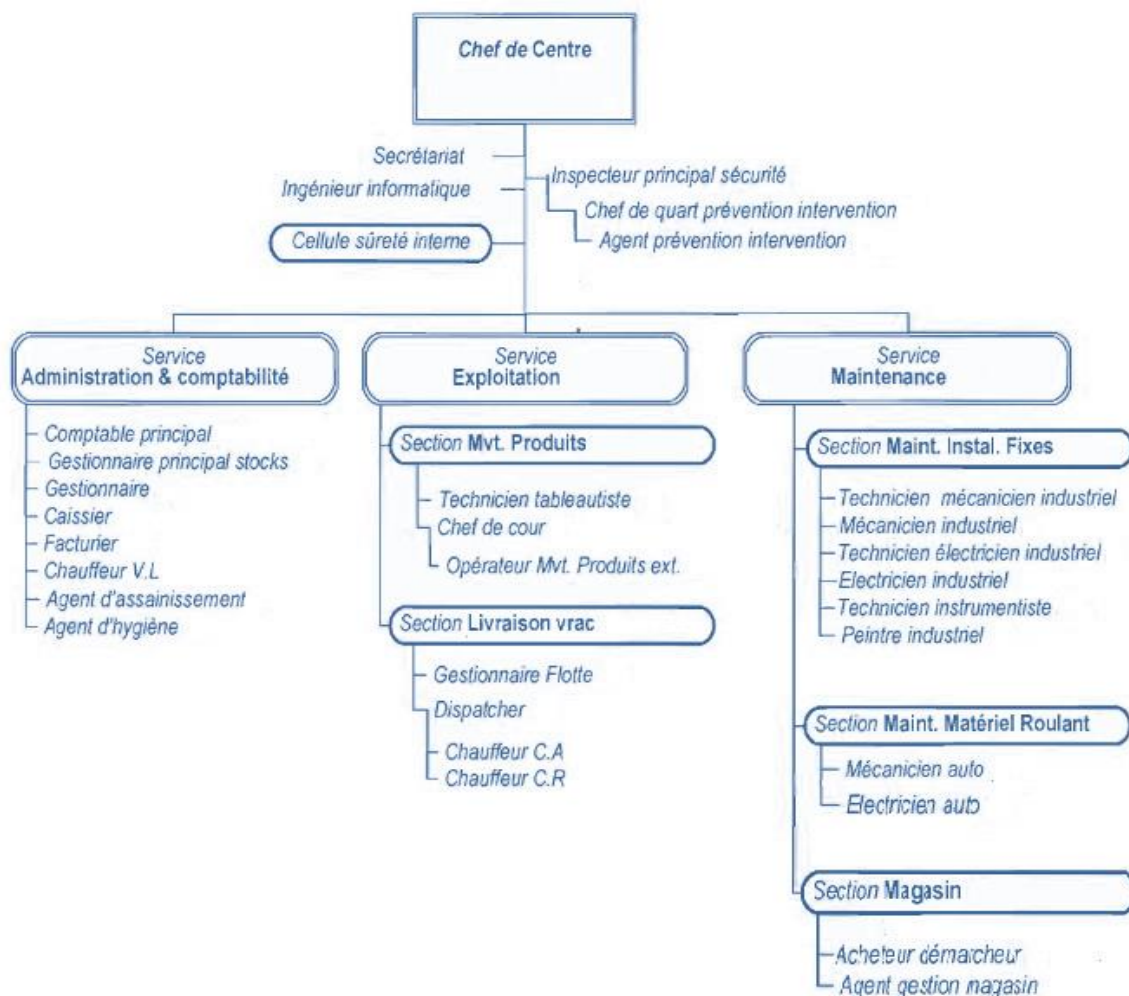


Figure I.5 : Organigramme du centre vrac CV 165 SIDI ARSINE

1. Description du fonctionnement : [2]

A. Définition des opérations :

- **Arrivée pipe line:**

Permet le remplissage simultané ou successif d'une ou de plusieurs sphères par pipe line 10 pouces en provenance soit par cabotage (D'une longueur de 12 kms) soit de la raffinerie d'Alger.

- **Expédition :**

Permet le soutirage du produit d'une ou plusieurs sphères et son expédition à l'aide des pompes (la sélection de cette opération est associée au chargement des camions).

- **Déchargement camion :**

Permet la vidange d'un ou plusieurs camions simultanément ou successivement vers une ou plusieurs sphères (selon le choix de l'opérateur) à l'aide des compresseurs K 101, K 102 et K103, sans comptage.

- **Chargement camion :**

Permet le remplissage d'un ou plusieurs camions simultanément ou successivement à partir d'une ou plusieurs sphères (selon l'opérateur) à l'aide des pompe (Butane : P 101 et P 102, Propane : P 201 et P 202), avec prédétermination du volume (1 ou 2 pompes en Propane, 1 à 4 pompes en Butane). Cette opération est associée à l'expédition du produit.

- **Transfert :**

- ✓ **Par compresseur** : permettant le remplissage d'une ou plusieurs sphères à partir de la vidange d'une ou plusieurs autres sphères (au choix) à l'aide des compresseurs (1 à 3 compresseurs).
- ✓ **Par pompe** : permettant le remplissage d'une ou plusieurs sphères à partir de la vidange d'une ou plusieurs autres sphères (au choix) à l'aide des pompes (1 ou 2 pompes en Propane, 1 à 4 pompes en Butane).

B. Définition des commandes:

Il existe deux modes de commandes :

- **A distance** : à partir du pupitre de sélection des opérations à l'aide de :
 - ✓ Commutateurs de sélection ;
 - ✓ Bouton poussoir d'ouverture/fermeture par groupe de vannes et de marche/arrêt des machines.

CHAPITRE II : DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

La sélection des commandes à distance a pour but d'éviter des mélanges de produits et de transferts entre sphères non souhaités.

- **Locale :** sur site, près des vannes ou machines :
 - ✓ Commande manuelle des vannes par sélecteurs pneumatiques (incorporés à l'électrovanne) ;
 - ✓ Commande manuelle des machines par bouton poussoir.

Les commandes locales des machines ne sont alors soumises qu'aux sécurités propres à la machine.

Les commandes locales des vannes ne sont pas soumises au verrouillage de sélection des opérations.

L'ensemble des commandes locales est principalement destiné aux essais de dépannage et d'entretien de l'installation, Les opérateurs devront s'assurer par eux-mêmes de la bonne disposition des circuits.

C. **Possibilité de sélection :**

Il est possible simultanément pour chaque produit :

- D'affecter une ou plusieurs sphères sur l'arrivée pipe line et d'effectuer au choix une des opérations suivantes :
 - **Sur une sphère non affectés au pipe line :**
Soit déchargement camions, soit chargement camions avec ou sans expédition vers le pipe.
 - **Sur deux sphères non affectées au pipe line :**
Soit transfert par pompes, soit transfert par compresseurs.

La configuration normale est :

-  2 pompes affectées au butane ;
-  2 pompes affectées au propane ;
-  1 à 2 compresseurs affectés au butane ;
-  1 à 3 compresseurs affectés au propane ;
-  2 bras de chargement butane ;
-  2 bras de chargement mixte affectés au propane.

La mise en parallèle des 4 pompes sur le butane est possible après manœuvre des vannes manuelles correspondantes. Dans ce cas, l'usage des sphères propane n'est plus autorisé (contact ZSC 114 fin de course vanne VS 258 fermée).

D. Sélection des opérations :

Elle s'effectue par commutateur sur le pupitre de commande et est visualisée par des voyants de couleurs avec textes gravés.

La commande est effective (ouverture des vannes ou marche des machines) après l'action sur les boutons poussoirs O/F et A/M des circuits et machines sélectionnés (une commande globale pour les vannes de chaque sphère et une commande par appareil tels que compresseurs, pompes et bras).

Le contrôle des ouvertures et des marches est visualisé sur le synoptique par allumage des symboles des appareils correspondants.

E. Remplissage des sphères à partir du pipe :

Le GPL liquide venant du pipe est dirigé vers l'unité par une connexion de 8 pouces.

Sur la connexion commune est installé un instrument de mesure de débit FI 100 et la densité DT 100 pour confirmer la sélection butane ou propane. Le densimètre agit sur 2 vannes de sélection sur les collecteurs d'alimentation butane ou propane.

Ces vannes sont fermées par le détecteur de densité si la vanne choisie ne correspond pas à la densité attendue.

Le GPL entrant dans l'unité est ensuite contrôlé par une vanne autopilotée PCV 101, équipée de :

-  Un contrôle de débit maximum qui a pour action de maintenir le débit à 250 m³/h maximum.
Ceci dans le cas où la pression dans le pipe est élevée et conduirait à un débit trop important.
-  Une fermeture par pression aval haute.
-  En aval de la vanne autopilotée, un connecteur de pression PAH 126 ferme les vannes de sélection et des sphères lorsque la pression est trop élevée pour une raison quelconque.
Seuil : 22 bar.

Les vannes d'entrée dans les sphères sont d'autre part fermées par leurs contacts de niveau très haut respectifs et par pression haute dans le pipe.

F. Fonctionnement des postes de chargement, déchargement camions :

➤ **Equipements :** ces postes sont équipés de :

- ✚ Un bras liquide ;
- ✚ Un bras gaz ;
- ✚ Un compteur pour présélection du volume chargé ;
- ✚ Une vanne en aval du compteur actionnée par la présélection et agissant aussi en limitation de débit E ;
- ✚ Un ballon de dégazage C équipé d'un contact de niveau bas et d'une vanne motorisée de dégazage G. Ce ballon de dégazage à pour but de protéger le compteur de chargement. Il est aussi utilisé en déchargement pour détecter la fin de chargement ;
- ✚ Une vanne d'isolement liquide B (deux sur bras mixtes) ;
- ✚ Une vanne d'isolement gaz A (deux sur bras mixtes) ;
- ✚ Une vanne manuelle de by-pass de la présélection.

➤ **Fonctionnement en déchargement de camion :**

- a) Le camion se connecte sur les bras gaz et liquide ;
- b) Lorsque l'on dispose depuis le tableau 1 ouverture des bras, déchargement et que l'on confirme localement par action sur bouton poussoir situé sur les ilots:
 - La vanne E en aval du compteur se ferme ;
 - Les vannes d'isolement liquide et gaz A et B s'ouvrent. Si le niveau liquide dans le ballon est bas, la vanne de dégazage G s'ouvre. Cette vanne de dégazage se ferme lorsque le niveau liquide dans le ballon remonte (liquide venant des tuyauteries).
- c) En l'absence de niveau bas dans le ballon le transfert s'effectue si un compresseur est mis en route ;
- d) Lorsque le camion est vide, le gaz arrive dans le ballon, provoque un niveau bas. Si ce niveau bas persiste pendant plus de 5 secondes, les vannes d'isolement gaz et liquide A et B se ferment. Le transfert s'arrête ;
- e) Du tableau, la fermeture des vannes d'isolement est confirmée.

➤ **Fonctionnement en chargement de camion :**

- a) Le camion se connecte aux bras gaz et liquide ;
- b) La présélection du volume à charger est affichée au tableau ;
- c) La disposition depuis le tableau « ouverture des bras, chargement » et la confirmation locale provoque l'ouverture des vannes d'isolement gaz et liquide A et B ;
- d) En l'absence de niveau bas, la vanne en aval du compteur s'ouvre et le transfert s'effectue ;

- e) Lorsque l'on atteint le débit présélectionné, la vanne en aval du compteur se ferme ;
- f) Par action sur le sélecteur au tableau, les vannes d'isolement liquide et gaz se ferment.
(voire l'annexe)



Figure II.1 : Camion citerne en chargement.

2. Les Installations du Centre : [3]

○ Installations G.P.L :

A. Terminal pipes :

Comprend l'arrivée de la pipe bi-produite (Butane et propane) du port pétrolier d'Alger et de la Raffinerie d' Alger plus une Gare Racleur.



Figure II.2 : Pipe du Port Pétrolier.



Figure II.3 : Gare Racleur.

B. Sphères de stockage :

Au nombre de sept (07) sphères avec capacité de stockage est de 7500 tonnes dont 6000 tonnes à raison de cinq (05) sphères Butane et 1500 tonnes c'est-à-dire deux (02) sphères Propane.



Figure II.4 : Sphère Butane SB1.



Figure II.5: les deux sphères Propanes SP.

On a :

- **Une ligne d'alimentation** : de 8 pouces pour le remplissage de la sphère.
- **Un collecteur de soutirage** : de 12 pouces relié aux différentes pompes. (Aspiration et refoulement) afin d'expédier le liquide vers les citernes (Ilots de chargement) et aux centres C.E 163 de Sidi-Arcine, C.E 162 El-Harrach et de Beni-Tamou de Blida.

CHAPITRE II : DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

- **Canalisation de recyclage** : de 1 pouce recycle le surplus du liquide engendré par la surpression au niveau des pipes vers la sphère.
- **Retour gaz** : canalisation de 2 pouces reliée aux ilots de chargement par un bras de retour gaz, assure la récupération des gaz au niveau des citernes et refoulés vers la sphère.
- **Aspiration gaz** : canalisation de 3 pouces relié aux compresseurs afin d'assurer les opérations de déchargement et de transvasement, en aspirant les gaz pour vidanger la sphère ou la citerne du liquide.

C. Réception :

Installation où s'opère la sélection des vannes motorisées et de gardes (Manuelles) par rapport à la nature du produit (Butane ou Propane) après les avoir identifiés par une prise de température (Entre 0 à -20 ° C Butane et -43 ° C pour le Propane).

D. Trois (03) Pomperies de transfert :

Pomperie Interne :

- Deux (02) pompes d'expédition (Refoulement du liquide) horizontales : Butane débit unitaire 60 M3/h.
- Deux (02) pompes d'expédition (Refoulement du liquide) horizontales : Mixtes (Butane et Propane) débit unitaire 30 M3/h.

Servent au remplissage des citernes, expédition (Refoulement) du produit vers les deux (02) centres C.E 162 et 163 et au transvasement du produit d'une sphère à une autre.

- Trois (03) compresseurs (Aspiration et refoulement des gaz) : débit unitaire 60 M3/h. Servent au déchargement des citernes et au transvasement du produit d'une sphère à une autre.



Figure II.6 : Pomperie interne.

CHAPITRE II : DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

Pomprie Transfert C.E 163 :

- Une (01) pompe d'expédition verticale : Butane débit unitaire 150 M3/h.
- Une (01) pompe d'expédition verticale : Mixte débit unitaire 80 M3.

Assurent l'expédition du produit vers les quatre (04) les cigares Butane et Propane du C.E 163.

Pomperie Transfert Blida :

- Deux (02) pompes verticales : Mixte débit unitaire 250 M3/h.

Expédition du produit vers le centre de Beni-Tamou.



Figure II.7 : Pompe de transfert Blida.

Une (01) pompe de recyclage :

Sert à recycler le produit se trouvant au niveau de la citerne de purge vers les sphères.



Figure II.8 : pompe de recyclage.

 Une Gare Racleur :

Conçue pour l'injection du tub scope afin de procéder au contrôle intérieur du pipe.

E. Ilots de Chargement :

Deux (02) Ilots Butane et deux (02) autres Mixtes.

Chaque ilot est doté de deux bras un (01) phase liquide et un (01) phase retour gaz, des vannes d'isolement automatique et deux autres manuelles, by pass et des canalisations liées à la pomperie interne.

Servent au chargement et au déchargement des citernes.

Les ilots de chargement possèdent des canalisations de deux et de trois pouces conçues par rapport aux débits de refoulement des pompes Butane et mixtes 60 et 30 M3/h.



Figure II.9: Ilots de chargement.



Figure II.10: Bras de chargement (liquide et gaz).

F. Pont Bascule :

Assure la pesée des camions-citernes avant (tare) et après (poids brut) le chargement ou déchargement.

G. Parking :

Présence des camions-citernes.

CHAPITRE II : DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

H. Station d'Odorisation :

Fabriquée en Inox :

Abri + Citerne + Pompe + Conduite raccordée au pipe de réception afin d'injecter du mercaptan dans les produits Butane et Propane.

I. Niche Mercaptan :

Abritée contre le soleil (Montée de pression) et aérée conçue pour le stockage des futs du produit Mercaptan, posés sur des palettes en bois pour éviter le contact avec le sol (Corrosion). Une couche de sable a été étalée sous les palettes pour absorber le liquide en cas de déversement et une cuvette de rétention afin d'éviter sa propagation.



Figure II.11: Niche Mercaptan.

J. Salle de contrôle :

Salle de commande de toutes les vannes automatiques se trouvant sur les différentes installations (Sphères, pomperies G.P.L, réseau anti-incendie et ilots de chargement), reliées aux armoires électriques des tableaux synoptiques et schématiques centre et pomperie transfert Blida.

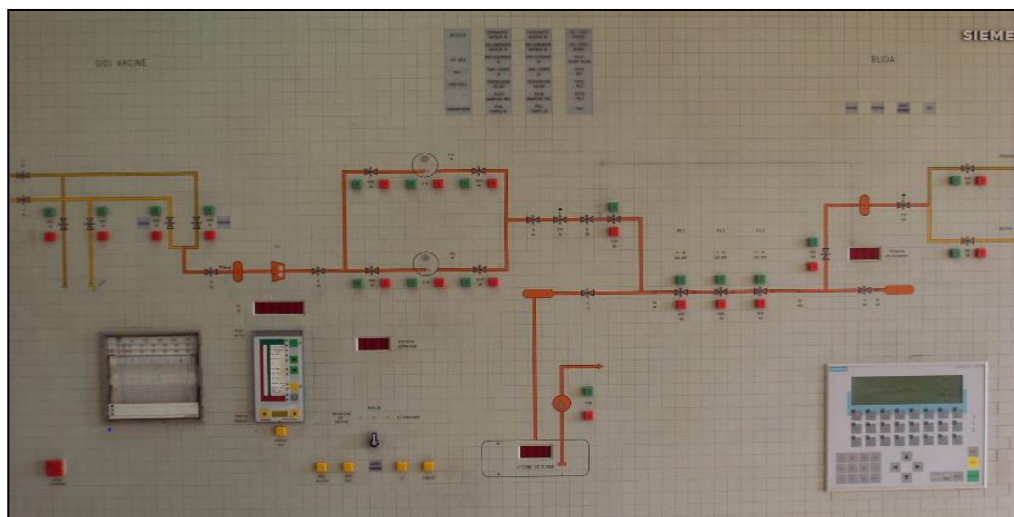


Figure II.12 : Tableau synoptique et schématique pomperie Transfert Blida.

Les instruments de mesure et de protection (Thermostat, pressostat...) des différentes installations reliés aux boitiers alarme process G.P.L et incendie.

Les instruments de mesure et d'alarme technique (Niveau haut, très haut et niveau bas du liquide dans la sphère + thermostat et pressostat) tableaux schématiques et synoptiques process G.P.L et incendie.



Figure II.13 : Tableau synoptique et schématique process G.P.L et incendie.

Les instruments de mesure et de détection (Détecteur de gaz et de fumée) et d'intervention (Arrêt d'urgence et bris de glace) des différentes installations reliés au boitier d'alarme incendie, au tableau synoptique et schématique de la salle de contrôle, la centrale de détection, du bureau de la sécurité et le boitier sonore du poste de garde.

Les commandes de sélection des différentes opérations (Réception, aspiration, transvasement, chargement et déchargement).



Figure II.14 : commande de sélection des différentes opérations Butane.

Afficheurs digitaux de la hauteur du liquide au niveau des sphères.

Pour une meilleure connaissance du comportement des G.P.L au niveau des capacités de stockage un système de la télé jaugeage (Des sondes d'instruments de mesure) a été installé au niveau de ces dernières et relié au PC de la salle de contrôle ou toutes les données relatives aux températures des gaz, du produit, la hauteur du liquide, la quantité réceptionnée, la pression et la densité sont affichés.

○ Installations réseau d'incendie :

A. Réseau anti-incendie :

Réseau maillé réparti sur l'ensemble des installations G.P.L comprend :

- **Une (01) bache à eau** : d'une capacité de 830 M3.
- **Système d'arrosage et de refroidissement** :

Reparti sur l'ensemble des installations G.P.L, fonctionne en auto et en manu grâce aux vannes à papillon motorisées (V.P.M) qui sont raccordées à la salle de contrôle, moyen d'intervention sous forme de couronne au niveau des sphères et de rampes au niveau des pomperies conçu contre la montée de pression.

- **Vanne de sectionnement** :

Servent à isoler des parties de la canalisation en cas de fuite ou travaux.



Figure II.15 : Vanne de sectionnement.

- **Tableau de Commande :**

On y trouve les commandes différentes pompes de la pomperie anti-incendie + lumineux Marche et Défaut des pompes + un petit tableau lumineux relatif aux défauts qui peuvent surgir en cas de dysfonctionnement.

- **Instrumentation de sureté du réseau anti-incendie:**

- **Thermostat :**

Si la température du liquide atteint les 45°C point consigne, le thermostat fait déclencher le système d'arrosage pour diminuer la température du liquide.



Figure II.16 : Thermostat.

Vanne hydraulique:

Installée sous la sphère en contact avec le collecteur de soutirage assure une protection contre une fuite de gaz d'une grande ampleur en cas de chute de l'installation.

Pressostat :

Dès que la pression (Incendie, présence du propane à l'intérieur de la sphère Butane, présence de l'azote ou de l'air) atteint les neuf (09) bars point consigne, à l'intérieur de la sphère butane et les 16,7 dans la sphère propane le pressostat agit sur la fermeture automatique des vannes de réception ou de transvasement et fait déclencher le système de refroidissement.



Figure II.17 : Pressostat.

Soupapes de sûreté :

Ouverture intempestive des soupapes, à dix (10) bar dans la sphère butane et 17,65 dans la sphère propane et elles projettent l'excès des gaz du à une surpression, vers l'atmosphère et protègent la capacité d'une éventuelle rupture.



Figure II.18 : Soupape de sureté.

- **Critères de sureté des équipements :**

1) Pompes internes :

Protéger contre :

- ✓ la cavitation (poche de gaz) ;
- ✓ Défaut d'amorçage du à un débit insuffisant (filtre obturé) ;
- ✓ Débit excessif du à une rupture de la canalisation de la phase refoulement. Plus de 60M3 pour la pompe Butane et 30M3 pour la pompe Propane ;
- ✓ La surpression du liquide (Risque de rupture de la canalisation ou endommagement de l'équipement) en cas ou l'une des vannes manuelles ou motorisées (Pomperies ou Ilots) est fermée, le contacteur donne le signal à la vanne à membrane pour qu'elle recycle l'excès du liquide vers la sphère en cas de défaillance de celle-ci, c'est la soupape de recyclage qui va la suppléer ;
- ✓ Un défaut électrique.

2) Compresseurs à gaz :

Protéger contre :

- ✓ La surpression 22 bar. (Risque de rupture de la canalisation ou endommagement de l'équipement) ;
- ✓ Pression différentielle 7 bar entre l'amant et l'aval, débit d'évacuation insuffisant ;
- ✓ Présence du liquide à l'intérieur de la tuyauterie (Incompatibilité) ;

- ### B. Système de détection :

1) **Détection gaz :**

La fuite de gaz est signalée au niveau de la centrale de détection de la salle de contrôle (Signal sonore + lumineux).



Figure II.19 : Détecteur gaz.

Installé en haut de la pomperie interne et des ilots de chargement. Réagit à une température de 80 C° et fait déclencher le système d'arrosage.

MACA 11

C. Système d'intervention :

1) Arrêt d'urgence :

Qui se trouve au niveau des différentes installations G.P.L (Pomperies transfert, réception, ilots de chargement et salle de contrôle). Actionner en cas de fuite de gaz, son action permet la fermeture automatique des vannes des pipes, des sphères et la mise à l'arrêt des pompes afin de diminuer de l'ampleur de la fuite.



Figure II.20: Bouton d'arrêt d'urgence.

2) Bris de glace :

Installés au niveau des sphères, des pomperies G.P.L et des ilots de chargement, reliés au système d'arrosage et de refroidissement. Utiliser en cas de sinistre l'agent doit briser la glace afin de faire déclencher le système d'arrosage et de refroidissement et donner l'alerte au niveau de la salle de contrôle (Signal sonore + allumage lumineux + délimitation de la zone du sinistre).



Figure II.21: Brise de glace.

3) Système d'alerte :

Installés au niveau du bloc administratif (R.D.C et 1^{er} étage) et poste de garde relié à la salle de contrôle, en cassant la glace il donne l'alerte et délimite la zone du sinistre.

○ Installation d'alimentation électrique :

- 1) Arrivée du courant sonelgaz moyenne tension 30000 volts ;
- 2) Transformateur de courants 5500 volts ;



Figure II.22: Transformateur de courant 5500 V.

- 3) Basse tension 380 et 220 volts ;
- 4) Groupe électrogène 630 KVA.



Figure II.23: Groupe électrogène.

INTRODUCTION :

En raison d'une modernisation incessante des outils de stockage et de distribution, les systèmes industriels deviennent de plus en plus complexes et sophistiqués. En parallèle, la fiabilité, la disponibilité, la sûreté de fonctionnement ainsi que la protection de l'environnement sont devenues de véritables enjeux pour les entreprises actuelles. De nouveaux instruments numériques sont apparus afin de prendre en compte et de résoudre ces problèmes.

L'objectif de ce chapitre est de définir et de présenter les différents instruments du centre de stockage et de distribution de gaz.

1. Les capteurs : [4]

a. Capteur de pression :

Les capteurs de pressions utilisés sont :

- Manomètres de pression :

Les manomètres utilisés sont de type de bourdon à indicateur locale, le principe de fonctionnement de ces capteurs est le suivant :

Le tube de bourdon est brasé, soudé ou vissé avec le support de tube qui forme généralement une pièce complète avec le raccord. Par l'intermédiaire d'un trou dans le raccord, le fluide à mesurer passe à l'intérieur du tube. La partie mobile finale du tube se déplace lors de changement de pression (effet bourdon). Ce déplacement qui est proportionnel à la pression à mesurer, est transmis par l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille est affiché sur le cadran en tant que la valeur de pression. Le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier.

Dans notre cas, Ils sont placés au niveau des sphères, citernes et pipes, donnent le niveau de pression de la phase gazeuse et phase liquide, supplie le pressostat en cas de défectuosité de ce dernier.



Figure III.1 : Manomètre au niveau de la sphère.



Figure III.2 : Manomètre au niveau de la pipe.



Figure III.3 : Manomètre au niveau de la citerne.

b. Capteur de niveau :

- **Les plongeurs :**

Ce capteur à mesurer le niveau de liquide dans la sphère. La pièce principale du capteur est composé d'un tube de torsion creux à l'intérieur du quel se trouve un ave soudé à extrémité. Cette extrémité ouverte est solidement fixée au bras du tube de torsion permettant à la partie dépassant de l'axe du tube de torsion de tourner et, par conséquent, de transmettre le mouvement de rotation de tube de torsion.

Une modification du niveau de liquide pousse le plongeur d'une force égale au poids du liquide déplacé. Le mouvement vertical correspondant du plongeur provoquera un mouvement angulaire du bras du plongeur autour du couteau, le tube de torsion détermine la quantité de mouvement du bras du plongeur pour une modification donnée du déplacement. Un régulateur ou un transmetteur est fixé à l'extrémité de l'axe tournant pour transformer le mouvement relatif en signaux pneumatiques ou électriques.



Figure III.4 : Plongeur (niveau très haut).

Dans notre cas on a trois niveaux à détecter :

1. Niveau très haut :

Si la hauteur du liquide arrive à un niveau très haut 14 mètres (Sphère Butane) et 13 mètres (Sphère Propane) l'instrument niveau très haut agit sur la fermeture de la vanne de réception.

2. Niveau haut :

Si la hauteur du liquide arrive à un niveau haut (12,800 mètres) pour le butane et (12,800 mètres) pour le propane, l'instrument niveau haut agit et ferme les vannes d'alimentation arrêtant le remplissage.

3. Niveau bas :

Fermeture automatique des vannes d'aspiration et arrêt automatique des pompes afin d'empêcher l'arrivée de la phase gazeuse aux pompes. (1,200 mètre pour le Butane et 1,300 mètre pour le Propane).

c. Capteur de température :

- Thermostats :

Les thermostats ou contacteurs de température sont des appareils capables de détecter le franchissement d'un seuil de températures utilisés pour protéger des systèmes, appareils contre les températures qui sont susceptibles de provoquer les anomalies. Ils sont de type à bulle sensible.

Dans notre cas, Ils sont placés au niveau des sphères, citernes et pipes, donnent la température.

d. Capteur de débit :

La méthode pour mesurer le débit de fluide dans la chaîne est par organe déprimogène. Ce type de mesure consiste à introduire dans une tuyauterie une plaque munie d'un orifice central. Au passage de la plaque les filets de fluide se rapprochent, ce qui provoque la mise en vitesse du fluide, et par conséquent une variation de la pression statique.

La chute de pression statique au travers de l'organe déprimogène dépend du débit de fluide.

Ce capteur de débit dans notre cas mesure le débit différentiel entre la pomperie et les ilots de chargement.

- Débitmètre massique :

Au nombre de trois placés au niveau de la ligne de réception et les lignes d'expédition des produits Butane et Propane de la pomperie transfert du C.E 163 servent à calculer les quantités réceptionnées à partir du port pétrolier et la Raffinerie d'Alger et expédiées vers le C.E 163.



Figure III.5 : Débitmètre massique.

2. Les actionneurs :

a. Vanne de régulation :

Les vannes de régulation sont utilisées dans tous les domaines de la régulation industrielle qu'elles sont incontournables.

Dans ce centre, il y a des VBM.



Figure III.6: Vanne Auto – Manu.

b. Vanne tout ou rien :

Pour ce type des vannes, la section de passage du fluide peut varier entre 0 à 100% de la section de passage à pleine ouverture.

Selon la forme du siège de vanne et la disposition du clapet, deux positions de sécurité sont possibles en cas de manque de pression sur la membrane ou de coupure d'alimentation :

- ✚ En cas de coupure d'alimentation, la vanne se ferme, ce type est placé généralement à l'entrée et à la sortie de la chaîne.
- ✚ En cas de coupure d'alimentation, la vanne s'ouvre, elle est utilisée comme vanne de torche et de purge.

c. Electrovanne :

Elle peut être intercalée dans le circuit pneumatique de liaison positionneur servomoteur. En fonctionnement normal, l'air passe du positionneur au servomoteur, la mise à l'atmosphère est fermée. Lorsque l'électrovanne est actionnée le servomoteur est mis en contact avec l'atmosphère et la liaison avec le positionneur est fermée. Ceci permet la mise en position de sécurité de la vanne.

CHAPITRE III : INSTRUMENTATION CENTRE

Dans ce centre, l'électrovanne est place au niveau des ilots de chargement exactement au niveau du ballon pour assurer le retour du gaz à la sphère depuis la citerne.



Figure III.7 : Electrovanne.

d. Vanne F.C.V :

Reliée au compteur pré déterminateur digital (Salle de contrôle) ou la quantité à charger est programmée. Dès la fin du compte à rebours elle se ferme pour éviter le sur emplissage de la citerne.



Figure III.8: Vanne FCV.

CONCLUSION :

Ce chapitre avait pour objectif de présenter une description des différents instruments intelligents. Les cahiers de charge de ces instruments sont prescrits à fin de satisfaire les conditions de travail de la chaîne de chargement des citernes.

L'étude de la rénovation de la chaîne aboutit à la proposition de la mise en place de nouveaux instruments, les quels sont non seulement disponibles sur le marché mais sont aussi fiables et assurent plus de sécurité.

1. Introduction:

Un automate programmable industriel (API) est aujourd'hui un constituant très répandu dans l'automatisation des procédés industriels. Il répond aux besoins d'adaptation et de flexibilité de nombreuses activités économiques actuelles.

Dans ce chapitre, nous présentons des automates programmables (API), leur structure, leurs différentes fonctions, les critères de choix...etc.

2. Choix de l'automate: [5]

Pour choisir l'automate programmable adapté à la commande du procédé, nous nous sommes basés sur les principes suivants:

- ✓ Adaptation optimale au procédé tant humain (sécurité) que technique, aussi bien lors de l'implantation sur le site et aux instruments déjà présents qu'en cours d'exploitation (robustesse et performance) ;
- ✓ Disponibilité d'équipements sur le marché avec un faible coût ;
- ✓ Outil de commande proche de l'utilisateur adapté au mode de penser et aux besoins de techniciens de procédés ;
- ✓ Amélioration du diagnostic et de la maintenance ;
- ✓ Accroître la productivité ;
- ✓ Amélioration de la flexibilité de la production ;
- ✓ Amélioration de la qualité grâce à une meilleure répétitivité de la valeur ajoutée.

Sans oublier les facteurs ci-dessous:

- ❖ Le nombre d'entrées et de sorties que l'automate peut gérer ;
- ❖ La facilité de la programmation ;
- ❖ La disponibilité de l'automate au laboratoire pour l'élaboration d'un test du programme.

Et surtout :

- Le fait que le personnel est habitué à ce genre d'automate.

3. Conduite et surveillance d'un système automatisé:

Il s'avère très difficile, en pratique, d'intégrer dans une partie commande la totalité des savoir-faire humains de sorte que l'automatisation reste souvent partielle: certaines tâches restent confiées à des interventions humaines.

A ces causes techniques viennent s'ajouter des considérations économiques de compétitivité, des considérations financières imposant un fractionnement des investissements, des considérations sociales d'automatisation douce. Certaines tâches restent donc manuelles et l'automatisation devra donc prendre en compte la spécialité du travail humain, c'est-à-dire en particulier:

CHAPITRE IV : CHOIX DE L'API

- Assurer le dialogue entre les interventions et le système automatisé ;
- Assurer la sécurité de ces intervenants lors de l'exécution de leurs tâches manuelles ;

En outre, le modèle de fonctionnement de la partie commande, choisi par le concepteur du système, ne correspond qu'à un ensemble de situations prévues, c'est-à-dire, retenues par le concepteur parmi un ensemble de situations possibles.

4. Structure d'un système automatisé:

Tout système automatisé comporte:

- ✚ Une Partie Opérative (P.O): procédant au traitement des matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée.
- ✚ Une Partie Commande (P.C): coordonnant la succession des actions sur la partie opérative avec la finalité d'obtenir cette valeur ajoutée.

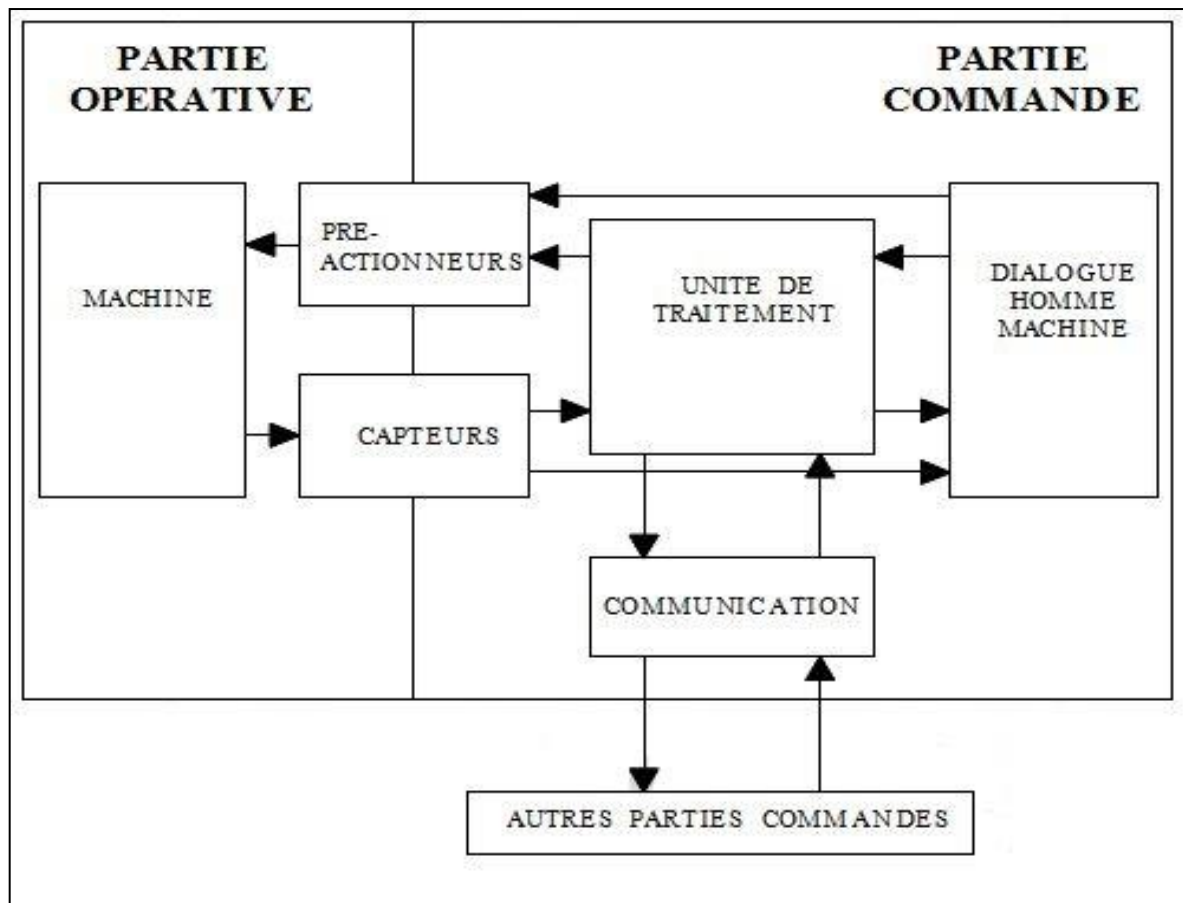


Figure IV.1 : Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé est en interaction avec le contexte ou le milieu physique et humain extérieur au système.

La Partie Commande d'un système isolé est un ensemble de composants et de constituants de traitement de l'information et qui est destiné à :

- ✓ Coordonner la succession des actions sur la Partie Opérative ;
- ✓ Surveiller son bon fonctionnement ;
- ✓ Gérer les dialogues avec les intervenants ;
- ✓ Gérer les communications avec d'autres systèmes ;
- ✓ Assurer le traitement des données et des résultats au procédé, au temps de production, à la consommation...etc. (Gestion, technique).

5. Communication avec un automate programmable industriel :

a) Communication avec le programmeur :

Les outils de programmation permettant, la mise au point et la maintenance des programmes sont disponibles chez les différents constructeurs. Ces outils ont la forme d'une « grosse calculatrice » ou d'un logiciel dans un PC portable pour les interventions sur site (mise au point et maintenance) ou bien d'un logiciel installé sur une station de travail au bureau sur la phase d'étude et de la simulation.

b) Communication avec l'agent d'exploitation :

Les outils de réglage de la taille d'une calculatrice permettent d'affiner certains paramètres pendant l'exploitation (ils sont autorisés par le programmeur en conformité avec le cahier de charge).

c) Communication locale avec des convertisseurs machine :

Les normes de connexion permettent des liaisons avec les différents constituants d'une chaîne de production (RS 232C, RS 422, 4-20 mA réseau de terrain et autres liaisons propriétaires).

6. Présentation de l'automate S7-300 :

Comme les autres automates, le S7-300 est configurable selon les besoins de l'utilisateur.

Nous représentons dans la figure IV.2, la constitution générale de l'automate relié à sa console de programmation.

L'automate lui-même est constitué d'une configuration minimale composée d'un module d'alimentation, de la CPU et un module d'entrée ou de sortie.

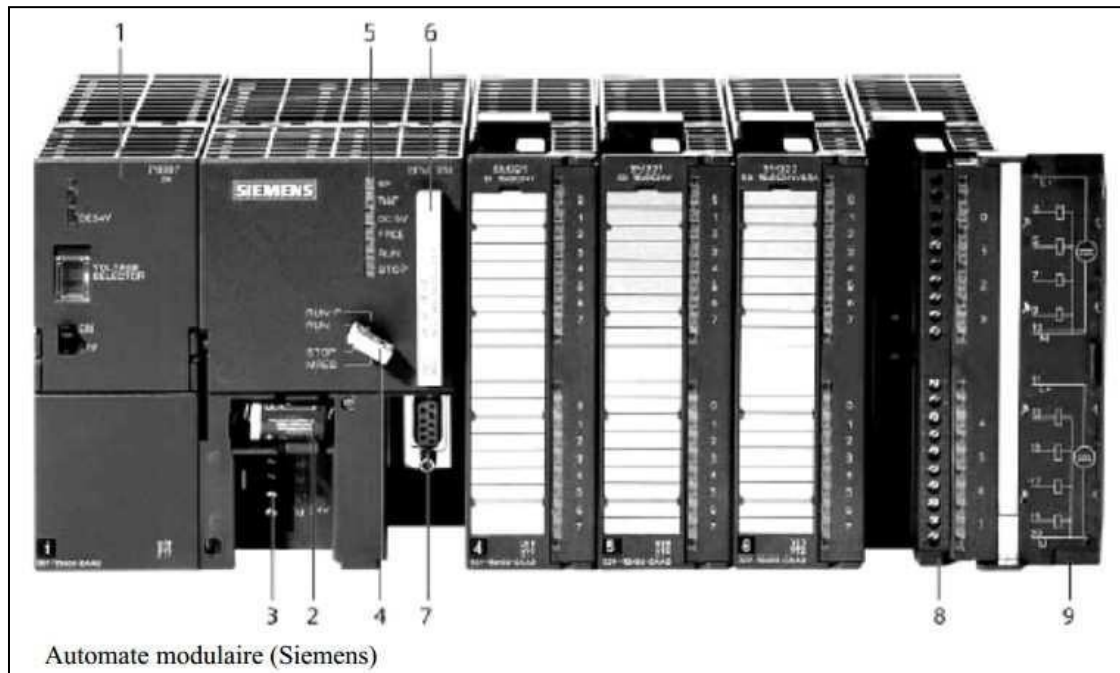


Figure IV.2 : Structure générale de l'automate S7-300

1 Module d'alimentation ;	6 Carte mémoire ;
2 Pile de sauvegarde ;	7 Interface multipoint (MPI) ;
3 Connexion au 24 V cc ;	8 Connecteur frontal ;
4 Commutateur de mode (à clé) ;	9 Volet en face avant.
5 LED de signalisation d'état et de défauts ;	

7. Les modules du système :

Le S7-300 est un mini automate modulaire. Il dispose d'une vaste gamme de modules qui peuvent être combinés à volonté pour constituer un automate particulier adapté à une application donnée. Et pour ses principaux éléments :

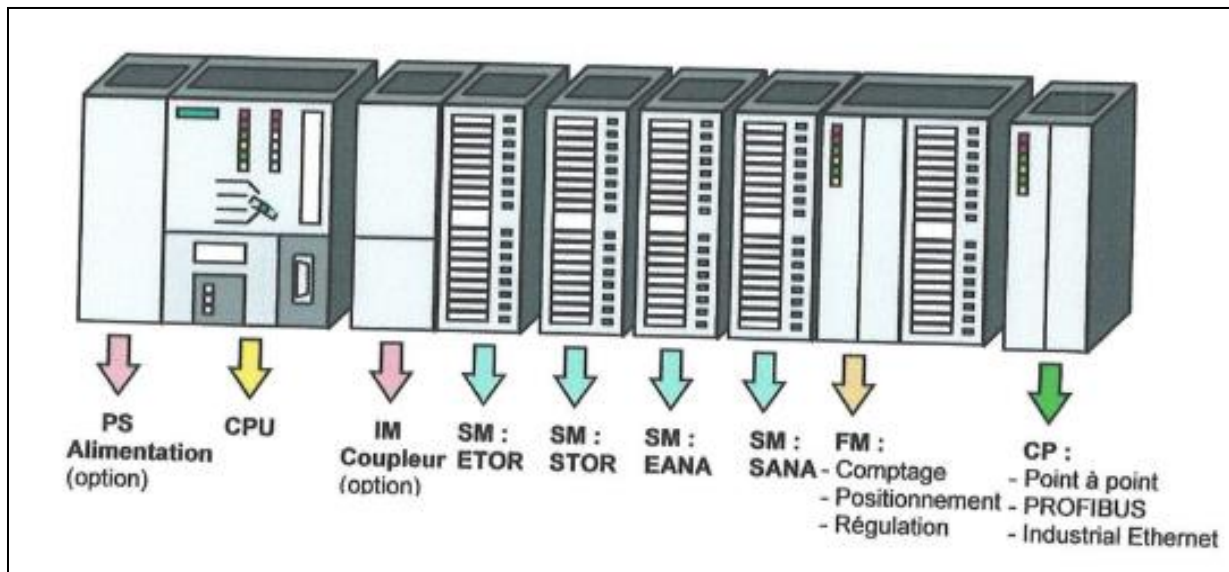


Figure IV.3 : Disposition des modules de l'automate S7-300

a. Module unité centrale (CPU 314) :

L'utilisateur a le choix parmi plusieurs CPU aux performances étagées. La CPU exécute le programme utilisateur et alimente le bus interne du S7-300 en tension. Elle communique avec d'autres CPU et avec la console (PG) par l'interface multipoint MPI.

La CPU est logée dans un boîtier compact et comporte les éléments suivants :

- ✚ Des LED pour la signalisation d'état et de défauts ;
- ✚ Un commutateur à clé pour les modes de fonctionnement.

b. Le module d'alimentation (PS 307) :

Ce module assure l'alimentation de l'automate en convertissant la tension de secteur 120/230 V en tension appropriée, 24Vc par exemple.

Le module d'alimentation PS 307 convient à l'alimentation des circuits internes de l'automate S7-300 de même qu'à l'alimentation des circuits capteurs et actionneur.

La face avant module comporte :

- ✚ Un témoin pour la tension de sortie : une LED signale la présence de la tension 24Vc ;
- ✚ Un interrupteur marche/arrêt pour 24 Vc ;
- ✚ Un sélecteur de tension secteur.

c. Les modules entrées/sorties :

Le châssis de S7-300 peut prendre 8 modules de signaux de communication (numérique analogique ou TOR).

❖ Les modules entrées/sorties TOR :

Les modules d'entrées / sorties constituent les interfaces d'entrées et de sorties pour les signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7-300 des capteurs et des équipements d'adéquations (conditionnement, conversion...etc.).

Les modules d'entrées ramènent le niveau des signaux TOR externes, issues de capteurs, au niveau du signal interne du S7-300. Les modules de sortie transportent le niveau de signal interne du S7-300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou les pré-actionneurs.

❖ Les modules entrées/sorties analogiques :

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques.

Les modules d'entrées analogiques réalisent la conversion des signaux analogiques, issue du processus, en signaux numériques pour le traitement interne dans le S7-300. Les modules de sorties analogiques (SM 332) convertissent les signaux numériques internes (du S7-300) en signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré-actionneurs.

❖ Les modules d'entrées/sorties numériques :

L'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale.

C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

d. Les modules de fonction (FM) :

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant les tâches lourdes en calculs, telle que : la régulation, positionnement et le comptage.

e. Les modules de simulation (SM 374) :

Le module de simulation est un module spécial qui offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service et en cours de fonctionnement.

Dans le S7-300, ce module se montre à la place d'un module d'entrée ou sortie TOR.

Il assure plusieurs fonctions, telle que :

-  La simulation des signaux de capteurs en moyen d'interrupteurs ;
-  La signalisation d'état des signaux de sortie par des LED.

f. Les modules de communication (CP 340, 341) :

Ils sont destinés aux tâches de communications par transmission série. Ils permettent d'établir également des liaisons point à point avec des automates SIMATIC S7, SIMATIC S5 et des automates d'autres constructeurs.

❖ **Les coupleurs** : si l'utilisation de S7-300 a besoin de plus de 8 modules de signaux de communication pour réaliser l'application d'automatisation. Il est possible de faire une extension de la configuration du S7-300 en utilisant un châssis de base et trois châssis d'extension au maximum. Chaque châssis peut recevoir 8 modules.

❖ **Le connecteur frontal** : le connecteur frontal facilite le raccordement des capteurs et des actionneurs aux modules d'interface pour signaux. Il est enfiché sur les modules et caché derrière la porte frontale. Pour remplacer un module, il suffit de débrancher le connecteur frontal sans aucune autre intervention sur le câblage.

g. Les châssis :

Les châssis constituent des éléments mécaniques de base du S7-300. Ils remplissent les fonctions suivantes :

- ✚ Assemblage mécanique des modules ;
- ✚ Distribution de la tension d'alimentation des modules ;
- ✚ Acheminements de bus fond de panier de différents modules. Les différents châssis (UR1, UR2,...etc.) sont disponibles pour la configuration d'appareils de base et d'appareils d'extension.

Tout les châssis se composent des éléments suivants :

- ✚ Profils et support ;
- ✚ Bus de fond de panier avec connecteur ;
- ✚ Connexion pour le conducteur de protection ;
- ✚ Le profil support.

8. Adressage des modules S7-300 :

On distingue deux types de modules :

a. Adressage lié à l'emplacement :

Il s'agit d'un adressage par défaut. Autrement dit, à chaque numéro d'emplacement correspond une adresse de début de module bien définie.

b. Adressage libre :

Contrairement à l'adressage lié à l'emplacement, on n'est pas obligé de connaître l'endroit où il a été implanté et le numéro de cet emplacement, c'est avec Step 7 qui se fait la corrélation entre l'emplacement et l'adresse choisie.

9. Programmation des automates programmables : [6]

La programmation des automates de la famille Step7 se fait sur la console de programmation, qui est actuellement le PC et sous un environnement Windows. Le langage de programmation est le Step7. La programmation en Step7 présente trois modes possibles qui peuvent être combinés dans une même application :

-  Le schéma logique (LOG);
-  Le schéma à contact (CONT);
-  Liste d'instructions (LIST).

a. Schéma à contact (CONT) :

La présentation, en mode de programmation CONT, s'inspire des schémas de circuit à contact.

Ils sont rassemblés dans des réseaux, un ou plusieurs réseaux en segment formant un bloc de code.

Les éléments principaux d'un réseau en langage de contacts sont:



Barre d'alimentation (à gauche).



Barre représentant la masse (à droite).



Contact associé à une variable.



Bobine de sortie.

b. Logigramme (LOG) :

C'est un langage de programmation graphique qui utilise des symboles de l'algèbre de BOOL pour représenter les instructions.

Les instructions LOG peuvent être définies sous quatre formes suivantes :

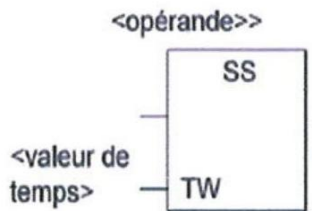
- Sous forme d'éléments : comme une inversion logique.



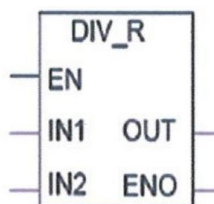
- Sous forme de boîte avec opérande : comme une affectation.



- Sous forme de boîte avec opérande et valeur: comme une temporisation.



- Sous forme de boîte avec paramètre: comme diviser un nombre réel.



c. Liste d'instruction (LIST):

C'est un langage de programmation textuel proche de la machine. Les différentes instructions correspondent aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.

10. Structuration d'un programme:

L'écriture du programme utilisateur complète peut se faire dans le bloc d'organisation 0B (Programmation linéaire). Cela n'est recommandé que pour les programmes de petites tailles. Pour un automatisme complexe, la subdivision en partie plus petite est recommandée. Celles-ci correspondent aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées blocs (programmation structure).

Cette structure offre les avantages suivant :

- ✚ Programmation simple et claire ;
- ✚ Organisation simple du programme ;
- ✚ Facilité de modification ;
- ✚ Test facile du programme ;
- ✚ Programme facile à comprendre.

Les entités intervenant dans cette structuration sont des-pièces de codes (bloc d'organisation 0B, blocs-fonctionnels FB, les fonctions .FC, blocs de données DB, bloc fonctionnels SFB et fonction système SFC).

a. Les blocs d'organisation (0B):

Les blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation de la- CPU et le programme utilisateur. Ceci revient à dire que l'exécution d'un 0B par le système se fait selon sa priorité. Cela revient à dire ; que l'exécution d'un 0B peut être interrompue par l'appel d'un autre 0B plus prioritaire.

- Bloc d'organisation-de traitement cyclique 0B1 :

Le bloc d'organisation 0B1 sert à l'exécution cyclique du programme utilisateur. On programme, dans l'OBI, des appels correspondant aux blocs fonctionnels FB ou aux fonctions FC ou à d'autres types de structure.

L'OBI ne peut être appelé que par le programme système dès que l'exécution du programme de mise en route est achevée.

b. Les blocs fonctionnels (FB) :

Les blocs fonctionnels F B sont subordonnés aux blocs d'organisation. Ils renferment une partie du programme qui peut être appelée par le bloc OB ou dans un autre bloc fonctionnel FB.

Avant de commencer la programmation du bloc fonctionnel, il est indispensable de remplir la table de déclaration de variable qui renferme les entrées/sorties du processus ainsi que les paramètres formels et les données statiques. Lors du remplissage de la table de déclaration des

CHAPITRE IV : CHOIX DE L'API

variables, il faut utiliser des noms qui ne figurent pas dans la table mnémonique à chaque bloc fonctionnel, associer à un bloc de données d'instances.

Les temporisations sont déclarées comme paramètres d'entrée.

c. Les blocs (FC) :

Une fonction, est un bloc de code sans mémoire, c'est-à-dire que ses données sont perdues à l'achèvement de son exécution. Ces fonctions font appel à des blocs de données globales pour sauvegarde des données. Une fonction FC nécessite une table de déclaration de variables, dans laquelle, on déclare ses entrées/sorties et des paramètres effectifs mais pas de valeur initiales.

Un programme écrit dans une fonction est exécuté quand cette dernière est appelée par le bloc. L'appel se fait pour renvoyer une valeur d'une fonction au bloc appelant Step7 met à la disposition du développement FC.

d. Les blocs de données (DB) :

Dans des blocs de données, on mémorise les données nécessaires au traitement du programme ainsi que les données affectées aux blocs fonctionnels respectifs, on distingue deux types de bloc de données :

- **Blocs de donnée d'instance :**

Un bloc de donnée d'instance est associé à chaque appel de bloc fonctionnel transmettant de paramètres. Ce bloc de données d'instance contient les paramètres effectifs et les données statiques du FB. On appelle instance l'appel d'un bloc fonctionnel. Si, par exemple, un bloc fonctionnel est appelé, cinq fois dans le programme utilisateur S7, il existe cinq instances de ce bloc.

- **Bloc de données globales :**

Ils servent à l'enregistrement des données utilisateur: ils proviennent des données de variables que le programme utilisateur utilise. Les blocs de données globales servent à l'enregistrement de données utilisateur pouvant être utilisées par tous les autres blocs.

11. La simulation :

Pour la simulation de notre programme, le logiciel Step7 version 5.5 est équipé d'un simulateur de programme PLCSIM, après chaque élaboration d'un programme dans un bloc FB bien défini on passe à la simulation en respectant les étapes suivantes :

- Lancement du simulateur PLCSIM sur la page principale ;
- Chargement du programme sur le simulateur ;

- Mise en mode visualisation de la fenêtre ;
- Le lancement de la CPU (mode RUN) du simulateur pour contrôler les entrées et les

Sorties.

12.Conclusion :

La connaissance de la programmation avec STEP 7 est une étape très importante pour traduire le cahier de charge en un programme utilisant un automate programmable de la famille S7. La programmation peut être réalisée selon 3 modes :

-  Programmation logigramme ;
-  Programmation à contact ;
-  Programmation avec grafcet.

1. Programmation en STEP 7 : [7]

A. Création du projet en STEP 7:

Les procédures qui nous permettront de créer le projet sous STEP 7, à fin de configurer le périphérique décentralisé du système de programmer la logique d'activation d'un S7-300, sont les suivantes :

- ✚ Lancer **SIMATIC Manager** par un double clic sur son icône, nous avons choisi la version S7 5.5.



- ✚ la fenêtre suivante permet de passer aux étapes de la création du projet.

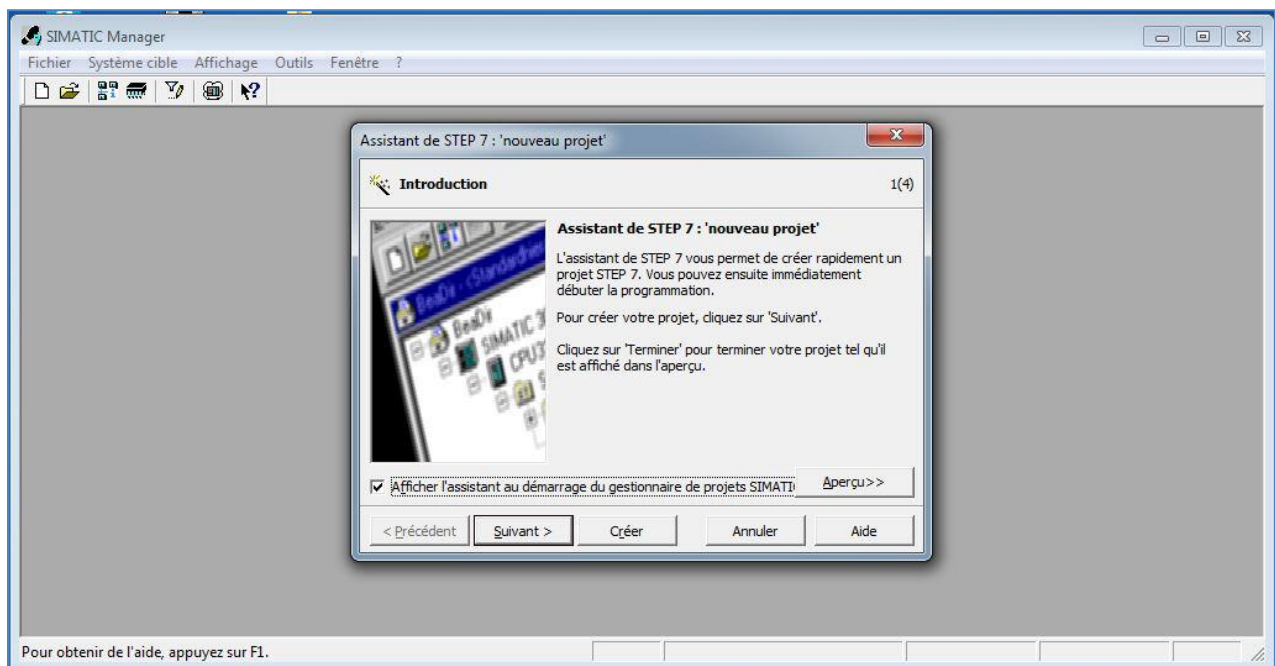


Figure V.1 : Fenêtre de création du projet.

- Un clic sur **Aperçu** permet d'afficher ou de masquer la structure du projet créé.
- Pour passer à l'étape suivante, cliquer sur **Suivant**.

- c. La fenêtre qui s'affiche permet de choisir la **CPU314** avec la quelle on va travailler qui possède le numéro de référence : **6ES7 314-1AG14-0AB0**. A cause de leur caractéristique convenable aux données du procédé.

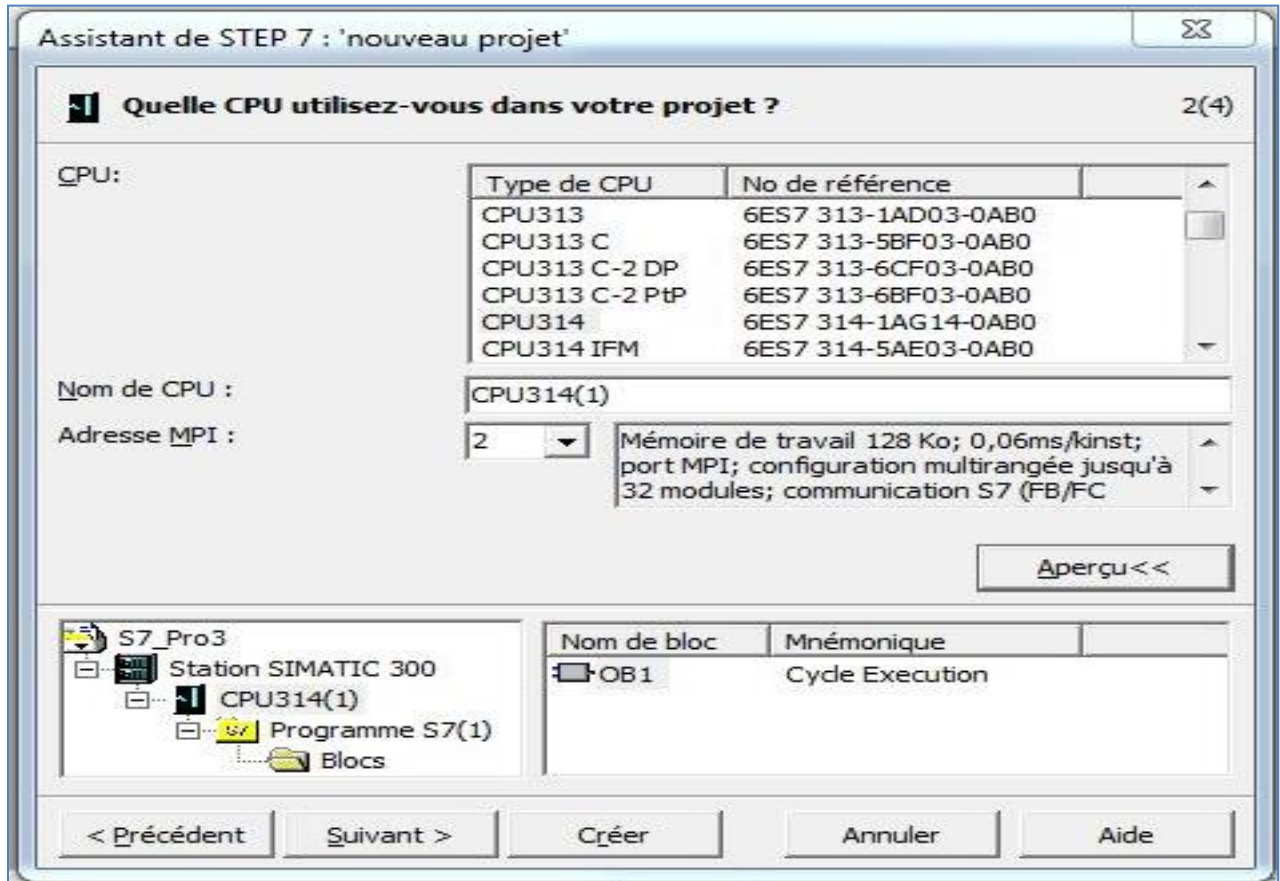


Figure V.2: la CPU utilisée.

- d. Après la validation de la CPU sélectionnée, on choisi le bloc d'organisation **OB1** à insérer et le langage de programmation **CONT** et après validation, en cliquant sur **suivant** pour valider le choix. On a choisi le langage de programmation **CONT** à cause de son symbole très proche de ceux utilisés dans les schémas électriques à contact (schéma à relais) en milieu industriel.

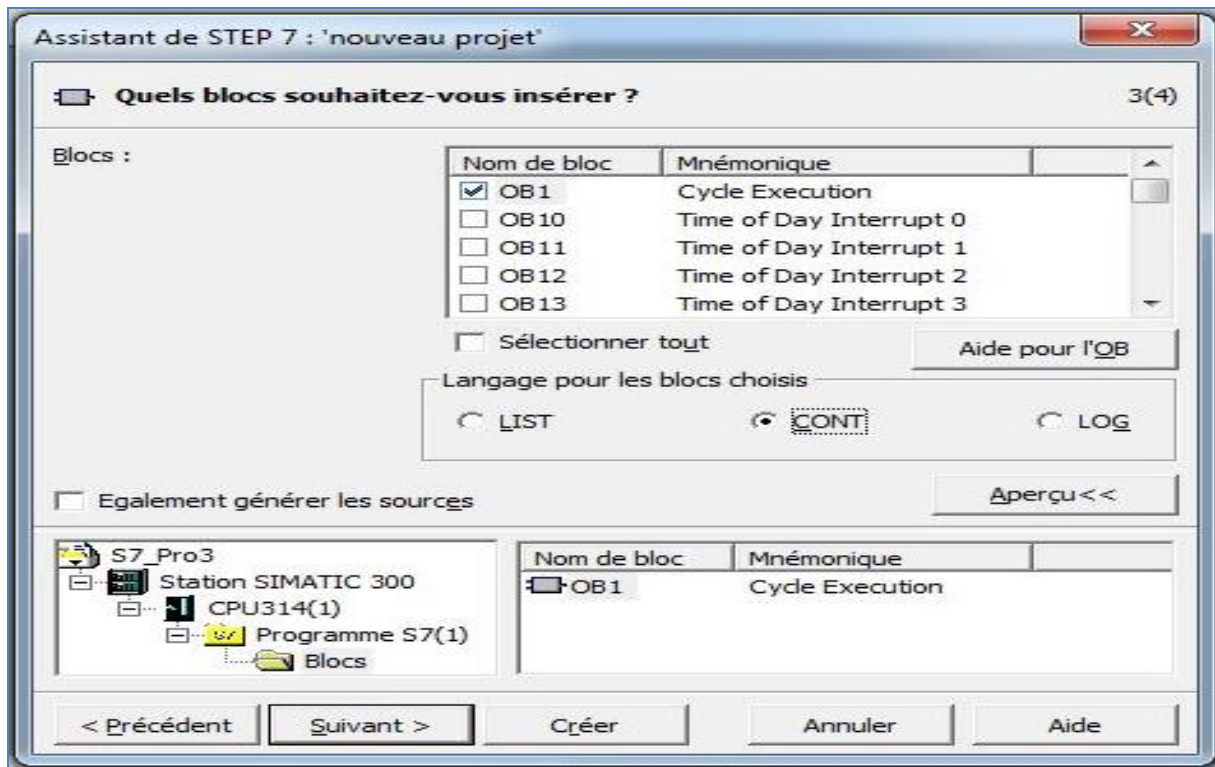


Figure V.3: Sélection du bloc OB1 et choix du langage CONT.

- e. La figure qui suit permet de nommer le projet et de le créer en cliquant sur **Créer**.

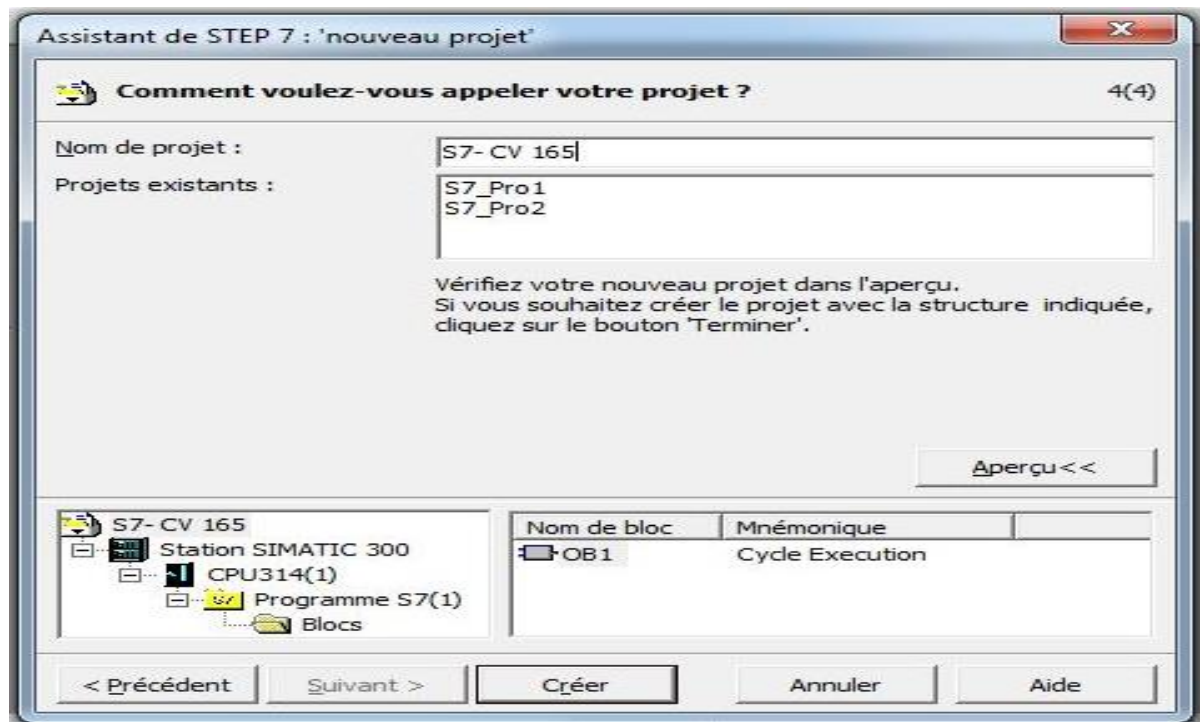


Figure V.4: Nomination et création du projet.

CHAPITRE V : PROGRAMMATION ET SIMULATION

- f. Après l'exécution de la commande **Créer**, SIMATIC Manager s'ouvre avec la fenêtre du projet nouvellement créé comme illustré sur la figure suivante :

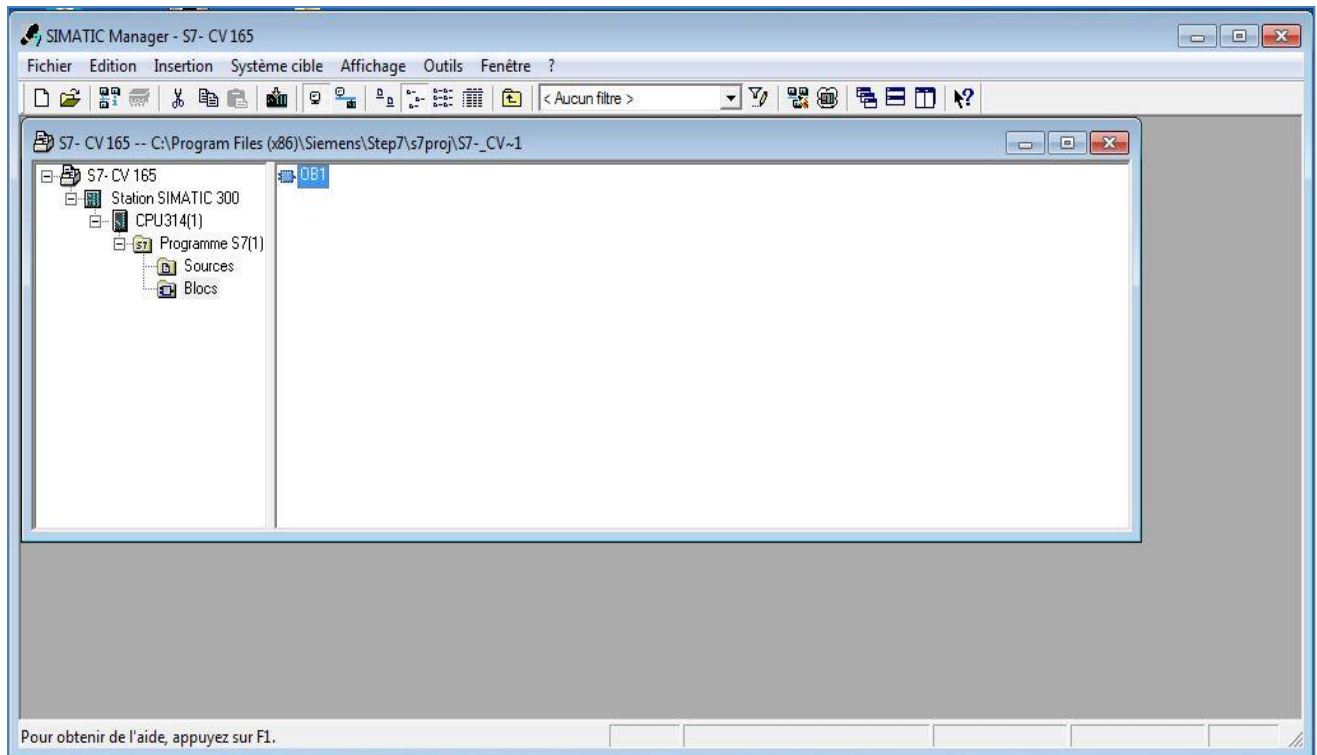


Figure V.5: Vue de la fenêtre SIMATIC Manager.

- g. Sélectionner le dossier **Station SIMATIC 300** et double-cliquer sur **Matériel**. Ceci ouvre la fenêtre « HW Config » et le type d'entrée / sortie doit être choisi pour un système de 64 bits.

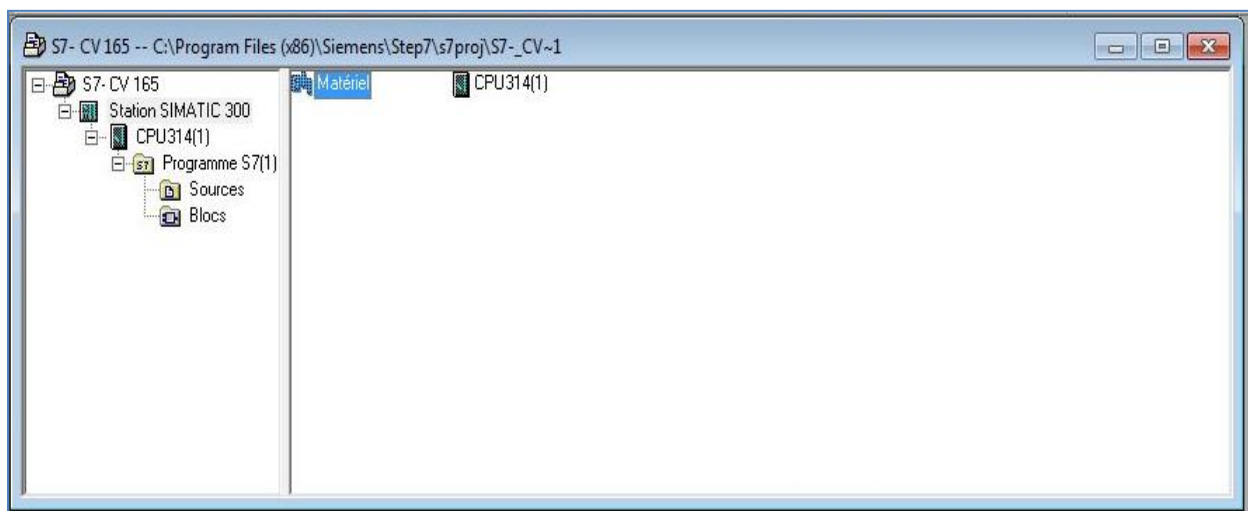


Figure V.6: Ouverture de la fenêtre HW Config.

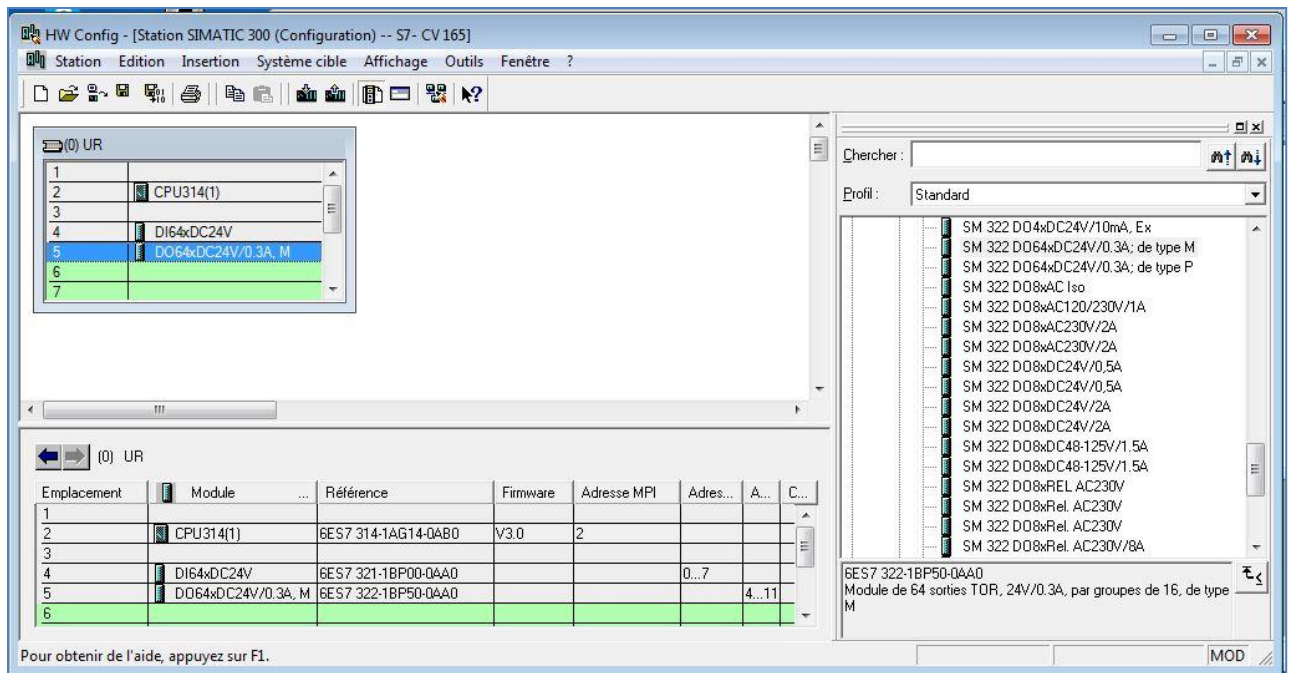


Figure V.7: La fenêtre de la configuration matérielle.

- h. On procède à la configuration réseau et ouvrir bloc **OB1** et choisir le langage de programmation **CONT**.

On pourra maintenant écrire le programme avec des bascules de **comparaison**.
Pour le programme du travail se trouve à l'annexe.

B. Configuration matérielle :

La configuration matérielle est une étape très importante, elle permet de configurer le matériel utiliser dans le projet (alimentation, CPU, modules...etc.). Pour effectuer cette configuration, il se fait d'aller sur l'icône **Station SIMATIC300**, la fenêtre HW config s'ouvre.

On a tout d'abord besoin d'un châssis RACK sur le quelle on va placer les modules. Dans le catalogue ouvrir le dossier **PS-300** qui se trouve dans **SIMATIC-300** puis choisir un modèle **PS 307 / 10A**. Pour l'installer sur le châssis, sélectionner l'emplacement 1 à l'aide de la souris, ouvrir le dossier CPU puis choisir un **CPU 314**, pour aussi l'installer sur le châssis. Choisir les modules entrée / sortie. Tout ça et dans les tableaux suivants :

PS (Power Supply) Module d'alimentation pour S7-300 :

C'est une alimentation externe 120/230V courant alternatif ; 24V / 10A courant continu.

CHAPITRE V : PROGRAMMATION ET SIMULATION

Nom du module	Nombre de modules	Numéro de référence
PS (307 10A)	1	6ES7 307-1KA01-0AA0

CPU 314 :

Mémoire de travail	Vitesse d'exécution	Nombre de modules	Numéro de référence
128 Ko	0,06ms/kinst	1	6ES7 314-1AG14-0AB0

Les modules entrée/sortie :

Selon le nombre de capteur / actionneur utilisé. On a besoin des entrées / sorties suivantes :

- ✓ Entrées digitales (DI) : 165 ;
- ✓ Sorties digitales (DO) : 197.

Il faut donc utiliser :

- Les modules digitaux :

Type de module	Nom du module	Nombre de modules	Numéro de référence
Entrée digital	SM 321 DI64xDC24V	3	6ES7 321-1BP00-0AA0
Sortie digital	SM 322 DO64xDC24V/0.3A	4	6ES7 322-1BP50-0AA0

A la fin de la configuration matérielle, il suffit de cliquer sur Station > Enregistrer et compiler pour valider les changements apportés au châssis. De cette manière les changements seront pris en compte dans le reste du projet.

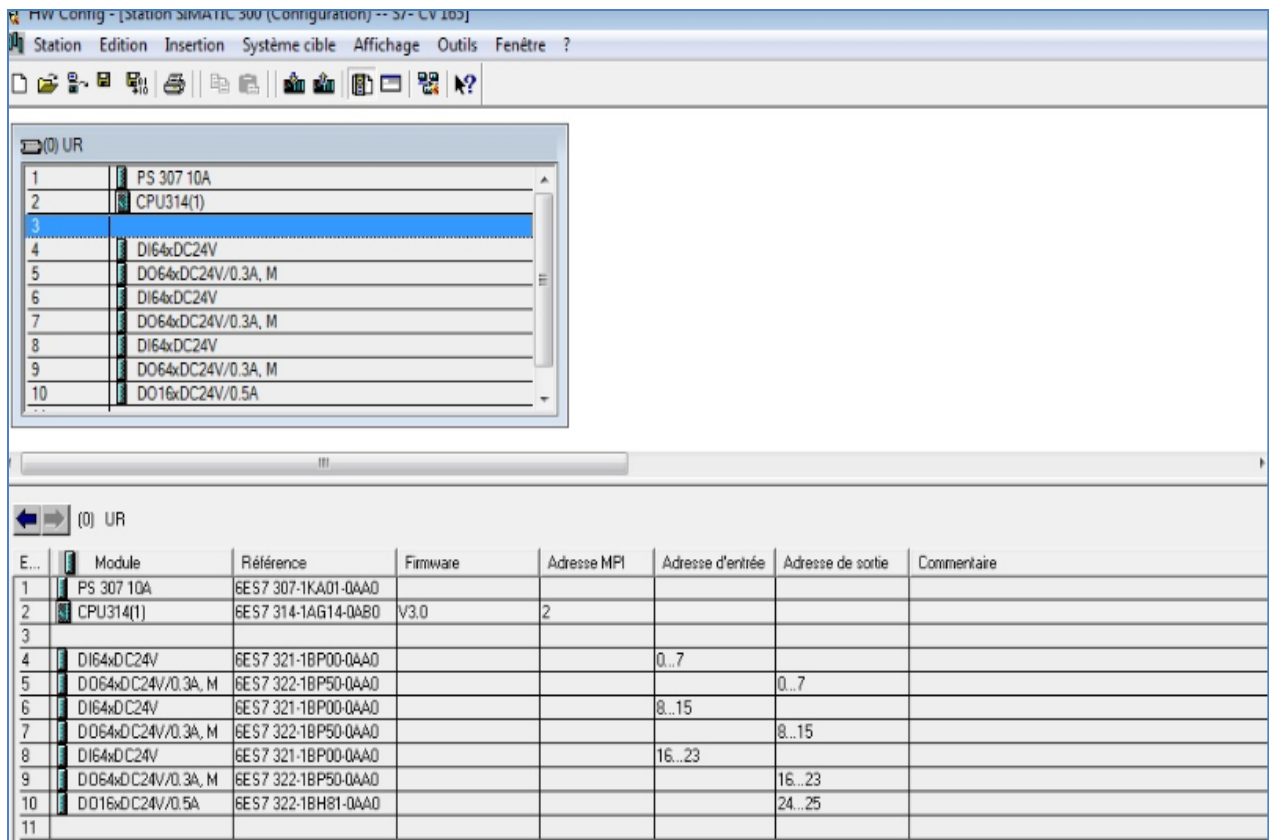


Figure V.8: Configuration matérielle.

C. Programmation du process sur STEP7 :

Dans la suite on présente quelques réseaux du programme élaboré :

1- Transfert (transvasement entre deux sphères) :

Ce transfert se passe entre deux sphères par exemple : Butane une fois le procédé en marche, tout en sélectionnant la position BUTANE, puis transfert qui se fait soit direct, ou par pompe ou bien par compresseur.

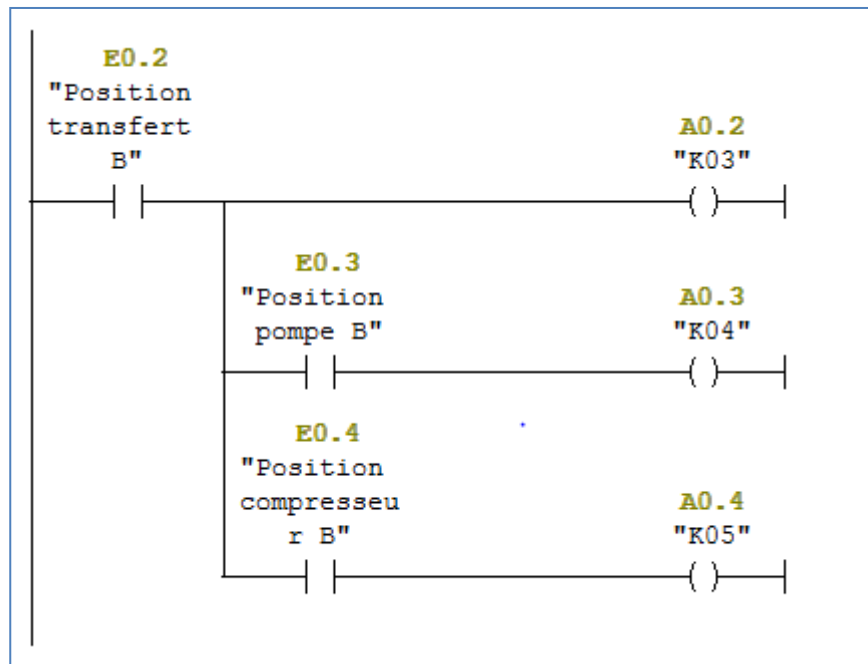


Figure V.9: Réseau de transfert de Butane.

2- Réseau transfert Propane :

Pour ce cas il faut choisir la position Propane en manuelle ou seulement automatiquement lorsque la densité est mesurée la position P s'active :

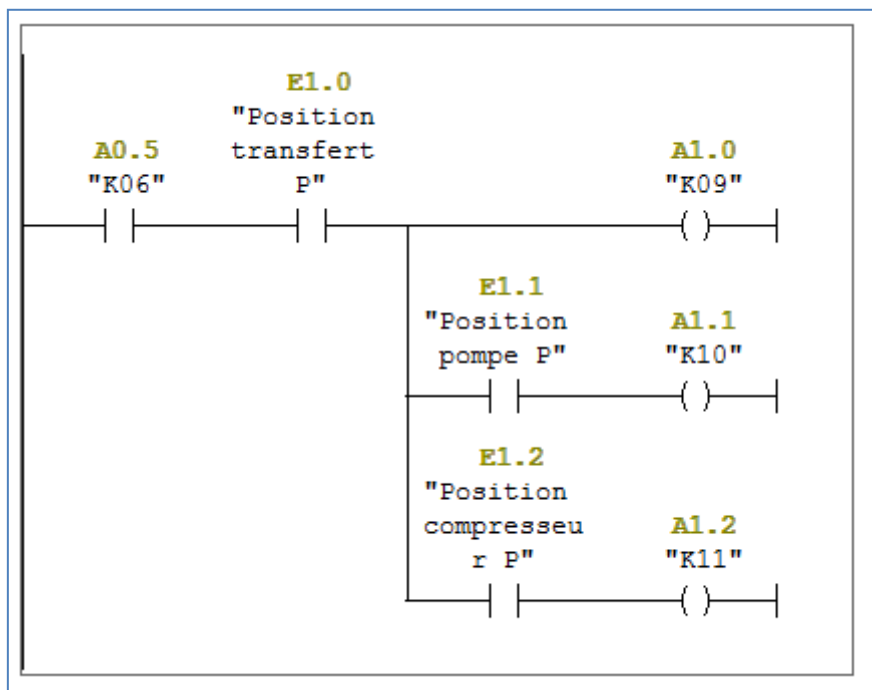


Figure V.10: Réseau de transfert de Propane.

CHAPITRE V : PROGRAMMATION ET SIMULATION

3- Autorisation marche pompe P201 ET P202 :

Dans ce cas, une pompe mixte donc il sélectionner la position Propane pour que les pompes marche ou une des deux au moins.

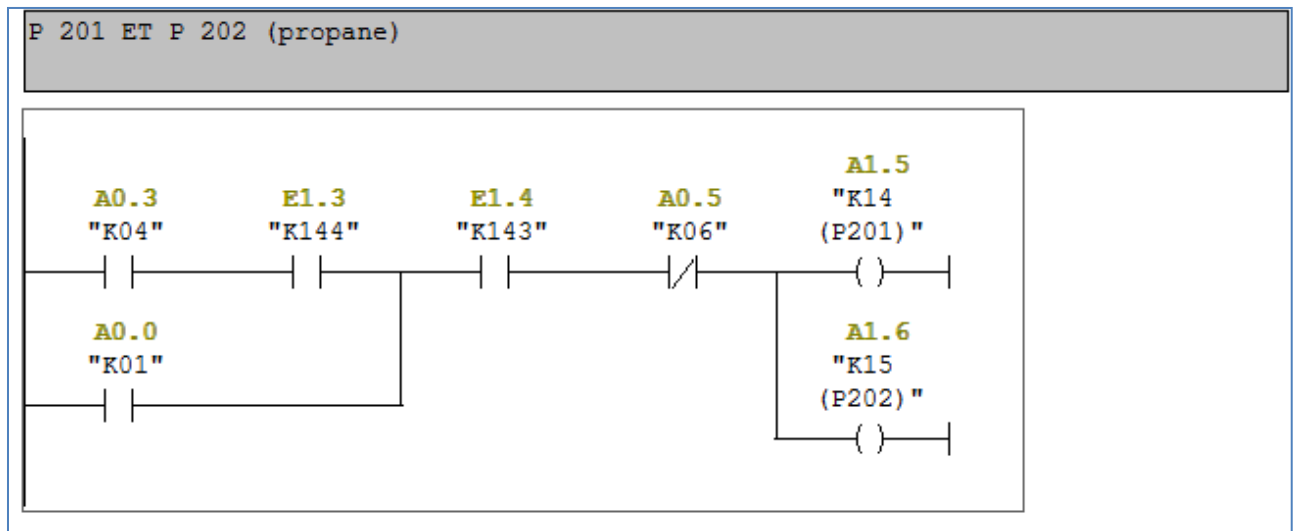


Figure V.11: Réseau Autorisation marche Pompe (Propane).

4- Réseau autorisation marche compresseur K101 :

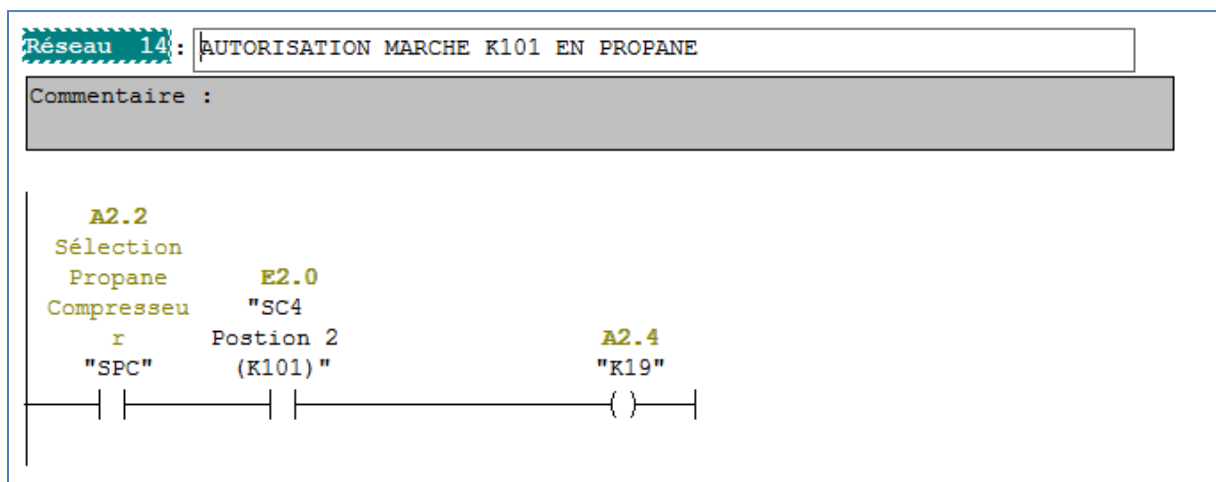


Figure V.12: Réseau Autorisation marche compresseur (Propane).

5- Réseau contrôle du compresseur K101 :

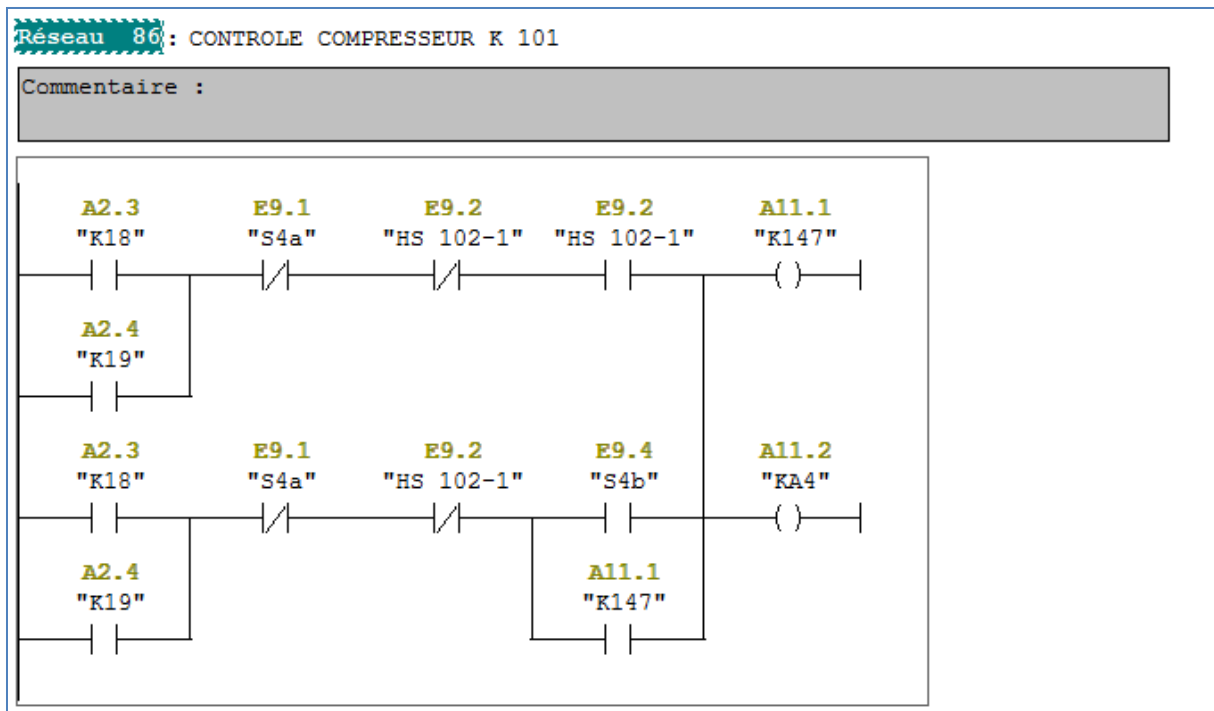


Figure V.13: Réseau contrôle compresseur (K 101).

6- Réseau signalisation autorisation marche compresseur :

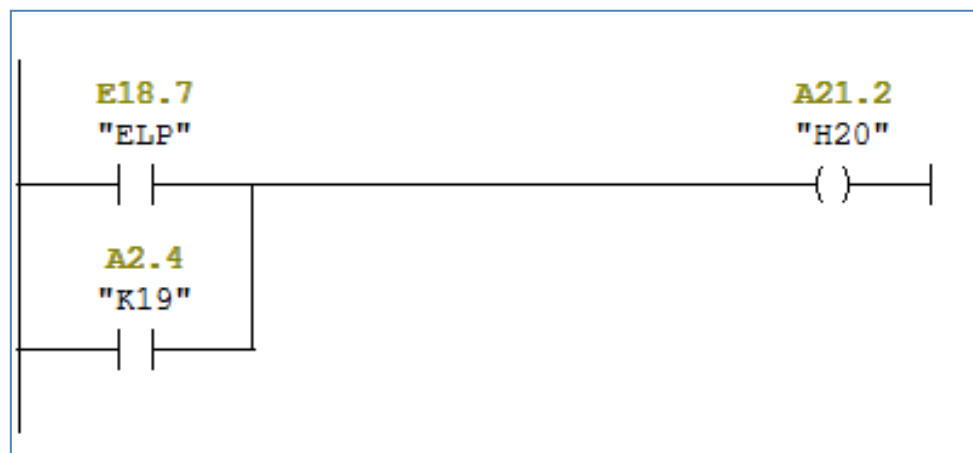


Figure V.14: Réseau signalisation autorisation marche compresseur (K 101).

2. Simulation avec S7-PLCSIM :

A. La fonction du S7-PLCSIM :

S7-PLCSIM exécute le programme utilisateur comme une CPU réelle (fonctions spéciales telles que sécurité uniquement sous certaines conditions). Durant l'exécution du programme, différentes valeurs du processus peuvent être visualisées et modifiées travers une simple interface utilisateur (activation/désactivation d'entrées/sorties).

B. Le simulateur des programmes S7-PLCSIM :

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable (AP) qu'on simule dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux). L'AP S7 de simulation permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300, et de remédier à d'éventuelles erreurs. S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'AP de simulation, on a également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP 7 comme, par exemple, la table des variables (VAT) à fin de visualiser et de forcer des variables.

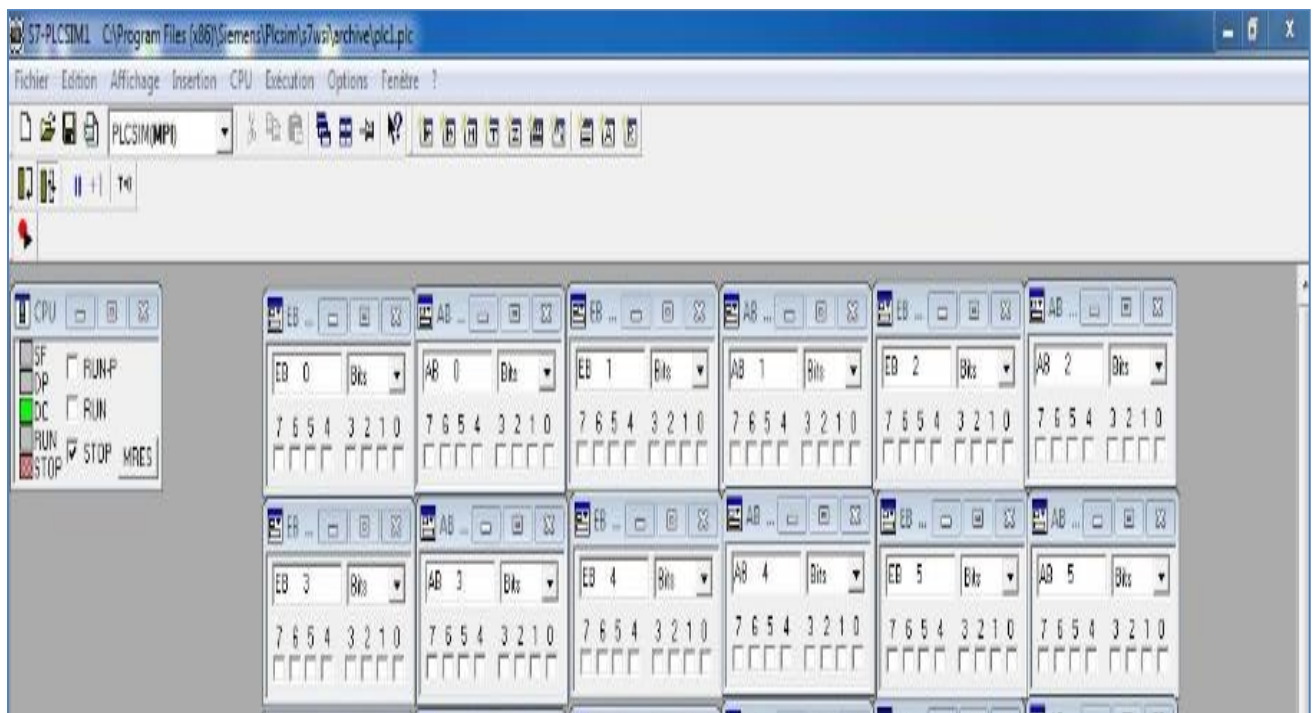


Figure V.15 : Fenêtre de simulateur PLC-SIM.

3. Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté les différentes étapes de programmation en logiciel STEP7 d'un automate programmable industriel, sa configuration matérielle et les différentes options ainsi que son fonctionnement.

On a élaboré un programme à contact qu'on a pu simuler à l'aide du S7-PLCSIM. Le programme ainsi que les résultats (voir l'annexe) de la simulation obtenus ont permis l'automatisation du procédé au sein du centre vrac (165).

CONCLUSION GENERALE :

Ce travail a été effectué au sein de la société NAFTAL « Centre Vrac 165 » où j'ai effectué un stage pratique dont l'objet est de réaliser une commande globale du centre par un automate programmable industriel S7-300. Cet API a été choisi en se basant sur données qui m'ont été fournies. Tout en assurant les meilleures conditions de chargement des camions citernes et le bon fonctionnement des équipements du centre.

Ce stage a été très enrichissant pour une expérience professionnelle surtout dans le domaine technique.

Ce travail a permis de mettre en valeur les notions théoriques que j'ai reçues en cours, j'ai pu les lier avec la pratique, les développer et découvrir de nouvelles notions pratiques.

Dans ce mémoire, j'ai étudié le procédé et j'ai aussi expliqué l'utilisation de l'API S7-300 que j'ai pu configurer pour la commande du procédé.

Et finalement, j'ai élaboré un programme en STEP 7 en langage à CONT que j'ai réussi à valider sous S7-PLCSIM. Sauf que la validation sur champ est en cours de traitement.

[1] Fichier NAFTAL ;

Branche GPL et Direction Général ;

Organisation des entités opérationnelle NAFTAL. 2010

[2] Manuel Opérateur du centre vrac 165 Ref : C33130.04.900.02 ;

Edition technique ;

Date 05.12.1985 ;

Société nouvelle constructions métalliques en Provence.

[3] Fiche technique DU CENTRE VRAC 165 . 2016

[4] Site internet. www.wikipédia.com

[5] Manuel des automates programmables industriels ;

&

« Les API architecture et application des automates programmables industriels », Edition DUNOD, 1987.

[6] Manuel SIMATIC STEP7 « Programmation avec Step7 », SIEMENS.

[7] L'aide du logiciel Step 7, SIEMENS.

Autres :

Mémoires de fin d'études, Promotion 2014 et 2012.

LISTE DES FIGURES

Numéro de la figure	Nom de la figure	Page
Figure I.1	Organigramme de NAFTAL.	Page : 3
Figure I.2	Organigramme de la branche GPL.	Page : 6
Figure I.3	Organigramme Général du district GPL d'Alger.	Page : 8
Figure I.4	Situation géographique des centres VRAC et Enfûteur.	Page : 9
Figure I.5	Organigramme du centre vrac CV 165 SIDI ARSINE.	Page : 10
Figure II.1	Camion citerne en chargement.	Page : 15
Figure II.2	Pipe du Port Pétrolier.	Page : 16
Figure II.3	Gare Racleur.	Page : 16
Figure II.4	Sphère Butane SB1.	Page : 17
Figure II.5	Les deux sphères Propanes SP.	Page : 17
Figure II.6	Pomperie interne.	Page : 18
Figure II.7	Pompe de transfert Blida.	Page : 19
Figure II.8	pompe de recyclage.	Page : 20
Figure II.9	Ilots de chargement.	Page : 21
Figure II.10	Bras de chargement (liquide et gaz).	Page : 21
Figure II.11	Niche Mercaptan.	Page : 22
Figure II.12	Tableau synoptique et schématique pomperie Transfert Blida.	Page : 23
Figure II.13	Tableau synoptique et schématique process G.P.L et incendie.	Page : 23
Figure II.14	commande de sélection des différentes opérations Butane.	Page : 24
Figure II.15	Vanne de sectionnement.	Page : 25
Figure II.16	Thermostat.	Page : 25
Figure II.17	Pressostat.	Page : 26
Figure II.18	Soupape de sureté.	Page : 27
Figure II.19	Détecteur gaz.	Page : 28
Figure II.20	Bouton d'arrêt d'urgence.	Page : 29
Figure II.21	Brise de glace.	Page : 29

LISTE DES FIGURES

Figure II.22	Transformateur de courant 5500 V.	Page : 30
Figure II.23	Groupe électrogène.	Page : 30
Figure III.1	Manomètre au niveau de la sphère.	Page : 31
Figure III.2	Manomètre au niveau de la pipe.	Page : 32
Figure III.3	Manomètre au niveau de la citerne.	Page : 32
Figure III.4	Plongeur (niveau très haut).	Page : 33
Figure III.5	Débitmètre massique.	Page : 34
Figure III.6	Vanne Auto – Manu.	Page : 35
Figure III.7	Electrovanne.	Page : 36
Figure III.8	Vanne FCV.	Page : 37
Figure IV.1	Structure d'un système automatisé	Page : 39
Figure IV.2	Structure générale de l'automate S7-300	Page : 41
Figure IV.3	Disposition des modules de l'automate S7-300	Page : 42
Figure V.1	Fenêtre de création du projet.	Page : 50
Figure V.2	la CPU utilisée.	Page : 51
Figure V.3	Sélection du bloc OB1 et choix du langage CONT.	Page : 52
Figure V.4	Nomination et création du projet.	Page : 52
Figure V.5	Vue de la fenêtre SIMATIC Manager.	Page : 53
Figure V.6	Ouverture de la fenêtre HW Config.	Page : 53
Figure V.7	La fenêtre de la configuration matérielle.	Page : 54
Figure V.8	Configuration matérielle.	Page : 56
Figure V.9	Réseau de transfert de Butane.	Page : 57
Figure V.10	Réseau de transfert de Propane.	Page : 57
Figure V.11	Réseau Autorisation marche Pompe (Propane).	Page : 58
Figure V.12	Réseau Autorisation marche compresseur (Propane).	Page : 58
Figure V.13	Réseau contrôle compresseur (K 101).	Page : 59
Figure V.14	Réseau signalisation autorisation marche compresseur (K 101).	Page : 59
Figure V.15	Fenêtre de simulateur PLC-SIM.	Page : 60