

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université A.MIRA-BEJAIA



Faculté de Technologie  
Département d'Automatique,  
Télécommunication et d'Electronique

# Mémoire fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master en Automatique  
Option : Automatique et système

## Thème

---

**Automatisation du système de contrôle de niveau  
des bacs de stockage au niveau de SONATRACH**

---

**Réalisé par :**

M<sup>elle</sup> BEKHOUCHE Abla

**Encadré par :**

M<sup>me</sup> BELLAHSENE Nora

M<sup>r</sup> OUCHEN Azouz

**Membre de jury :**

M<sup>r</sup> Hadji .S

M<sup>r</sup> Guenounou .O

**Année Universitaire : 2017/2018**

## Remerciements

*En préambule à ce mémoire*

*Je tiens remercier ALLAH qui m'a aidé et qui m'a donné la patience et le courage durant ces années d'études.*

*Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la Réussite de cette formidable année universitaire.*

*Je tiens à remercier sincèrement ma promotrice M<sup>me</sup> BELLAHSENE NORA de m'avoir fait l'honneur d'assurer l'encadrement de mon travail et pour la confiance qu'elle a témoigné, pour sa disponibilité, ses efforts et ses encouragements qui m'ont permis de mener à bien ce travail*

*Je tiens à remercier les membres de jury d'avoir consacré de leur temps à la lecture de ce manuscrit et d'accepter et d'évaluer ce travail*  
*Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire. Merci à tous*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à ma mère, à mon père*

*Je trouve ici l'occasion de leur exprimer ma gratitude la plus sincère*

*À mes chères sœurs : Youssra, Nacira et Noria*

*À mes chers frères : Rachid, Lounisse et Djahid*

*À ma promotrice M<sup>me</sup> BELLAHSENE N pour son soutien et ses conseils les plus précieux*

*À mes amis*

*À ceux qui me sont chers*

*À toute la promotion deuxième année Master Automatique et système 2017/2018*

*ABLA*

# Liste des figures

<b>Figure I.1</b>	Terminal marin de Bejaia .....	3
<b>Figure I.2</b>	Organigramme de la DRGB .....	4
<b>Figure I.3</b>	Actionneur ICON2000 .....	6
<b>Figure I.4</b>	Actionneur LIMITORQUE MX-10 .....	7
<b>Figure I.5</b>	Pompe de marque GUINARD .....	8
<b>Figure I.6</b>	Transmetteur de pression différentielle .....	9
<b>Figure I.7</b>	Débitmètre à ultrason FH8300 .....	10
<b>Figure I.8</b>	Schéma synoptique d'écoulement du brut .....	11
<b>Figure I.9</b>	Schéma descriptif pour le terminal marin nord .....	13
<b>Figure I.10</b>	Armoire de contrôle commande de la DRGB .....	15
<b>Figure I.11</b>	Jaugeur ENRAF 854 ATG .....	16
<b>Figure I.12</b>	Jaugeur ENRAF placé sur bac .....	16
<b>Figure I.13</b>	Principe de mesure .....	17
<b>Figure II.1</b>	Structure d'un système automatisé .....	18
<b>Figure II.2</b>	Exemples de capteurs .....	19
<b>Figure II.3</b>	Exemples d'actionneurs .....	20
<b>Figure II.4</b>	Exemple de près actionneurs .....	20
<b>Figure II.5</b>	Architecture d'un système automatisé de production .....	23
<b>Figure II.6</b>	Automate programmable de petite gamme .....	24
<b>Figure II.7</b>	Automate de moyenne gamme .....	25
<b>Figure II.8</b>	Automate de haute gamme SIEMENCE .....	25
<b>Figure II.9</b>	Structure interne d'un API .....	26
<b>Figure II.10</b>	Principe de fonctionnement d'un automate .....	31
<b>Figure II.11</b>	Architecture de l'API SIEMENS S7-300 .....	34
<b>Figure II.12</b>	Configuration de S7-400 .....	36
<b>Figure III.1</b>	Principe de mesure de Micropilot M FMR240 .....	43
<b>Figure III.2</b>	Condition d'emplacement de radar M FMR240 .....	45
<b>Figure III.3</b>	Etalonnage du Micropilot M FMR240 .....	46
<b>Figure III.4</b>	Condition de montage .....	47
<b>Figure III.5</b>	Diamètre de faisceau W et distance D .....	48
<b>Figure III.6</b>	Configuration matérielle .....	50
<b>Figure III.7</b>	Les blocs du programme .....	51
<b>Figure III.8</b>	Table des mnémoniques .....	52
<b>Figure III.9</b>	Simulateur du programme .....	53
<b>Figure III.10</b>	Niveau haut, ouverture la vanne MOV_A7 .....	54
<b>Figure III.11</b>	Condition de démarrage de la pompe M .....	55
<b>Figure III.12</b>	Commande de pompe M .....	56
<b>Figure III.13</b>	Démarrage de la pompe M .....	57
<b>Figure III.14</b>	Condition de démarrage de la pompe N .....	58
<b>Figure III.15</b>	Commande de la pompe N .....	58

<b>Figure III.16</b>	Démarrage de la pompe N.....	<b>59</b>
<b>Figure III.20</b>	Niveau bas fermeture de vanne MOV_A7 .....	<b>60</b>
<b>Figure IV.1</b>	Interface WINCC flexible .....	<b>62</b>
<b>Figure IV.2</b>	Extrais de la vus générale de la station .....	<b>64</b>
<b>Figure IV.3</b>	Contrôle de niveau et état des vannes .....	<b>65</b>
<b>Figure IV.4</b>	Exportation de brute .....	<b>66</b>
<b>Figure IV.5</b>	Arrêt de l'exportation .....	<b>67</b>



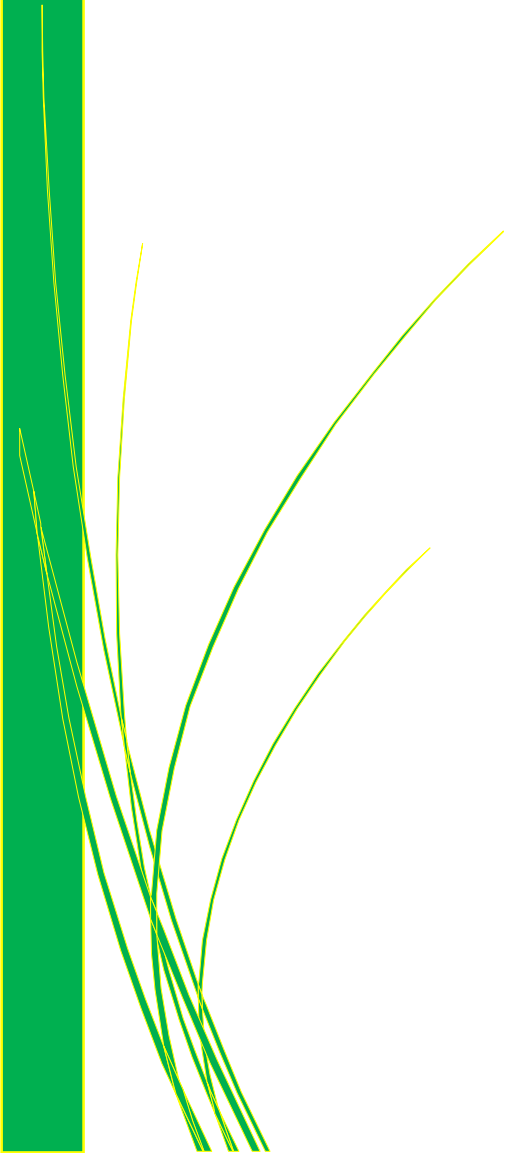
# Liste des figures







# Liste des Abréviations





# List des Abréviations

API	Automate Programmable industriel
SOPEG	Société Pétrolière de Gérance
DRGB	Direction Régionale de Béjaia
OB1	Oléoduc de Haoud El Hamra vers Béjaia
ATG	Advanced technologie Gauge
TMB	Terminale Marin Béjaia
ESM	Ethernet Switch Model (Modèle de Commutateur Ethernet)
OLM	Optical Link Model (Modèle de Lien Optique)
GEP	Group Electropompe
HMI	Interface Homme Machine
PCS	Système de Contrôle de Procéder
PLEM	Collecteur d'extrémité de canalisation (Pipeline End Manifold)



# Liste des Tableaux



# Liste des tableaux

Tableau III.1	Classe de produit et gamme de mesure .....	44
Tableau III.2	Mesure des segments .....	46
Tableau III.3	Variation de diamètre du faisceau $w$ en fonction de distance $D$ .....	48

# SOMMAIRE

Liste des figures .....	
Liste des abréviations .....	
Liste des tableaux .....	
Introduction générale .....	1

## Chapitre I Présentation générale de système de contrôle commande

I.1-Introduction .....	2
I.2 Présentation de SONATRACH .....	2
I.2.1 Historique.....	2
I.2.2 Direction régionale de Bejaia (DRGB) .....	2
I.2.3 Constitution de direction régionale de Bejaia (DRGB) .....	3
I.2.3.1 Terminal marin de Bejaia (TMB) .....	3
I.2.3.2 Le port pétrolier .....	4
I.2.3.3 Salle de contrôle .....	4
I.2.4 Organigramme de l'administration de DRGB .....	4
I.2.4.1 Sous-direction exploitation .....	5
I.2.4.2 Sous-direction technique .....	5
I.2.4.3 Sous-direction Finance et Juridique.....	5
I.2.4.4 Sous-direction administration .....	5
I.3 Les différents équipements utilisés à SONATRACH de Bejaia .....	5
I.3.1 Actionneur ICON2000 .....	5
I.3.1.1 Mode de fonctionnement de l'actionneur .....	6
I.3.1.1.1 Fonctionnement par volant .....	6
I.3.1.1.2 Fonctionnement électrique .....	6
I.3.2 Actionneur LIMITORQUE MX-10 .....	6
I.3.3 Pompe GUINARD .....	8
I.3.4 Le transmetteur de pression différentielle .....	9
I.3.5 Le débitmètre à ultrason FH8300 .....	10
I.4 Schéma synoptique de l'exploitation .....	11
I.5 Description de parc de stockage .....	11
I.6 Choix de la pompe de chargement .....	12
I.7 Mode d'exploitation de la DRGB .....	12
I.8 Le système de contrôle-commande de la TMB .....	14
I.9 Systèmes de contrôle de niveau .....	15
I.9.1.1 Description .....	15
I.9.1.2 Principe de fonctionnement .....	16
I.10 Conclusion .....	17

## Chapitre II Automate programmable industriel

II.1 Introduction .....	18
-------------------------	----

II.2 Généralités sur les systèmes automatisés .....	18
II.2.1 Définition .....	18
II.2.2 Structure d'un system automatisé .....	18
II.2.2.1 Partie opérative .....	19
II.2.2.2 Partie commande .....	20
II.2.2.3 Partie dialogue ou interface .....	21
II.2.3 But de l'automatisation .....	22
II.3 Généralité sur les automates programmables .....	22
II.3.1 Introduction .....	22
II.3.2 Présentation de l'automate .....	22
II.3.3 Architecture d'un automate .....	23
II.3.4 Structure de L'API .....	24
II.3.4.1 Structure externe .....	24
II.3.4.1.1 Les gammes des API .....	24
II.3.4.2 Structure interne .....	25
II.3.4.2.1 Une alimentation électrique .....	26
II.3.4.2.2 Une unité centrale .....	26
II.3.4.2.3 Les modules d'entrées / sorties .....	28
II.3.5 Terminaux de programmation et de réglage .....	29
II.3.6 Avantage de l'automate programmable industriel .....	29
II.3.7 Cycle de l'automate programmable .....	30
II.3.8 Principe de fonctionnement d'un API .....	30
II.3.9 Domaines d'utilisation des API .....	31
II.3.10 Critères de choix d'un automate .....	32
II.3.11 Protocole de communication .....	32
II.3.11.1 Ethernet industriel .....	33
II.3.11.2 Profibus .....	33
II.3.11.3 Modbus .....	33
II.4 Présentation des automates utilisés .....	33
II.4.1 Présentation de S7-300 .....	34
II.4.1.1.1 Module d'alimentation (PS).....	34
II.4.1.1.2 Unité centrale (CPU).....	34
II.4.1.1.3 Module de couplage (IM).....	35
II.4.1.1.4 Module des signaux (SM) .....	35
II.4.1.1.5 Module de fonction (FM) .....	35
II.4.1.1.6 Module de communication (CP) .....	35
II.4.1.2 Les caractéristiques du S7-300 .....	35
II.4.2 Présentation de l'Automates Programmables S7-400.....	35
II.4.3 Comparaison entre les deux API S7-400 et S7-300.....	36
II.7 Conclusion .....	36

## **Chapitre III                    Programmation et simulation**

III.1 Introduction .....	37
III.2 Logiciel de programmation STEP7.....	37

III.2.1	Présentation du STEP7 .....	37
III.2.2	Fonction de base du logiciel .....	37
III.2.3	Langages de programmation .....	37
III.2.3.1	Langage de programmation LIST .....	38
III.2.3.2	Langage de programmation CONT .....	38
III.2.3.3	Langage de programmation LOG (logigramme).....	38
III.3.3.4	Langage de programmation Grafcet .....	38
III.2.4	Blocs utilisateurs .....	38
III.2.4.1	Bloc d'Organisation OB .....	38
III.2.4.2	Bloc fonctionnelle FB .....	39
III.2.4.3	Fonction FC .....	39
III.2.4.4	Bloc de Données DB .....	39
III.2.5	Bloc système pour fonction standard et fonction système .....	39
III.2.5.1	Bloc fonctionnel système SFB .....	39
III.2.5.2	Fonction système SFC .....	39
III.2.5.3	Données systèmes SDB .....	39
III.2.6	Structure de programme .....	39
III.2.6.1	Programmation linéaire .....	40
III.2.6.2	Programmation structurée .....	40
III.2.7	Création d'un projet sous STEP 7 .....	40
III.2.8	Différents types de variables contenues dans STEP7 .....	40
III.3	Cahier de charges .....	41
III.3.1	Cahier de charges le déchargement de bac 4A7 .....	41
III.3.2	Cahier de charge pour chargement de bac 4F6 .....	42
III.4	Présentation du radar .....	42
III.5	Installation et mise en œuvre .....	43
III.6	Principe de fonctionnement .....	43
III.6.1	Signal de sortie .....	44
III.6.2	Signal d'entrée .....	44
III.7	Gamme de mesure et secteurs d'utilisation .....	44
III.8	Condition de mesure .....	45
III.9	Règlement du montage .....	46
III.9.1	Etalonnage du Micropilot M FMR240 .....	46
III.9.2	Condition d'utilisation .....	47
III.9.2.1	Montage .....	47
III.9.2.2	Elément interne .....	47
III.9.2.3	Angle d'émission .....	47
III.10	Nettoyage de l'antenne .....	49
III.11	Projet sous STEP7 .....	49
III.11.1	Configuration matérielle .....	49
III.11.2	Structure de programme élaboré .....	50
III.11.3	Composition de programme .....	50
III.11.4	Création de la table des mnémoniques .....	51
III.11.5	Présentation du simulateur S7 400 .....	52
III.12	Etape de simulation .....	53

III.13 Programmation et interprétation des résultats .....	54
III.13.1 Programme de contrôle de niveau du bac 4A7 lors du déchargement .....	54
III.13.2 Condition de démarrage des pompes .....	55
III.13.2.1 Condition principale de démarrage de la pompe M .....	55
III.13.2.1.1 Commande de la pompe M .....	56
III.13.2.1.2 Démarrage de la pompe M .....	57
III.13.2.2 Condition principale de démarrage de la pompe N .....	58
III.13.2.2.1 Commande de la pompe N .....	58
III.13.2.2.2 Démarrage de la pompe N .....	59
III.14 Conclusion .....	60

## **Chapitre IV      Supervision avec WINCC flexible**

IV.1 Introduction .....	61
IV.2 Présentation de WINCC flexible .....	61
IV.3 logiciel WINCC flexible .....	61
IV.4 Eléments de WINCC flexible .....	61
IV.5 Tache de WINCC flexible .....	63
IV.6 SIMATIC HMI .....	63
IV.7 Vue d'ensemble de système de contrôle commande .....	64
IV.8. Contrôle niveau du bac 4F6 .....	65
IV.9 Contrôle de niveau du bac 4A7 .....	66
IV.10 Conclusion .....	67
Conclusion générale .....	68
Bibliographie	
Annexe	



# Introduction Générale





# Introduction générale

Les entreprises industrielles se doivent d'être au diapason des développements technologiques et les innovations permanentes des équipements d'automatisation. Les entreprises modernes, que l'on peut qualifier des industries de qualité et de quantité, ne cessent d'exiger un matériel de contrôle de plus en plus performant, afin de réaliser les deux objectifs simultanément.

Le complexe SONATRACH de Bejaia s'occupe de différentes activités et beaucoup plus du transport et des commercialisations des hydrocarbures. L'exportation du pétrole se fait par des navires pétroliers. Le chargement de ces navires peut se faire soit directement dans le port pétrolier où un système de contrôle-commande installé pour gérer ce chargement, ou en mer à travers la bouée SPM (signal point mooring / amarrage à point unique) implantée en mer. Cette méthode de chargement ne nécessite pas l'entrée de navire pétrolier dans le port.

L'entreprise SONATRACH donne une très grande importance pour les technologies les plus récentes, car elle est classée parmi les plus importantes sociétés en Algérie, à savoir sa valeur importante sur l'économie du pays.

Dans notre projet, nous allons remplacer un système de contrôle de niveau plus ou moins compliqué par un système plus simple, et fiable. A cet effet, la tâche qui m'a été confiée au sein de l'entreprise est d'étudier et automatiser un système de contrôle de niveau des bacs de stockage des hydrocarbures.

Pour mieux élaborer le travail, nous avons opté pour le plan suivant :

Le chapitre I est réservé pour donner un aperçu général sur l'entreprise, les présentations des différents équipements utilisés, les présentations du mode d'exploitation, la description de système de contrôle commande et la présentation de l'ancien système de contrôle de niveau (télé jaugeur).

Le chapitre II sera consacré pour la présentation des automates programmables.

Dans le chapitre III, nous allons présenter le nouveau système de contrôle de niveau et les différents algorithmes et la programmation sur STEP7

Le chapitre IV sera consacré à la supervision avec Win CC et l'interprétation des résultats. Enfin, nous terminerons par une conclusion générale qui résume ce travail.



# Chapitre I

## Présentation Générale du système de contrôle- commande





## I.1-Introduction

Dans ce, chapitre nous allons donner une idée générale sur le système qui fait l'objet de ce travail mais avant cela, nous allons, au préalable, présenter l'entreprise SONATRACH de Bejaia qui est un point intermédiaire qui assure le contrôle d'acheminement des hydrocarbures de Haoud El Hamra qui est situé à 25 km de Hassi Messaoud vers le port pétrolier de Bejaia pour la commercialisation. Nous allons donner un aperçu général sur les différents équipements utilisés dans l'entreprise que j'ai eu l'occasion de voir et de manipuler durant mon stage et les systèmes de contrôle-commande existants tel que la commande des vannes et le système de contrôle de niveau des bacs utilisés.

## I.2 Présentation de SONATRACH

### I.2.1 Historique

SOPEG (Société Pétrolière de Gérance) a été fondée le 12 mars 1957 par la compagnie française des pétroles en Algérie, son objectif est l'exécution de tous les travaux nécessaires au transport des hydrocarbures ainsi que leurs dérivés. Aujourd'hui, SOPEG est devenue la DRGB (Direction Régionale de Bejaia), l'une des sept régions composant l'activité de transport par canalisation en niveau de l'Algérie, l'entreprise nationale SONATRACH est la plus importante compagnie d'hydrocarbures en Algérie et en Afrique, qui vient de l'abréviation de Société Nationale de Transport et de Commercialisation des Hydrocarbures qui a été créé le 31 décembre 1963, celle-ci est une entreprise internationale par son domaine d'activité d'industrie pétrolière.

La volonté de l'Algérie à récupérer ses richesses naturelles et d'assurer pleinement le contrôle de leurs exploitations, amena à nationaliser la production des hydrocarbures le 24 février 1971 par la signature d'un arrangement définissant le cadre d'activité des sociétés étrangères en Algérie [1].

### I.2.2 Direction régionale de Bejaia (DRGB)

La DRGB est l'extrémité de l'itinéraire de la ligne OB1 (Oléoduc Bejaia) servi pour les réceptions, les stockages et la commercialisation du pétrole brut. Il est formé d'une zone d'emmagasinage d'hydrocarbures où cette geste est concéderai le meilleur moyen pour garantir le réseau de transport et le fonctionnement souple et permanent. La figure I.1 présente la DRGB ou appeler aussi terminal marin de Béjaia.



**Figure I.1 Terminal marin de Bejaia**

## **I.2.3 Constitution de direction régionale de Bejaia (DRGB)**

### **I.2.3.1 Terminal marin de Bejaia (TMB)**

Il est constitué de deux terminaux

- **Terminal Nord**

Ce parc de stockage contient douze bacs à toit flottant de capacité volumique de  $35.10^3 \text{ m}^3$  pour chaque un, tout bac contient une vanne au pied bac, deux agitateurs, un télé jaugeur (transmetteur de niveau) et un système anti- incendie à halon pour étouffer le feu en cas d'incendie, chaque collecteur de parc de stockage relie à deux réservoirs, ces derniers sont reliés à un manifold qui contient un ensemble de canalisations constitué d'un groupe de vanne et de pompes se parc de stockage contient de même un bac à toit fixe de capacité de  $29.10^2 \text{ m}^3$  utilisé pour emmagasiner le brut en cas de surpression et lors de nettoyage des bacs.

- **Terminal Sud**

Il contient quatre bacs de stockages à toit flottant ont les mêmes caractéristiques physique que les bacs de terminal nord sauf une différence dans la capacité volumique qui atteint  $5.10^4 \text{ m}^3$  pour chaque bac.

## I.2.3.2 Le port pétrolier

La DRGB contient un réseau de collecteurs reliant les terminaux au port pétrolier. Ce dernier contient deux postes de chargement P2, P3 et une bouée de chargement d'hydrocarbures en mer.

## I.2.3.3 Salle de contrôle

Elle est divisée en trois chambres, haute tension, moyenne et basse tension. On trouve dans la chambre de haute tension, les deux arrivées de sonelgaz sont connectées aux deux disjoncteurs principaux redondants, Dans la chambre de moyenne tension, on trouve deux transformateurs 5.5kv/380v redondants. Dans la chambre de basse tension, on trouve des batteries rechargeables, des redresseurs de tension, des chargeurs de batterie et des armoires contenant les masters stations qui sont dédiées aux contrôles et la commande des vannes motorisées. De même, on trouve des automates de marque siemens S7 300, S7 400 qui assurent le contrôle de tous les instruments installés dans l'entreprise qui assure l'acheminement du pétrole brut des autres stations jusqu'à le TMB et cette salle a pour rôle principal :

- Le remplissage et la vidange des bacs.
- Le transfert des hydrocarbures des deux terminaux nord et sud vers le port pétrolier.
- Le contrôle de la densité et le niveau des fluides.
- Le démarrage des pompes.
- La commande à distance des vannes.

## I.2.4 Organigramme de l'administration de DRGB

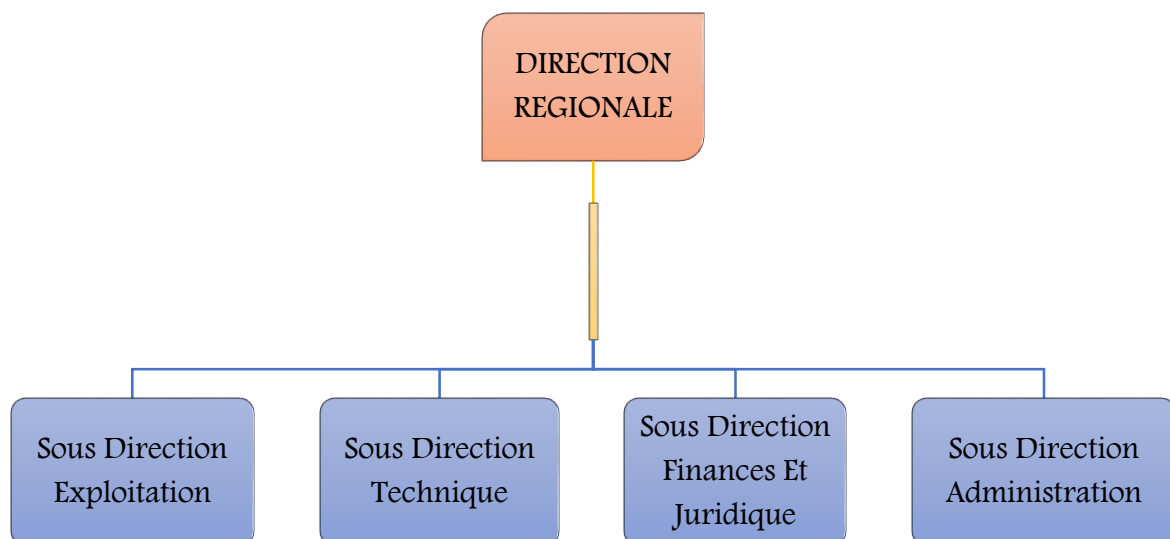


Figure I.2 Organigramme de la DRGB

### I.2.4.1 Sous-direction exploitation

Elle est chargée de l'exploitation des installations de la région, elle a pour mission principale, l'organisation du transport de pétrole brut dans les meilleures conditions et coûts.

### I.2.4.2 Sous-direction technique

Elle a pour mission d'assurer la maintenance et la protection des ouvrages, ainsi que l'approvisionnement, l'étude et le suivi de projets de réalisation de travaux neufs. Elle est organisée en quatre départements : département maintenance, département protection des ouvrages, département approvisionnement et transport et le département travaux neufs.

### I.2.4.3 Sous-direction Finance et Juridique

Elle est chargée d'effectuer la gestion financière, préparer le budget et assurer le contrôle de gestion et la prise en charge des affaires juridiques de la DRGB. Elle est organisée en trois départements :

- Département budget et contrôle de gestion : Son rôle vital est de s'assurer que les budgets sont respectés. Par ailleurs, il se charge d'élaborer le budget annuel de l'entreprise, comparer les prévisions faites avec les résultats obtenus et tirer.
- Département juridique : Ce département a pour mission de prendre en charge les affaires nées entre la DRGB et les différents partenaires, et la préservation de tout le patrimoine de l'entreprise.
- Département finances : Celui-ci a pour tâche d'assurer la gestion financière de la DRGB, il est composé de deux services : comptabilité générale et ressource.

### I.2.4.4 Sous-direction administration

Elle a pour mission la gestion des ressources humaines et les moyens généraux. Elle est organisée en trois départements : département administration et social, département ressources humaines et communication, département moyens généraux.

## I.3 Les différents équipements utilisés à SONATRACH de Bejaia

La DRGB est dotée d'un nombre important d'équipements. Nous allons citer quelques-uns que.

### I.3.1 Actionneur ICON2000

L'actionneur ICON2000 [2] possède un circuit interne contrôle en continu les statuts du système et élabore toutes les informations provenant des capteurs double affichage indiquant les informations mises à jour des statuts de l'actionneur, l'affichage supérieur indique le couple (figure I.3). L'affichage inférieur spécifie les informations détaillées d'alarme et de pré-alarmes. L'indication de position sera également disponible en cas de coupure électrique et d'opération manuelle. Le bouton-poussoir local permet l'accès complet à l'actionneur sans aucune nécessité d'outil de réglage supplémentaire.



**Figure I.3 Actionneur ICON2000**

### **I.3.1.1 Mode de fonctionnement de l'actionneur**

Le fonctionnement se fait par deux méthodes conventionnel et moderne.

#### **I.3.1.1.1 Fonctionnement par volant**

Pour commander l'actionneur par volant, il faut simultanément presser sur le levier et tourner le volant jusqu'à engagement de l'embrayage. Il faut ensuite relâcher le levier et déplacer le robinet avec le volant. L'actionneur ne revient au fonctionnement électrique qu'après démarrage du moteur.

#### **I.3.1.1.2 Fonctionnement électrique**

Avant de raccorder l'alimentation électrique à l'actionneur, il faut vérifier que la tension est correcte et conforme aux indications de la plaque d'identification. Une alimentation erronée peut provoquer un endommagement permanent des composants électriques. Il n'est pas nécessaire de contrôler le sens de rotation car l'unité est fournie avec une correction automatique du sens de rotation. Positionner le sélecteur à deux positions sur OFF puis mettre sous tension. Il ne faut pas manœuvrer l'actionneur sans avoir contrôlé a priori que la configuration est conforme à l'application requise.

### **I.3.2 Actionneur LIMITORQUE MX-10**

L'actionneur de marque "LIMITORQUE" modèle MX-10 [3] contrôle le mouvement d'ouverture et de fermeture des vannes. Des positions limites de ces mouvements sont protégées par un encodeur absolu qui fournit une sensation optique de la position de la vanne et donne une mesure de la position de la vanne aussi bien pour une manœuvre par moteur ou par le volant manuel aucune batterie ou alimentation électrique de secours n'est nécessaire. Le couple de



sortie est donné en fonction de la vitesse du moteur, la température et la tension. Si le couple pré-réglé est dépassé, le moteur s'arrête. Grâce à cette technologie de protection avancée, toutes les vannes et autres dispositifs à actionner sont protégés contre les dommages dus aux surcharges et aux mauvais assemblages. L'électrovanne contient trois cartes électroniques présentées comme suite :

- **La carte d'alimentation**

Cette carte comme son nom l'indique a pour rôle d'alimenter la tête de vanne et les autres cartes ; elle dispose de différents transformateurs qui fournissent les tensions nécessaires à l'alimentation de ses différents organes.

- **La carte de communication**

Là aussi c'est une carte qui assure la liaison entre la tête de vanne et les différentes cartes et l'automate via un protocole de communication qui est dans notre cas le Modbus.

- **La carte mère :**

Cette dernière fait le traitement de l'information grâce au microprocesseur qu'elle contient.



**Figure I.4 Actionneur LIMITORQUE MX-10**

- ❖ **Mode de fonctionnement**

- **Etat REMOTE** : commande à distance à partir la salle de contrôle grâce à un système de commande à distance.
- **Etat LOCAL** : permet de commander l'ouverture et la fermeture de la vanne localement en choisi la position OPEN ou CLOSE sur le sélectionneur noir.

- **Etat STOP** : désactive la commande locale et à distance et nous permet de configurer notre actionneur grâce au sélecteur noir.

- ❖ **Affichage sur l'actionneur MX-10**

Lorsque l'afficheur affiche en rouge continu cela nous informe que la vanne est entièrement ouverte, par contre quand il clignote en rouge indique que la vanne est encore en ouverture, pour l'affichage en vert continu informe que la vanne est entièrement fermée et lorsque affiche en vert clignotant c'est-à-dire que la vanne est encore en fermeture et le moment où la vanne est en position intermédiaire l'afficheur affiche en jaune continu et il affiche en jaune clignotant quand les relais du moteur déclenché.

### I.3.3 Pompe GUINARD

La station de pompage d'exportation de la DRGB utilise des groupe électropompe de marque GUINARD qui ont pour but le chargement des navires et le transvasement entre bacs, ces derniers sont composés d'un moteur asynchrone triphasé de  $5,5 \cdot 10^3$  V a courant alternatif, avec un courant de 75 A qui se compose aussi d'une pompe centrifuge de trois étages permettant de créer une différence de pression entre l'aspiration et le refoulement avec un débit de  $2,8 \cdot 10^3$  m<sup>3</sup>/h, le refroidissement de palpeurs de cette dernière est assuré par le produit de pompage et, la pression d'aspiration et de refoulement de la pompe est surveillée par deux indicateurs de pression, deux transmetteurs de pression analogique 4-20 mA. Par contre la température du moteur est surveillée par deux thermostats montés sur le palpeur du moteur, de plus elle est équipée d'un bouton d'arrêt d'urgence en cas de besoin.

L'automate programmable réalise la séquence de démarrage du GEP (groupe électropompe) comme suit : vérifier l'itinéraire de pompage (toutes les vannes doivent être ouvertes sauf la vanne de refoulement qui doit être fermée, pas de défaut sur la pompe) et de vérifier les conditions de chargement



**Figure I.5** Pompe de marque GUINARD

### I.3.4 Le transmetteur de pression différentielle

La surveillance de la pression différentielle de crépine du coté admission des pompes de chargement est surveillé à l'aide de transmetteur de pression différentielle intelligents de marque Rosemount. Ce transmetteur est dit intelligent car il possède un processeur au sein de son architecture, ce dernier lui permet le traitement d'informations ce qui lui permet de se rapprocher le plus d'un automate. La mesure de la pression différentielle s'appuie sur la variation d'une capacité à deux fils. La pression du procédé est transmise à travers les membranes isolantes et un fluide de remplissage constitué d'huile de silicone à une membrane détectrice placée au centre de la cellule. La membrane détectrice agit comme un ressort étiré qui réfléchit en réponse à une pression différentielle qui la traverse. Le déplacement de la membrane détectrice est proportionnel à la différence de pression. Sa position est détectée par les plaques du condensateur qui sont situées de part et d'autre de la membrane. La différence de capacité entre la membrane détectrice et les plaques de condensateur est convertie électriquement, ce qui permet de connaître la pression différentielle à partir de la connaissance de la charge du condensateur, puisque la charge varie en fonction de l'espace entre les deux plaques de ce dernier. Les signaux électriques du module du capteur sont transmis à l'électronique de sortie dans le boîtier électronique contenant la carte électronique de sortie qui elle-même contient un microprocesseur, un module de mémoire un convertisseur numérique analogique et une plaque a bornes de connections. [4]

Cet instrument est raccordé via des protocoles de communication tel que le Profibus et le Modbus à un élément qui permet non seulement la commande mais aussi la surveillance de ce dernier à tous instant, cet élément n'est autre que l'automate programmable industrielle que je vais détailler dans le chapitre suivant.



**Figure I.6 Transmetteur de pression différentielle**

### I.3.5 Le débitmètre à ultrason FH8300

Il est destiné à la mesure de tous types de liquides conducteurs ou non et même les plus agressifs. Grâce à son électronique, ses entrées / sorties numériques et analogiques, le FH8300 est un débitmètre qui offre une grande flexibilité d'utilisation, il peut être aisément raccordé à tous systèmes de contrôles industriels.

Le FH8300 est un compteur ultrason conçu pour répondre aux besoins et demandes des marchés pétroliers et pétrochimique. Le FH8300 peut être utilisé en zone dangereuse grâce à la certification en atmosphère explosible conformément à la directive européenne ATEX II 2G.

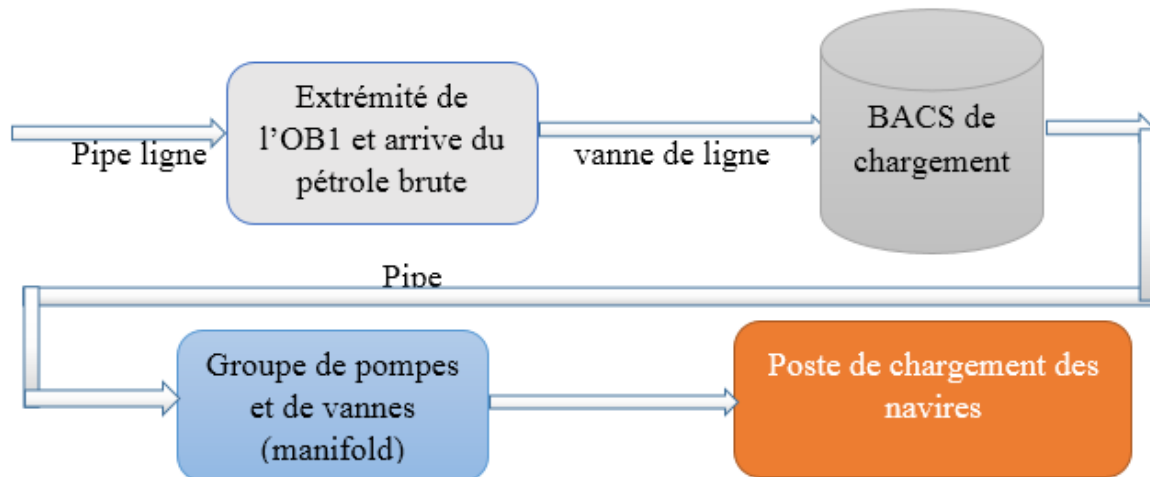
En utilisant la technique ultrasonique, la gamme FH8300 couvre avec succès une large gamme d'applications et débit comprenant des flux laminaires, turbulents et asymétriques, et leur principe de fonctionnement repose sur la mesure des temps de passage des ondes ultrasonores. Cette méthode consiste à mesurer la différence de temps de propagation entre les impulsions ultrasonores transmises dans le sens de l'écoulement et à contre-courant. [5]



Figure I.7 Débitmètre à ultrason FH8300

#### I.4 Schéma synoptique de l'exploitation

Le procédé d'exploitation de la DRGB commence à partir l'extrémité de la ligne OB1 se termine dans le poste de chargement des navires.



**Figure I.8 Schéma synoptique d'écoulement du brut**

#### I.5 Description du parc de stockage

L'installation d'exportation est équipée de deux parcs de stockage, un parc de stockage nord de douze bacs et un parc de stockage sud de quatre bacs, les produits sont stockés dans des bacs selon les besoins. Dans cette description je décris le terminal nord comme suite:

- ✚ Chaque collecteur de terminal nord est relié à deux réservoirs.
- ✚ Six collecteur de réservoir de 28'' sont reliés au manifold d'aspiration du parc de stockage.
- ✚ Des vannes motorisé d'isolement sont installées sur chaque collecteur des parcs de stockage.
- ✚ Le manifold d'aspiration du parc de stockage est équipé d'une soupape de sécurité pour détendre la pression causée par la dilatation thermique du produit.
- ✚ La soupape est réglée pour être actionnés à 19.3 bar.
- ✚ Le manifold d'aspiration 42'' vient de parc de stockage nord dans une ligne d'admission de 42'' vers la station de pompage.
- ✚ Tous les bacs ont un niveau de stockage minimum de 2 m et maximum de 13.5 m.

## I.6 Choix de la pompe de chargement

Le mode d'exportation est le mode de transfert normal. L'unité de comptage commande le débit d'écoulement sur la base des points de consignes.

La capacité de débit minimale de la station de pompage est de  $2.10^3 \text{ m}^3/\text{h}$  avec une seule pompe en service et de  $6.10^3 \text{ m}^3/\text{h}$  lorsque trois pompes sont mis en service en parallèles, l'opérateur à la salle de contrôle sélectionnera deux pompes pour l'opération de chargement, la pompe restante suivra pour l'augmentation du débit.

L'opérateur doit désigner des pompes de chargement primaire et secondaire sur le système de contrôle avant de commencer aucune opération d'exportation. Le système de contrôle démarre les deux pompes primaire, la troisième démarre aux cours de l'augmentation de débit lorsque le point de consigne dépasse  $4.10^3 \text{ m}^3/\text{h}$ . Chaque pompe est protégée par des verrouillages pour empêcher:

1. Le démarrage de la pompe contre une vanne d'aspiration fermé.
2. Le démarrage de la pompe contre une vanne de refoulement ouvert.

## I.7 Mode d'exploitation de la DRGB

Le procéder d'exploitation de la DRGB commence à partir l'extrémité de la ligne OB1. Une sécession d'opération ce fait pour arriver au poste de chargement est présenté comme suit :

Pour le chargement du bac le personelle de la DRGB procède tel que:

- ✓ Ouvre les vannes de ligne (dans le pipe principale).
- ✓ Ouvre la vanne d'orientation selon le choix du bac.
- ✓ Ouvre la vanne de pied de bac (bac de remplissage).

Par contre pour la vidange l'opérateur réagie comme suit :

- ✓ Choisie le bac de vidange selon les caractéristiques exigées.
- ✓ Sélectionne la pompe selon le débit demandé.
- ✓ Ouvre les vannes de ligne sauf la vanne de refoulement (pipe secondaire).
- ✓ Ouvre la vanne de pied bac déjà sélectionné.
- ✓ Démarre les pompes et ouvre de la vanne de refoulement.

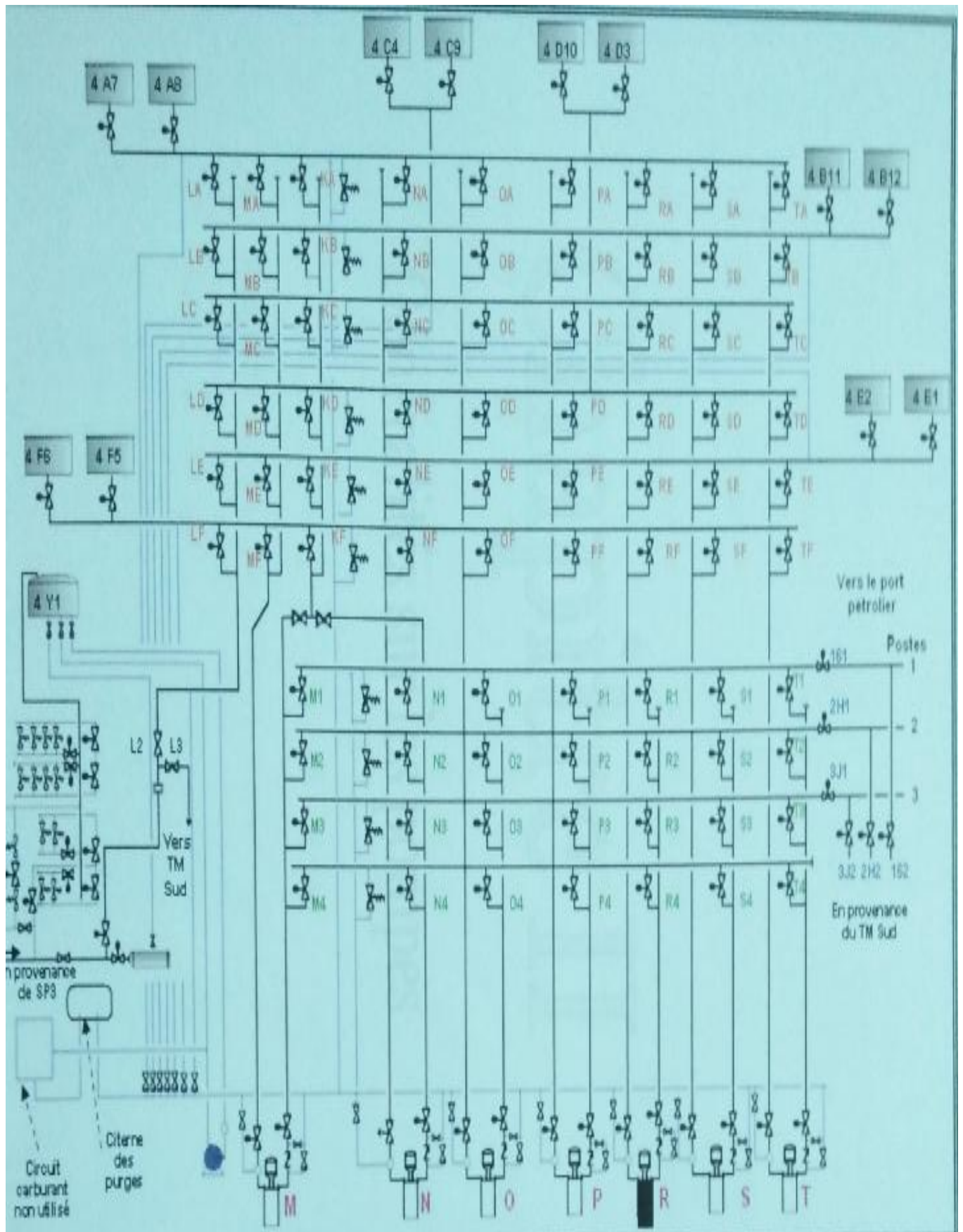


Figure I.9 Schéma descriptif pour le terminal marin nord

## I.8 Le système de contrôle-commande de la TMB

Toute installation industrielle nécessite des moyens pour contrôler et piloter le procédé et les équipements, l'ensemble de ces moyens constitue le contrôle-commande composé de plusieurs systèmes et de leurs matériels électriques et électroniques associés. La conception générale de contrôle-commande et de ses équipements répond à des spécifications imposées par le procédé et les conditions d'exploitation.

Le système de contrôle commande de la DRGB est très puissant, à cet effet nous avons opté à présenter le fonctionnement et le mode de câblage, comme illustré dans la figure 1.10.

Tout le système de commande de l'entreprise est placé dans la salle de contrôle, cette dernière possède une armoire équipée de quatre automates programmables siemens S7-400, deux pour chaque terminal qui fonctionnent en redondance, ces derniers sont équipés par des modules d'alimentations (PS), unités centrales (CPU) et les modules d'entrées/ sortie et d'autre pour protocole de communication Ethernet, Profibus et fibre optique. En outre on trouve des masters stations qui ont pour rôle de contrôler et de commander un nombre important de vannes motorisés de marque LIMITORQUE par l'intermédiaire des bus de terrains cette solution permet de gagner du temps et des ressources.

Le protocole de communication Modbus assure la transmission des signaux entre les vannes et les masters stations. Par contre le mode de liaison entre ces derniers et les ESM se fait avec l'Ethernet, ces ESM sont des boites de distribution Ethernet pour assurer la liaison de plusieurs auxiliaires qui a aussi pour objectif d'éviter l'encombrement des câbles dans l'API. Enfin, dans cette armoire il y a des OLM (Optical Link Model) pour la conversion d'un signal Profibus en un signal fibre optique reliant les API S7- 400 de l'armoire au API S7-300 qui se trouvent dans la salle électrique.



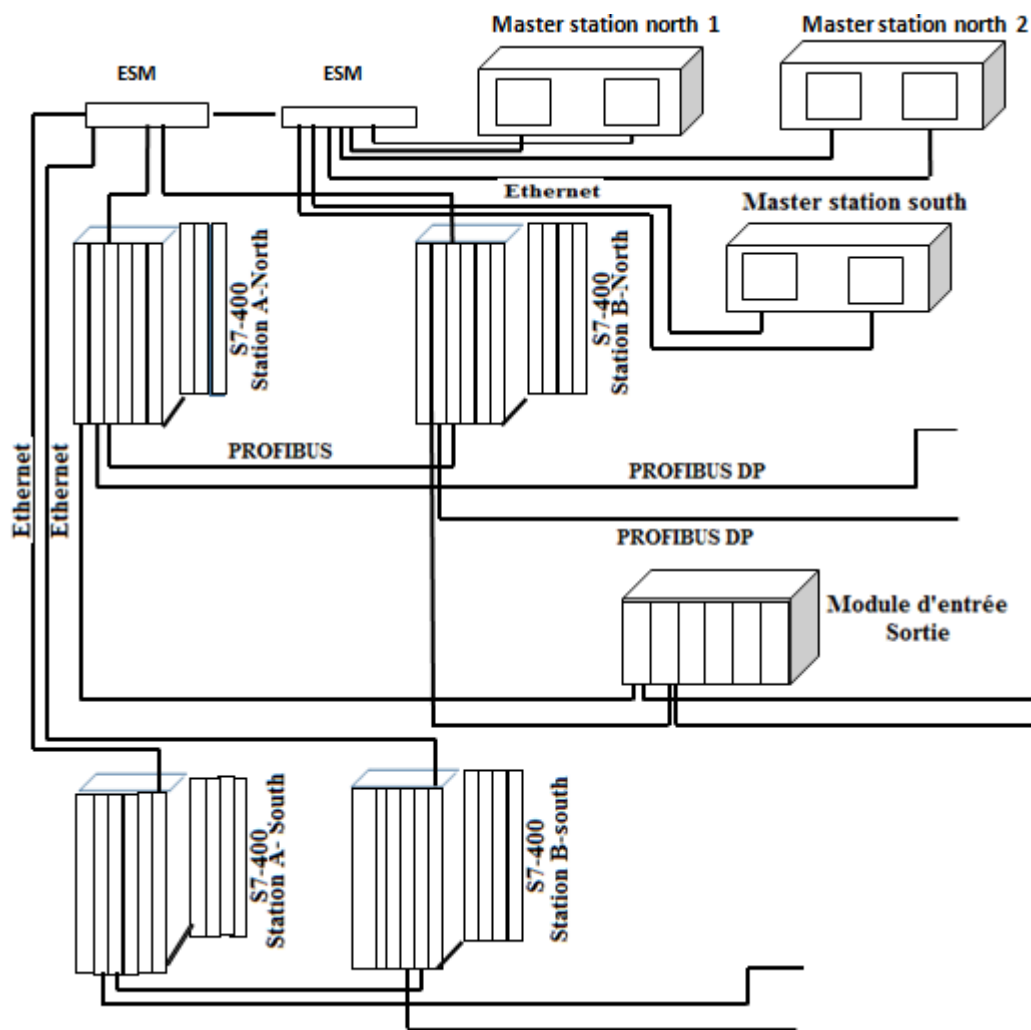


Figure 1.10 Armoire de contrôle commande de la DRGB

## I.9 Systèmes de contrôle de niveau

Il existe différents types de système de contrôle de niveau, parmi eux on cite le jaugeur ENRAF 854ATG

### I.9.1 Jaugeur ENRAF 854ATG

#### I.9.1.1 Description

Le jaugeur de la série ENRAF 854 ATG est un dispositif très performant et précis et utilisé au niveau mondial pour la mesure de niveau des bacs du pétrole. La DRGB dispose de plusieurs bacs de stockage dont le niveau du produit dans chaque bac doit être connu et surveillé à chaque instant. Pour cela ils utilisent les jaugeurs de référence 854ATG fabriqués par ENRAF et dont les caractéristiques sont assez intéressantes pour l'industrie du pétrole. Ce jaugeur non seulement il permet de connaître le niveau du fluide dans le bac mais aussi il propose plusieurs autres fonctions en options comme la mesure de température, la densité, la

pression ...etc. Et cela grâce à sa modularité c'est-à-dire qu'en ajoutant juste des cartes en option, on peut ajouter d'autres fonctions ce qui nous permettra de gagner en espace et en coût.



Figure I.11 Jaugeur ENRAF 854 ATG

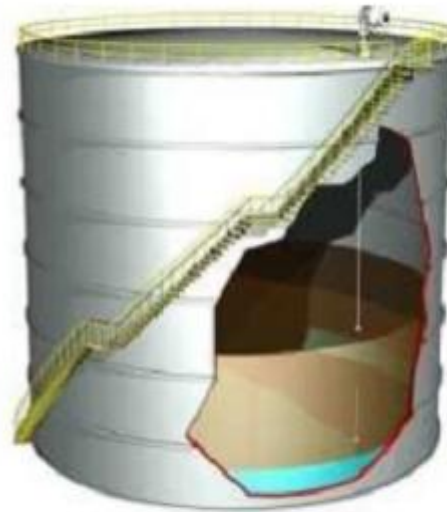
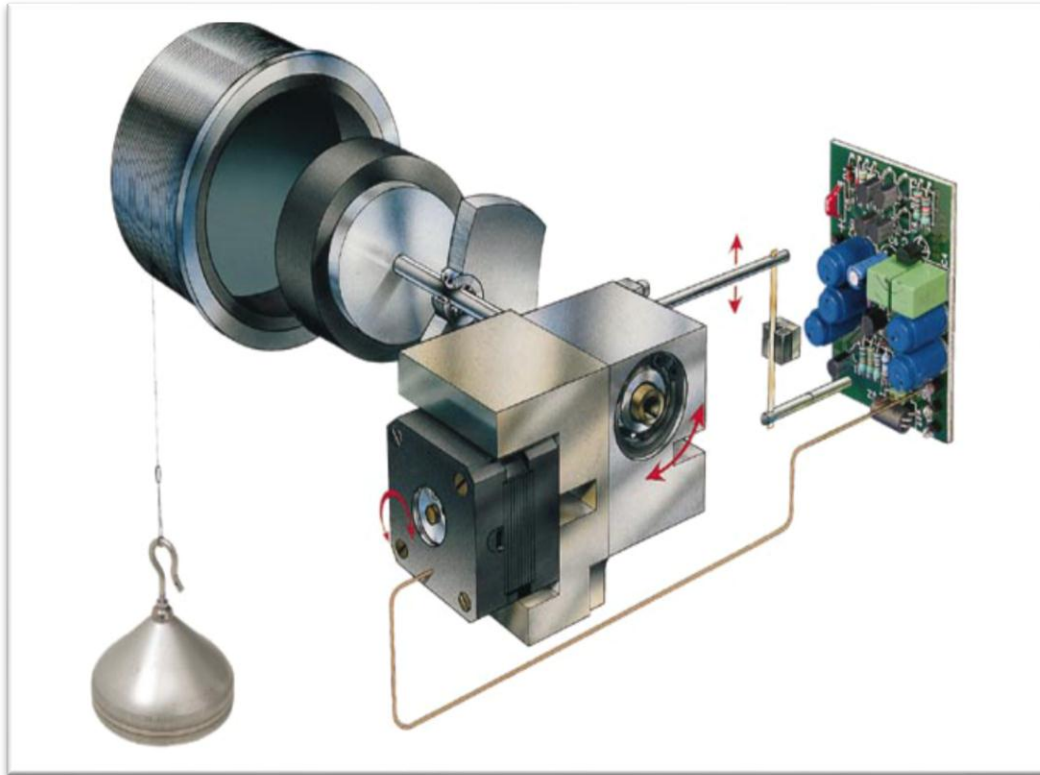


Figure I.12 Jaugeur ENRAF placé sur bac

### I.9.1.2 Principe de fonctionnement

Le principe de mesure repose sur la détection de variations du niveau de la flottabilité d'un piston auxiliaire comme illustré dans la figure I.13. Qui est basé sur les variations de poids du palpeur provoqué par la différence d'enfoncement dans le liquide. Le palpeur est suspendu à un filin mesure résistant et flexible qui s'enroule sur un tambour de très grande précision. La rotation du tambour est assurée par un moteur pas à pas à travers un accouplement magnétique. Le poids apparent actuel du palpeur est mesuré par un transducteur de force. Cette valeur est comparée à une valeur de consigne qui représente le poids apparent du palpeur. S'il y a une différence entre ces deux valeurs, le moteur change la position du tambour pour retrouver l'équilibre. Lorsque le palpeur est partiellement immergé, la variation de niveau du liquide occasionne une différence constatée entre le poids mesuré, et le poids à l'équilibre qui cause la rotation du moteur, par l'intermédiaire du tambour, le palpeur est ramené à une position où son poids apparent est identique au poids du consigne. Pour éliminer l'oscillation de mesure dus aux turbulences du produit, un temps d'intégration défini permet une mesure stable et précise. Pour chaque déplacement du palpeur de 10 mm, le moteur fait un tour qui correspond à 200 pas, ce qui fait qu'un pas est équivalent à une variation de niveau de 0,05mm. Cette résolution est la conséquence directe du type de moteur pas à pas. Le fonctionnement correct du moteur est vérifié en permanence par un disque codeur « encodeur » monté sur l'axe et assurant la recopie des mouvements du moteur. Pour la mesure de la densité relative, le palpeur étant positionné à une hauteur spécifiée, le poids apparent du palpeur est mesuré. Connaissant le volume du palpeur et son poids dans l'air, le jaugeur 854 ATG calcule la densité en appliquant une formule intégrée dans son logiciel. La mesure de l'interface est réalisée en envoyant une commande au jaugeur cette commande entraîne la rotation du moteur et donc le déplacement

du palpeur jusqu'à ce que son poids apparent mesuré coïncide avec le point de consigne préprogrammé.



**Figure I.13 Principe de mesure**

Le point faible de ce type de jaugeur est le contact avec le liquide et sa vapeur, ces derniers pouvant détériorer le palpeur et le câble en particulier et bien que la pièce de rechange est introuvable sur le marché est ça dus à l'arrêt de la production de dispositif .et en cas de panne, nécessite un entretien important et couteux. Dans les soucis de conservant des apparets plus performants, ces dernières années les technologies de mesure de niveau ont connu un grand nombre d'amélioration en particulier l'arrivée du nouveau capteur de niveau radar. La mesure de niveau avec radar est la méthode la plus performante.

### **I.10 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu général sur l'entreprise (DRGB), des généralités sur quelques équipements utilisés et leurs modes de fonctionnement au sein de cette l'entreprise. Ensuite nous avons présenté le système de contrôle commande existant et les systèmes de chargement et de déchargement a la TMB.

Dans le chapitre suivant on présentera une étude générale sur les Automates Programmables Industriels.

A thick green vertical bar is positioned on the left side of the page. A green arrow-shaped banner extends horizontally from the bar to the right, containing the text 'Chapitre II'.

# Chapitre II

## Automate Programmable Industriel





### II.1 Introduction

Le monde industriel est en évolution continue. Pour faire face aux exigences généralement croissantes issues de la concurrence, l'automatisation des équipements s'impose. En effet, l'automatisation permet de réduire au minimum le coût des différentes étapes de la production et d'améliorer la qualité des produits pour répondre aux exigences de la clientèle. À l'origine, les automatismes programmables étaient réservés à des applications industrielles nécessitant un volume de traitement d'information important. Cependant, grâce à la simplicité de la mise en œuvre d'un système automatisé basé sur l'utilisation d'automates programmables, l'automatisation s'applique de plus en plus fréquemment à des équipements de tous genres. Dans ce chapitre, nous allons présenter les différentes parties de notre système.

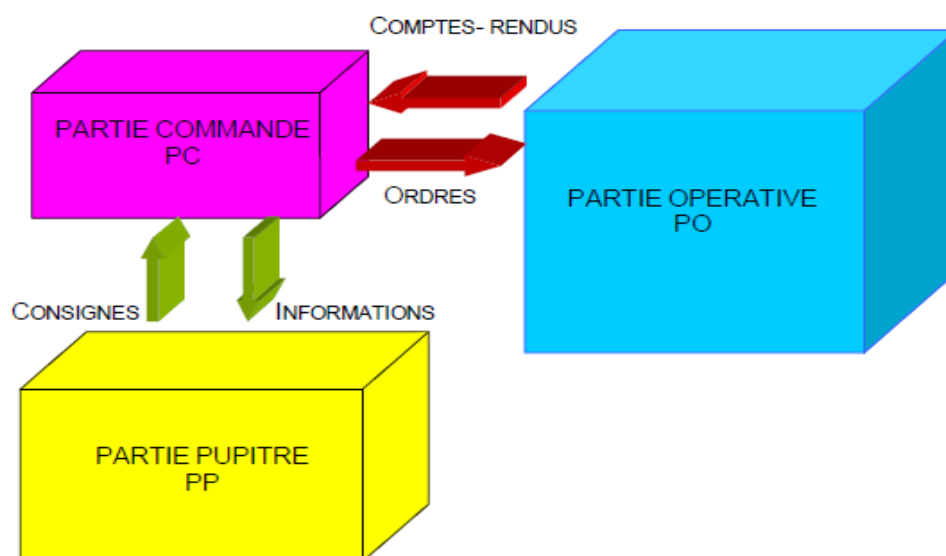
### II.2 Généralités sur les systèmes automatisés

#### II.2.1 Définition

Un système automatisé est composé de plusieurs éléments qui exécutent un ensemble de tâches programmées sans que l'intervention de l'homme ne soit nécessaire. Il est dit automatisé s'il exécute toujours le même cycle de travail après avoir reçu les consignes d'un opérateur. Celui-ci se contente de donner l'ordre de marche ou d'arrêt en cas de besoin. [6]

#### II.2.2 Structure d'un system automatisé

Simple ou complexes, les systèmes automatisés sont partout dans notre environnement quotidien. Connaître leur fonctionnement permet aussi de mieux comprendre notre environnement. De façon générale, tout automatisme comporte trois parties qui coopèrent et dialoguent: la partie opérative, partie commande et partie dialogue. [7]



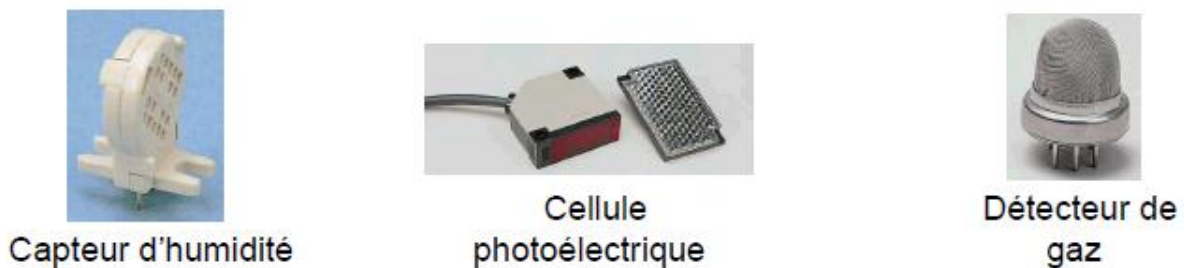
**Figure II.1 Structure d'un système automatisé**

### II.2.2.1 Partie opérative

La partie opérative, également appelée processus, constitue l'unité de travail qui effectue et exécute la tâche dictée ou l'ordre reçus par la partie commande. Elle se compose selon la technologie utilisée généralement de trois types d'éléments : les capteurs, les actionneurs et les près actionneurs.

- **Capteurs**

Les capteurs servent à détecter des positions physiques, des pressions, des températures, des forces, des vitesses, etc. L'information captée par la partie opérative est transmise à la partie commande par l'intermédiaire d'une interface d'entrée. Les capteurs se divisent en deux groupes: les capteurs tout ou rien et analogiques. Les capteurs tout ou rien fournissent une information électrique binaire. Les capteurs analogiques fournissent une information électrique à intensité variable en courant (4-20 mA) ou en tension (0-10V). Cette information est convertie en valeur numérique et stockée dans un registre de l'automate pour être ensuite traitée par la partie commande.



**Figure II.2 Exemples de capteurs**

- **Actionneurs**

Les actionneurs sont les éléments de puissance généralement des moteurs, des électrovannes, des vérins permettant d'engendrer un phénomène physique, tel que les mouvements de rotation ou de translation dans la partie opérative. On distingue trois catégories d'actionneurs pour répondre aux besoins.

– Les actionneurs électriques, transforment l'énergie électrique en énergie mécanique sous forme de mouvement de rotation ou de translation.

– Les actionneurs pneumatiques, transforment l'énergie pneumatique en mouvement de rotation (moteur pneumatique) ou de translation (vérin).

– Les actionneurs hydrauliques, qui transforment l'énergie hydraulique en mouvement de rotation (moteur) ou de translation (vérin). Les actionneurs hydrauliques sont utilisés pour engendrer des mouvements nécessitant beaucoup de force.



**Figure II.3 Exemples d'actionneurs**

- **Près actionneurs**

Les ordres émis par la partie commande sont généralement sous forme d'un signal électrique de faible puissance. D'où la nécessité d'avoir recours à des organes chargés de traduire et d'amplifier des ordres remis par la partie commande, appelé près actionneur.

En fonction des grandeurs d'entrée et de sortie, on peut établir une classification des près actionneurs les plus utilisés.

- ✓ Contacteur pour des moteurs électriques
- ✓ Distributeur pour les vérins
- ✓ Variateur de vitesse
- ✓ Démarreurs

Ils ont pour fonction l'acheminement de l'énergie nécessaire, issue d'une source par exemple le réseau électrique, batteries compresseur pneumatique ou hydraulique...etc. adaptée aux actionneurs par un mouvement précis.



**Figure II.4 Exemples de près actionneurs**

### II.2.2.2 Partie commande

La partie commande, aussi appelée automate qui n'est qu'un ordinateur spécialisé dans le pilotage des systèmes automatisés. Cette partie regroupe l'ensemble des composants utilisés pour le traitement de l'information permettant d'émettre des ordres vers la partie opérative à partir des informations reçues par des capteurs à travers des consignes données par l'opérateur ou du programme qu'elle contient. La partie commande peut avoir à traiter des éléments de



logique combinatoire et séquentielle, des opérations logiques et numériques. Le traitement de l'information est appelé à coordonner trois dialogues.

1. Le dialogue entre la partie commande et la partie opérative commande les actionneurs au moyen des prés actionneurs.
2. Le dialogue homme-machine permet d'exploiter la machine en émettant des consignes de marche ou d'arrêt et en recevant de l'information sur l'état de la machine.
3. Le dialogue entre les parties commande des machines rend possible l'échange d'information entre plusieurs machines pouvant participer à une même production.

### ❖ Niveaux de commande

Pour s'ajuster à l'évolution continue d'un processus réparti entre plusieurs unités de production, un système automatisé doit être mis en liaison avec ses composants afin de permettre des échanges d'information de différents niveaux. Un système de production automatisé utilise à trois niveaux de commande assurant des fonctions définies.

– **Le niveau zéros** : permet l'acquisition d'information et la commande des actions de la partie opérative. Les capteurs et les prés actionneurs tout ou rien sont reliés à l'automate programmable par une liaison fil à fil.

– **Le niveau un** : permet la coordination au moyen d'échanges d'information entre les éléments de traitement. Un câble d'interconnexion raccorde les automates les uns aux autres par l'intermédiaire de connecteurs prévus. Lorsque l'on branche un terminal de programmation sur le réseau, on peut avoir un accès direct aux programmes résidant dans les différents automates.

– **Le niveau deux** : permet la supervision des différentes unités de production. On y assure la centralisation de l'information et le dialogue avec d'autres organes de communication. Le dialogue de supervision assure la conduite du système de production. Il permet :

- ✓ de lancer des campagnes de production.
- ✓ d'effectuer des réglages.
- ✓ d'afficher des messages.
- ✓ de gérer les défauts.
- ✓ de produire des statistiques sur la production.
- ✓ de gérer l'entretien préventif.

### II.2.2.3 Partie dialogue ou interface

Elle représente le pupitre de dialogue homme-machine équipé des organes de commande permettant la mise en ou hors énergie de l'installation, la sélection des modes marche, le départ de cycle, arrêt d'urgence etc. et nous permet la visualisation de l'état du processus à tout instant et il relie la partie opérative et la partie commande.

### II.2.3 But de l'automatisation

- ❖ Simplification du travail humain
- ❖ Augmentation de la sécurité
- ❖ Economiser la matière première et l'énergie
- ❖ Effectuer une production qualitative
- ❖ Effectuer une production quantitative.
- ❖ Elimination des tâches répétitives
- ❖ Accéder à des milieux dangereux (chimique, nucléaires ...) ou à des sites inaccessibles à l'homme (mer, espace)

### II.3 Généralités sur les automates programmables

#### II.3.1 Introduction

Les automates programmables industriels sont des machines électronique programmable par un personnel non informaticien, destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés. Ils sont adaptables à un maximum d'applications, d'un point de vue traitement, composants, langage. Les API sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine, qui réclamait plus d'adaptabilité à leurs système de commande. Le but recherché était de remplacer les armoires à relais utilisées pour l'automatisation des chaines de fabrication par des équipements moins couteux et surtout plus faciles à modifier. Depuis le début des années 80, l'intégration des automates programmables pour le contrôle des différents processus industrielles est plus qu'indispensable. Ils sont aujourd'hui les constituant les plus réponsus, on les trouve pratiquement dans tous le domaine industrielles vue leur grande flexibilité et leur aptitude à s'adapter. [8]

#### II.3.2 Présentation de l'automate

Un automate programmable industriel est un dispositif électronique possédant l'architecture d'un calculateur adapté au milieu industriel. Les API sont particulièrement conçues pour répondre à de multiples applications dans la quasi-totalité des domaines industriels, ce sont des outils programmables universels. En plus des fonctionnalités de la logique câblée, elles permettent de traiter les fonctions particulières tel que comptage et calcul, mesure analogique et régulation, communication et supervision. De forme compacte ou modulaire haute ou basse gamme, les automates sont organisés comme suit.

- Un module d'unités centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entres/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaires pour stocker les programmes, les données et les paramètres de configuration de système
- Un module d'alimentation qui à partir d'une tentions 220v/50HZ ou dans certains cas de 24v fournit les tentions continues +5v +12v ou +15v

- Un ou plusieurs modules de sorties (tout ou rien) TOR ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de la commande. Il y a des modules qui intègrent au même temps des entrées et des sorties.
- Un ou plusieurs modules de communication comprenant.
  - Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS-232 ou RS422/RS485.
  - Les interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain.
  - Interfaces d'accès à un réseau Ethernet. [9]

### II.3.3 Architecture d'un automate

L'architecture d'un système automatisé, articulée autour d'un automate programmable comprend : [10]

- L'automate (partie commande)
- La partie opératives (possédé à commander)
- Un environnement de communication via des interfaces de communication qui peut être :
  - Une liaison série directe vers une console ou un micro-ordinateur pour la programmation, la supervision, l'archivage (impression, stockage sur disque ou bandes magnétique ...)
  - Une liaison sur réseaux Ethernet
  - Une liaison sur un bus de terrain pour la communication avec d'autre API ou des capteurs intelligent

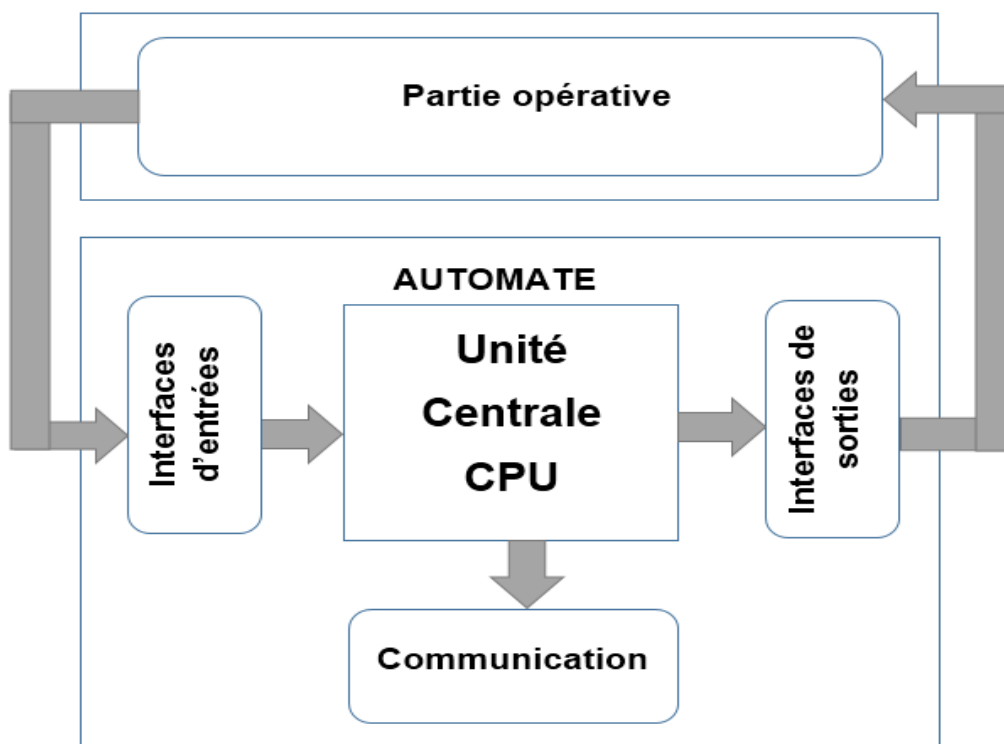


Figure II.5 Architecture d'un système automatisé de production

### II.3.4 Structure de L'API

Un automate programmable industriel peut se subdiviser en deux structures fondamentales présentées comme suit : [11]

#### II.3.4.1 Structure externe

Avant d'aborder cette description, il est nécessaire de rappeler que les automates se distinguent par leurs puissances. Cette puissance exprime la capacité d'un automate de gérer des procédés plus ou moins complexes dont les principaux critères sont la rapidité d'exécution, sa capacité mémoire, le nombre d'entrées sorties qu'il est capable de gérer et le nombre de blocs fonctionnel dont il dispose.

##### II.3.4.1.1 Les gammes des API

Selon leurs puissances, on distingue sur le marché trois gammes d'automates :

###### a) Les automates de petites gammes (type nano)

Ces automates sont destinés à des petites applications. Le nombre d'entrées sorties dont ils disposent, ne dépasse généralement pas les 48. Ils se présentent dans des boîtiers compacts, on distingue les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILENIUM de Crozet... etc.) qui sont des micro-automates ou tous les modules sont intégrés dans un même boîtier. Ils ne disposent d'aucune possibilité d'extension et leur mise en œuvre est généralement très simple. Ils pourraient réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogique... etc.) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.



**Figure II.6** Automate programmable de petite gamme

###### b) Les automates de moyennes gammes

Dans cette gamme, le nombre d'entrées sorties peut atteindre 400. Ces automates ont une structure modulaire extensible.



**Figure II.7** Automate de moyenne gamme

### d) Les automates de haut gamme

Ce sont des automates superpuissants, dont les performances permettent de gérer jusqu'à 2048 entrées sorties et plus .il dispose d'une structure modulaire extensible.

Dans ce type d'automate on trouve le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le fond de panier ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes ou puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.



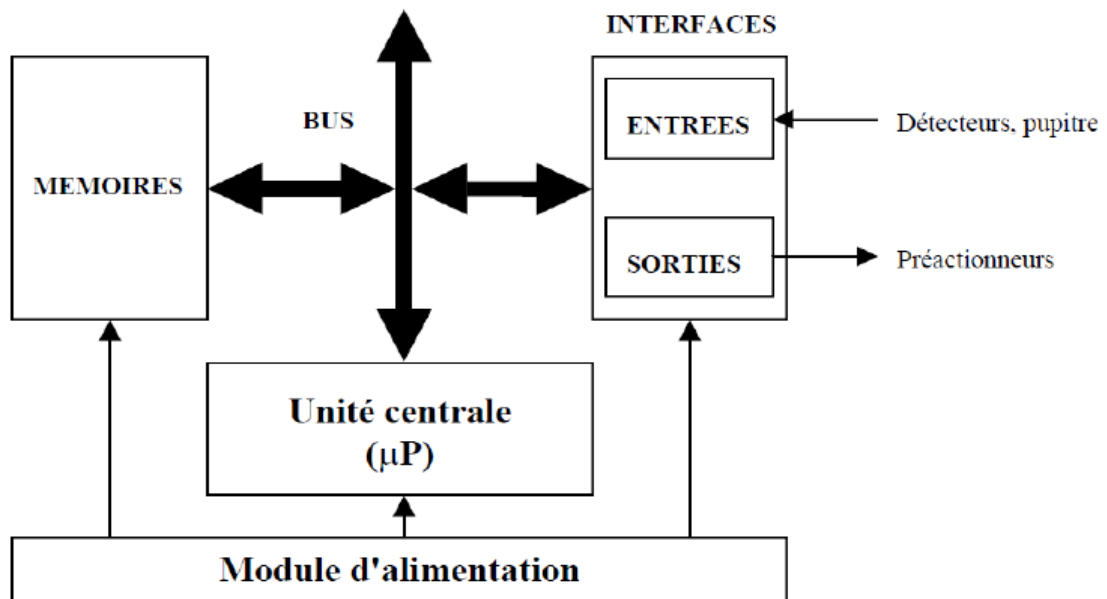
**Figure II.8** Automate de haute gamme SIEMENCE

### II.3.4.2 Structure interne

L'automate programmable industriel contient plusieurs parties, il est en général constitué des éléments suivants :

- Alimentation électrique.
- L'unité centrale.
- Module d'entrées sorties.
- Des liaisons.

- Des éléments auxiliaires.



**Figure II.9 Structure interne d'un API**

### II.3.4.2.1 Une alimentation électrique

Elle a pour rôle de transformer la tension du réseau en tension stable pour le bon fonctionnement de l'unité centrale, des modules d'entrées/sorties et des mémoires notamment face aux microcoupures de réseau électrique qui constitue de la source d'énergie, un onduleur est nécessaire pour éviter le risque de coupure non tolérées, la tension d'alimentation peut être de 5V, 12V ou 24V.

### II.3.4.2.2 Une unité centrale

L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale, elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programmées. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge. Elle est constituée de :

#### 1-Le processeur

Le processeur est l'unité fonctionnelle de tout le système capable d'interpréter et d'exécuter les instructions et de coordonner le fonctionnement des différents organes à partir des instructions qu'il lit dans la mémoire réservée au programme d'exécution. Dans un API le processeur gère l'ensemble des échanges informationnels en assurant :

- ❖ La lecture des informations d'entrées
- ❖ L'exécution des instructions du programme mise en mémoire
- ❖ La commande ou l'écriture des sorties

Pour réaliser toutes ces fonctions le processeur doit contenir :

- Une unité logique qui traite les opérations logique ET, OU.
- Une unité arithmétique et logique qui traite les opérations de temporisation, de comptage et de calcul.
- Un ou plusieurs accumulateurs qui sont des registres de travail dans lequel se range une donnée avant d'être traitée ou un résultat avant d'être envoyé.
- Un décodeur d'instruction qui décode l'instruction à exécuter en y associant les micros programmes de traitement.

### 2- La mémoire

La mémoire est conçue pour recevoir, gérer et stocker des informations issues des différents secteurs du système qui sont le code de programmation (PC) et le processeur, qui lui gère et exécute le programme. La mémoire reçoit également des informations en provenance des capteurs et différents éléments du système. Il existe dans l'automate deux types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- **La mémoire RAM (Random Access Memory)**

Elle désigne une mémoire de lecture-écriture, c'est la mémoire de travail qui est appelée mémoire vive. Cette mémoire s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate ou suite à une coupure d'électricité. Cette mémoire lui fait une pile de sauvegarde, elle est utilisée par les processeurs pour le déroulement du programme.

- **La mémoire ROM (Read ONLY Memory)**

C'est la mémoire langage, où est stocké le langage de programmation et le système d'exploitation du fournisseur. Elle est figée, c'est-à-dire on peut lire seulement sans modifier.

### 3 – Les bus

Un bus est un ensemble de pistes conductrices en cuivre par lequel s'achemine une information binaire suite de 0 ou 1, c'est-à-dire 0v ou 5v sur chaque fil comme dans un système informatique classique, l'unité centrale dispose de trois bus :

- Le bus de données
- Le bus d'adresses
- Le bus de commandes

- ❖ **Le bus de données**

Il permet de véhiculer des données du microprocesseur vers un composant ou d'un composant vers le microprocesseur. Il est donc bidirectionnel. Le nombre de fils de ce bus varie suivant des microprocesseurs 8, 16, 32 et bits. Les informations à véhiculer sont de deux types :

- Des données pures.
- Des instructions que le processeur est chargé d'exécuter.

- ❖ **Le bus d'adresses**

La mémoire est composée de nombreuses cases mémoires. Chaque case est repérée par une adresse. Lorsque le microprocesseur veut, par exemple, lire une case, il doit indiquer à quelle

adresse elle se trouve. Il met cette adresse sur le bus des adresses. La case mémoire reconnaitre alors son adresse et met sur le bus de données son contenu.

L'opération est la même, mais en sens inverse, si le processeur veut stocker une donnée dans case donnée

### ❖ Le bus de commande

Le bus de commande est constitué d'un ensemble de pistes conductrices. Il assure la synchronisation et la commande des boîtiers mémoires et d'entrées / sorties par le microprocesseur.

### II.3.4.2.3 Les modules d'entrées / sorties

Les interfaces entre le procédé et la logique interne d'un automate sont assurées par les cartes électroniques, elles permettent donc l'échange de l'information entre l'API et l'organe extérieur du système ou de l'installation. Les modules d'interface d'entrée ou de sortie assurent la transformation et l'adaptation des signaux électriques venant des capteurs ou des boutons poussoir (entrées) vers l'automate, et dans l'autre sens, des signaux allant de l'automate vers les contacteurs, électrovannes, etc.

#### a. Les modules d'entrées logiques (Tout ou Rien)

Une interface d'entrée a pour rôle de transformer les signaux logiques ou analogiques provenant des capteurs pour les transformer en information numérique exploitable par l'unité de traitement.

Les cartes d'entrée tout ou rien permettent de raccorder à l'automate des différents capteurs à deux états ouvert ou fermé qui sont assimilés aux états logiques 0 ou 1 tel que les boutons poussoirs et interrupteur, thermostats, fin de course capteurs de proximité inductif ou capacitifs, capteurs photoélectrique ... etc.

Les modules d'entrées assurent l'adaptation, l'isolement électrique entre le capteur et le système numérique, le filtrage et la mise en forme des signaux électriques et leur adaptation en niveau logique.

#### b. Les modules de sortie logique (Tout ou Rien)

Une interface de sortie a pour rôle de transformer les informations numériques pour commander des composants de puissance capables d'actionner les éléments externes liés à la partie opératoire du système. Le module de carte de sortie logique tout ou rien permet de raccorder à l'automate, les différents actionneurs tels que les vannes électromagnétiques, contacteurs, électrovanne... etc.

#### c. Les modules d'entrées analogiques

La carte d'entrées analogiques permet de gérer des grandeurs analogiques, en assurant la transformation d'un signal analogique en un signal numérique. Sur ces entrées, sont branchés des grandeurs physiques, dont le suivi de l'évolution dans le temps est nécessaire pour la



commande du procédé .parmi les grandeurs consternées on cite la température, la pression, le débit, vitesse...etc. sur le plan électrique les capteurs se distinguent selon qu'ils transforment la mesure en courant ou en tension.

### d. Les modules de sortie analogique

Ces module dit module intelligents dispose en plus d'adaptateurs d'entrée/sortie une architecture similaire à l'automate mais spécialisé assurant un traitement local plus ou moins sophistiquer au entré sortie auquel il est destiné. Le but est de soulager l'automate en réduisant considérablement la place mémoire et le temps d'exécution du programme au niveau de l'unité centrale.

### 4. Les liaisons

Les liaisons dans un automate programmable industriel s'effectuent :

- ◆ A l'extérieur par les borniers, sur lesquels arrivent les câbles transportant les signaux électriques d'entrées/sorties.
- ◆ A l'intérieur par des bus, liaison parallèle entre les divers éléments internes de l'API il existe plusieurs types de bus (bus de données, l'adresse et de commande), car on doit transmettre des données, des états et adresses.

### II.3.5 Terminaux de programmation et de réglage

L'API doit permettre un dialogue avec :

- ❖ Le personnel d'étude et de réalisation pour réaliser la première mise en œuvre (Edition programme, Transfert, Sauvegarde...)
- ❖ Le personnel de mise au point et de maintenance de réaliser des opérations sur le système (Forçage, Visualisation de l'état, Modification de paramètres temporisation, compteurs...)

Ce dialogue peut être réalisé par :

- Une Console : Elle sera utilisée sur site. Elle comporte un clavier, un écran de visualisation et le langage de programmation.
- Un Micro-ordinateur avec un logiciel d'assistance à la programmation : Il sera utilisé hors site. Il comprend plusieurs modules pour permettre l'édition, l'archivage, la mise au point des applications.

### II.3.6 Avantage de l'automate programmable industriel

Les avantages de l'automate sont nombreux je présente les niveaux suivant : [12]

- **Logiciel**
  - Réduction d'entretien.
  - Robustesse.
  - Economie sureté.

- Gagne du temps.
- **Industriel**
  - Cahier de la charge accessible à tous (souplesse d'application).
  - Sauvegarde de programmes.
  - Simplicité des langages de programmation.
  - Possibilité de dialogue avec l'entourage.
- **Exploitation**
  - Souplesse d'emploi.
  - Connexion aux organes de gestion.
  - Modification instantané du programme.
  - Suivi temps réel de l'automatisme.

### II.3.7 Cycle de l'automate programmable

Le fonctionnement d'un API est basé sur l'exécution des tâches qui lui sont assignés de manière répétitive, pour cela en représente le cycle de l'automate par cinq phases qui s'exécute de la manière suivante : [13]

- ❖ **Premier phase gestion de système** : autocontrôle de l'automate.
- ❖ **Deuxième phase acquisition des entrées** : prise en compte des informations du monde d'entrées et écriture de leurs valeurs dans la RAM.
- ❖ **Troisième phase traitement des données** : lecture de programme situé dans la RAM programme par l'unité de traitement, lecture des variables, traitement et écritures des variables dans la Ram de données.
- ❖ **Quatrième phase émission des ordres** : lecture des variables de sortie dans la RAM de données et leur transfert vers les modules de sortie.
- ❖ **Cinquième phase** : dialogue éventuel avec une console ou une autre.

### II.3.8 Principe de fonctionnement d'un API

L'automate programmable fonction par un déroulement cyclique du programme. Le cycle comporte de trois opération successive qui se présent comme suit : [14]

- **Etape 1 : lecture**

Durant cette étape les entrés sont photographiées et leurs états logique sont stockés dans une zone spécifique de la mémoire de donnée. Le programme n'est pas examiner et les sorties ne sont pas mise à jours.

- **Etape 2 : traitement**

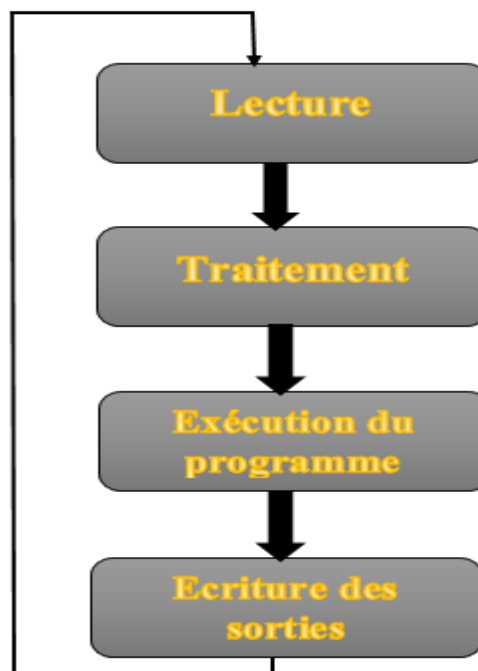
Durant cette étape l'automate exécute le programme instruction par instruction pour déterminer l'état des sorties puis stocker ces valeur dans une zone de la mémoire de données réservée aux sortie. Les sortie ne sont pas mise à jours et les entrées ne seront exécuter, si l'état d'une entrée doit être lu par le programme, c'est la valeur stocker dans la mémoire de donnée qui est utilisée.

Pendant cette étape seules la mémoire de données et la mémoire programme sont mise à participer .si une entrée change d'états sur le module d'entrées, l'automate ne rend pas compte à ce changement.

- **Etape 3 exécution du programme**

Durant cette étape l'automate bascule les différentes sorties de façon synchrone aux positions définies dans la mémoire de données. Les entres ne sont pas scruter et le programme n'est pas exécuté.

- **Etape 4 écriture des sorties :** L'automate bascule les différentes sorties de façon synchrone aux positions définies dans la mémoire image des sorties. Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate.



**Figure II.10 Principe de fonctionnement d'un automate**

### II.3.9 Domaines d'utilisation des API

Pour les raisons qui viennent d'être évoquées, les API s'adressent à des applications que l'on trouve dans la plupart des secteurs industriels. Ces machines fonctionnent dans les principaux secteurs et dans de l'enseignement. Parmi ces applications on trouve : [15]

- Mécanique et automobile
- Industries chimiques
- Industries pétrolières
- Industries agricoles et alimentaires

- Transport et manutention

### II.3.10 Critères de choix d'un automate

Dans les projets en automatisme que ce soit dans des secteurs comme l'agroalimentaire, les machines spéciales, l'automobile ou le traitement des eaux usées ...etc. Nous sommes souvent confrontés au problème de choix d'automates programmables. Pourquoi choisir un tel automate et pas un autre?

Afin de choisir l'automate, on doit respecter certains critères et précision tels que :

- **La capacité de traitement du processeur.**
- **Le nombre d'entrées/sortie.**
- **La nature des entrées/sortie (numérique, analogique, booléennes).**
- **Le critère de familiarité** : on est plus familière à une certaine marque d'automate, on a donc tendance à choisir un automate car on le maîtrise déjà.
- **Le temps de cycle** : certains automates ont des temps de cycle plus rapides face à d'autres, ce qui peut être important pour des systèmes nécessitant une certaine réactivité.
- **L'intuitivité de l'environnement de développement** : certains automates ont des logiciels de programmation plus aboutis comparés à d'autres. Cela permet un gain de temps énorme lors des développements.
- **Le critère de standardisation** : si on développe des standards de programme sur un type d'automate particulier, on a intérêt à se focaliser sur un type d'automate spécifique.
- La durée de garantie.
- **La disponibilité de composants de rechange** : certaines marques d'automates ont plus d'autorité ce qui leur permet d'offrir des services après ventes et d'accompagnement client meilleurs.
- **Le critère de renommé** : certaines marques d'automates sont plus connues que d'autres ce qui témoigne de leur qualité de service.
- **Le critère de coût** : pour de petit projet d'automatisation, il est préférable de choisir des micros ou mini automates.
- **Les bus industriels et interfaces de communication disponibles**: si on veut travailler sur un réseau de terrain spécifique, on a intérêt à choisir un automate qui supporte un telle mode de communication.

### II.3.11 Protocole de communication

Un protocole de communication est une série d'étapes à suivre pour permettre une communication entre plusieurs ordinateurs ou périphériques reliés en réseau. [16]

Les protocoles de communications industrielles permettent l'échange des données d'une manière fiable entre les différents constituants du système de contrôle, ainsi que les différents niveaux de l'installation. Ils sont conçus pour une utilisation industrielle et convient parfaitement à tous les secteurs d'activités. Ils sont harmonisés et répondent aux exigences les

plus élevées, plus particulièrement dans les domaines où ils sont exposés aux influences extérieures.

Les principaux protocoles de communications utilisés pour assurer la transmission des données entre les différents systèmes de contrôle de l'installation sont : Ethernet industriel, Profibus, et Modbus.

### II.3.11.1 Ethernet industriel

L'Ethernet industriel est le nom donné à l'utilisation du protocole Ethernet dans un environnement industriel, est un protocole de réseau local à communication de paquets, assure la liaison entre les API et les périphéries de la station tel que les ordinateur, master station son rôle est la conversion de signale. Le support physique d'Ethernet industriel est un réseau électrique constitué d'un câble coaxial blindé.

### II.3.11.2 Profibus

Profibus (Process Field Bus) est le nom d'un type de bus de terrain série inventé par Siemens et devenu peu à peu une norme de communication dans le monde industriel, destinée à interconnecter des automates numériques répartis aux niveaux de terrain et cellule, ce réseau multi maître autorise l'exploitation conjointe de plusieurs systèmes d'automatisation, de développement et de visualisation de leurs stations de périphérie décentralisées sur un même câble, ainsi que les appareils de terrain et de processus. On reconnaît facilement un réseau Profibus par la couleur de son câble violet.

Chaque ligne Profibus permet l'exploitation jusqu'à 125 appareils et chaque segment de bus jusqu'à 31 appareils avec l'interface Profibus. Des répéteurs sont utilisés pour amplifier et gérer des signaux transmis par Profibus sur de longues distances.

### II.3.11.3 Modbus

Le mode bus est un protocole de communication utilisé pour des réseaux d'automates. Ils fonctionnent sur le mode maître-esclave. Il est constitué de trames contenant l'adresse de l'automate concerné, la fonction à traiter (lire, écrire), la donnée et le code de vérification d'erreur appelé contrôle de redondance cyclique.

Le Modbus est un protocole de dialogue basé sur une structure hiérarchisée entre un maître et plusieurs esclaves. Il s'agit d'une liaison de type synchrone et différentielle qui permet un débit élevé jusqu'à 10 mégabits/seconde sur une distance importante jusqu'à 1200m.

## II.4 Présentation des automates utilisés

Dans l'entreprise où j'ai fait mon stage pratique, les automates utilisés sont le S7-400 et le S7-300 que je vais détailler par la suite, ils appartiennent à la gamme SIMATIC S7 de SIEMENS.

### II.4.1 Présentation de S7-300

Le S7-300 est un automate de conception modulaire destiné à des tâches d'automatisations moyennes et haute gamme. Il s'agit d'un produit de société SIEMENS. La famille des systèmes d'automatisation SIMATIC S7 est une partie dans le concept de l'automatisation totale dans la fabrication et les conduites des processus. Le SIMATIC S7-300 est un ordinateur industriel compatible avec les PC, il s'agit d'un système modulaire sous boîtier utilisé presque dans toutes les branches de l'industrie. Sa modularité lui permet de réaliser les fonctions d'automatisation les plus diverses et la possibilité d'extension aller jusqu'à 32 modules d'entrées/sorties et mise en réseau par des bus de communication Profibus et industriel Ethernet. L'entreprise SONATRACH utilise deux automates de ce type pour les deux terminaux nord et sud. Le SIEMENS S7-300 offre la gamme des modules suivants : [17]

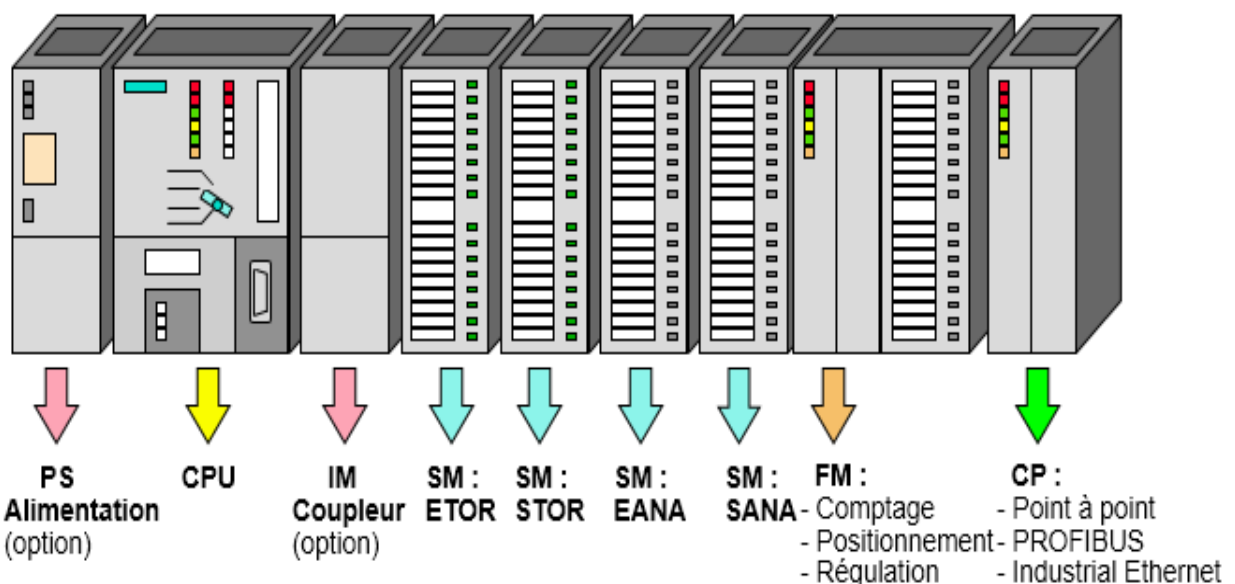


Figure II.11 Architecture de l'API SIEMENS S7-300

#### II.4.1.1 Les modules de S7-300

##### II.4.1.1.1 Module d'alimentation (PS)

Le module d'alimentation (PS) transforme la tension de secteur en tension continue pour l'alimentation électrique des modules de l'API, elle est de l'ordre de 24V

##### II.4.1.1.2 Unité centrale (CPU)

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme de l'utilisateur et commande les sorties. Elle permet de régler le comportement au démarrage, la gamme S7-300 offre une grande variété de CPU. Chaque CPU possède certaines caractéristiques différentes par rapport aux autres ; par conséquent le choix de ce dernier pour

un problème d'automatisation donnée est conditionnées par les caractéristique offertes par la CPU.

### II.4.1.1.3 Module de couplage (IM)

Ce sont des carte électronique utilisée pour assurer la communication entre l'unité centrale et les priapique de l'automate.

### II.4.1.1.4 Module des signaux (SM)

Les modules des signaux établissent la liaison entre la CPU du S7-300 et le processus commandé. il existe plusieurs module de signaux je cite les module toute ou rien (TOR) et les module analogique.

### II.4.1.1.5 Module de fonction (FM)

Les modules de fonction offrent les fonctions spéciales suivantes :

- Comptage.
- Régulation.
- positionnement.

### II.4.1.1.6 Module de communication (CP)

Pour le couplage rapide, les liaisons et les positionnements (en boucle ouverte ou en boucle ferme) Profibus et Ethernet industriel.

### II.4.1.2 Les caractéristiques du S7-300

L'automate possède la caractéristique suivante :

- Gamme diversifiée de CPU.
- Programmation libre.
- Logiciel exploitable en temps réel.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Possibilité de mise en réseau

### II.4.2 Présentation de l'Automates Programmables S7-400

L'automate S7-400 est un ensemble électronique gère et assure la commande d'un système automatisé. Il se compose de plusieurs parties et notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit, dans un langage d'application propre à l'automate, des directives concernant le déroulement du processus à automatiser. L'API S7-400 est un système modulaire, il est constitué de plusieurs modules : un module d'alimentation 24V, la CPU, les module de communication tel que Ethernet, Profibus et les modules d'entrée/sortie sur 32 bits. On peut

ajouter des modules pour les différentes communications. Son rôle consiste donc à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter d'un travail précis. A l'entreprise SONATRACHS ils utilisent quatre API de type S7-400, deux pour chaque terminal fonctions en redondance tous cela pour un seul objectif est assuré le bon déroulement de l'installation de contrôle.[18]



**Figure II.12: Configuration de S7-400**

### II.4.3 Comparaison entre les deux API S7-400 et S7-300

L'automate S7-300 est un automate de niveau moyen, par rapporte à l'automate S7-400 qui est un automate de haut niveau. Il existe une différence majeure entre eux en termes de capacité mémoire, vitesses et puissance de processeur, nombre de liaisons de communication et de connectivité des entres / sorties. Le S7-400 utilisent un bus parallèle en rack qui permet des communications rapide entre la CPU et ses modules. Le S7-400 est la seule CPU Siemens pouvant être montée dans une configuration redondante. Les deux sont des séries différentes de PLC, le PLC S7-400 est plus puissant et plus haut niveau, en peut utiliser la CPU et la cartes de communication de PLC S7-400 et la connecter à la PLC S7-300 extension du rack, les deux ont le même logiciel de programmation.

### II.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les différentes parties d'un API. Nous avons aussi décrit notre composant indispensable à la mesure des niveaux qui est le Micropilot M FMR240.

Dans les chapitres suivants nous allons donner un aperçu sur les deux logiciels utilisés à savoir, le STEP7 pour la programmation et le WINCC flexible pour l'élaboration de l'interface de supervision.





# Chapitre III

## Programmation et simulation





### III.1 Introduction

La programmation d'un automate de marque SIEMENS peut se faire par des langages différents, le langage à contact, langage List, logigramme ou le GRAPHCET. Dans ce chapitre nous avons présenté le programme de notre projet avec le langage à contact.

Ce projet, pour rappel, a pour but le contrôle-commande de niveaux des bacs et la commande des vannes et des pompes de l'installation lors de chargement des bacs et le chargement des navires au niveau de port pétrolier. Dans ce qui suit, nous allons présenter au préalable, le logiciel STEP7 ensuite nous donnerons, le mode de fonctionnement du radar de mesure et les programme élaborés.

### III.2 Logiciel de programmation STEP7

#### III.2.1 Présentation du STEP7

STEP7 est le nom de logiciel de programmation pour les systèmes SIMATIC S7, le STEP7 s'exécute sous l'environnement Windows, offre toutes les fonctionnalités nécessaires pour configurer, paramétrer et programmer. Pour résoudre efficacement les problèmes d'automatisation. Ces caractéristiques facilitent la tâche de programmation pour l'utilisateur.

#### III.2.2 Fonctions de base du logiciel

Le STEP7 assiste le programmeur dans toutes les phases du processus de création de solutions d'automatisation.

- La création et la gestion de projets.
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création de programmes, par exemple pour les systèmes cible S7.
- Le chargement de programmes dans des systèmes cible.
- Le test de l'installation d'automatisation.
- Le diagnostic lors de perturbations de l'installation.

#### III.2.3 Langages de programmations

Le logiciel STEP 7 de SIEMENS permet une programmation multi langage, il peut être programmé dans plusieurs langages différents qui peuvent être associés dans le même programme. Ces langages sont présentés comme suit :

### III.2.3.1 Langage de programmation LIST

Le langage de programmation LIST est un langage textuel proche du langage machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes dans lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelque structure de langage évolué comme des paramètres de blocs et accès structurés aux données.

### III.2.3.2 Langage de programmation CONT

Dans le langage de programmation graphique CONT, la représentation est fondée sur des schémas à relais. Les éléments d'un tel schéma, comme par exemple les contacts à ouverture ou les contacts à fermeture sont reliés pour former des réseaux. Un ou plusieurs de ces réseaux forment la section d'instructions complète d'un bloc de code. Le langage de programmation CONT fait partie du logiciel de base STEP 7.

### III.2.3.3 Langage de programmation LOG (logigramme)

Le langage de programmation LOG utilise les blocs logiques bien connus dans l'algèbre booléenne pour la représentation logique. Il permet d'autre part de représenter des fonctions complexes, telles que les fonctions mathématiques en les mettant directement en liaison avec ces blocs logiques.

### III.2.3.4 Langage de programmation Grafcet

Le langage de programmation graphique optionnel Grafcet permet de programmer des commandes séquentielles. Ceci implique la création d'une succession d'étapes, la détermination de ces étapes d'une façon contenu et respectif, de même que des conditions de transfert (transitions). Pour déterminer le contenu des étapes, on utilise un langage de programmation spéciale, alors que pour déterminer les transitions, on utilise une représentation sous forme de schéma à contacts ou de logigramme. Le Grafcet permet de représenter très clairement des séquences même complexes, ce qui favorise une programmation et une recherche d'erreurs effectives.

## III.2.4 Bloc utilisateurs

Le STEP 7 offre des blocs pour organiser et structurer les programmes, on les définit comme suit : [19]

### III.2.4.1 Bloc d'Organisation OB

Un OB 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.2.4.2 Bloc fonctionnelle FB

Le FB dispose d'une zone de mémoire qui lui est affectée en propre. il est possible d'affecter un bloc de données (DB) au FB a l'appelle de bloc indiquant .il est possible d'accéder au données du DB d'instance via les appels continus dans le FB. On peut affecter plusieurs DB a un FB.

### III.2.4.3 Fonction FC

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 également FB et FC dans une fonction via des instructions d'appels de blocs.

### III.2.4.4 Bloc de Données DB

Les DB sont utilisé pour la mise à disposition d'espace mémoire pour les variables types de données. Il existe deux types de blocs de données, les blocs globaux dans lequel tous les OB, FB et FC peuvent lire les données enregistrés ou écrire des données et des DB d'instance qui sont affecté à un FB de donnée.

### III.2.5 Bloc système pour fonction standard et fonction système

Les blocs systèmes sont des fonctions prêtes à l'emploi stockés dans la CPU. Ces blocs peuvent, être appelées par l'utilisateur et utilisé dans le programme, on ne peut pas changer ni accéder à leurs programme. Dans STEP7 en distingue les blocs système suivants :

#### III.2.5.1 Bloc fonctionnel système SFB

Est un bloc fonctionnelle stocke dans le système d'exploitation de la CPU et pouvant être appelé par l'utilisateur.

#### III.2.5.2 Fonction système SFC

C'est des Fonctions stockées dans le système d'exploitation de la CPU et pouvant être appelée par l'utilisateur.

#### III.2.5.3 Données systèmes SDB

La zone mémoire dans le programme configurée par différentes applications de STEP7 comme S7 configuration, communication configuration pour le stockage des données dans le système d'automatisation.

### III.2.6 Structure de programme

Il existe de type de programmation

### III.2.6.1 Programmation linéaire

Le programme utilisateur peut s'écrire entièrement en une seule liste ou dans un bloc où les instructions s'exécutent les unes après les autres. Cela n'est toutefois recommander que pour les programmes d'un simple exécutant sur des CPU d'une mémoire peut importante. Le développement d'un tel programme par cette méthode devient difficilement gérable lorsque ce dernier dépasse un certain volume.

### III.2.6.2 Programmation structurée

La programmation structurée consiste à subdiviser un programme plus au moins complexe en plusieurs sous-programme où chacun de ces sous-programme est développé pour exécuter une tâche ou fonction spécifique. Un autre programme dit programme principale sera chargé de gérer ces sous-programmes et d'en faire appel autant de fois qu'il est nécessaire.

### III.2.7 Création d'un projet sous STEP 7

Les tâches principales pour la réalisation d'un projet consistent à préparer des données pour effectuer la programmation. Pour crée un projet sous STEP 7 en est sancé à suivre certaines étapes.

- a. Choisir la commande Fichier.
- b. Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, sélectionner le chemin pour le nouveau projet.
- c. Taper le nom du nouveau projet dans la boîte de dialogue.
- d. L'option "Type" permet d'indiquer si on veut créer le projet pour la version actuelle de STEP7 ou l'éditer dans une version plus ancienne de STEP 7.
- e. Cliqué sur le bouton "OK" pour créer le projet.

### III.2.8 Différents types de variables contenues dans STEP7

Il y a quarts types d'opérande: Le bit, l'octet, le mot et le double mot. Ces types définissent l'accès à une zone mémoire. Pour chaque opérande un certains types de données sont permissent : [19]

- Pour le bit : BOOL variable booléenne (TRUE ou FALSE, 1 ou 0).
- Pour l'octet : deux types de donnes sont possibles :
  - BYTE : Nombre hexadécimal de B#16#0 à B#16#FF.
  - CHAR : Caractère ASCII, 'A', 'B'.
- Pour le mot : quatre types de données sont possible :
  - WORD : Nombre hexadécimal de W#16#0 à W#16#FFFF.
  - INT : Nombre entier de -32768 à 32767.

- S5TIME : Durée de S7 en valeur par défaut de pas 10 ms
  - DATE : Date en incréments de 1 jour,
- Pour le double mot :
- Nombre hexadécimale de DW#16#0000\_0000 à DW#16#FFFF\_FFFF.
  - DINT : Nombre entier de L#-2147483648 à L#2147483647.
  - REAL : Nombre a virgule flottante.
  - TIME : Durée en incréments de 1 ms.
  - TIME\_OF\_DAY : Heure en pas de 1 ms

### III.3 Cahier de charges

Durant notre projet, on aura besoin de deux cahiers de charges, un pour décrire le contrôle de niveau lors du chargement du bac et l'autre pour supervision du niveau au moment de la vidange, étant donné qu'ils ne suivent pas la même procédure, on les cite comme suit :

#### III.3.1 Cahier de charges le déchargement de bac 4A7

Au fur et à mesure que les produits sont transférés par le service de production, le personnel d'exploitation introduit les données du produit contenu dans chaque bac dans l'écran du système de contrôle PCS dédiée pour les parcs de stockages. Les niveaux des bacs sont aperçus dans le PCS.

Le transfert nécessite une coordination de préparation de démarrage entre les personnels d'exploitations à terre et en mer. Une fois programmé le temps d'arrivée du pétrolier, le produit d'exportation à charger doit être déterminé et le bac doit être sélectionné pour le transfert, l'opérateur sur terrain inspecte la station de pompage et l'unité de comptage pour assurer que les équipements sont prêts. L'opérateur dans la salle de contrôle vérifie le niveau du produit dans le bac de stockage et détermine si le bac est mis en ligne avec la station de pompage.

Juste au moment de l'arrivée du pétrolier, l'opérateur à la salle de contrôle communique avec le personnel en mer à bord du pétrolier. Lorsque le pétrolier est attaché au poste de chargement les vannes de pétrolier sont ouvertes. L'opérateur introduit alors les informations relatives au procédé de chargement dans le système PCS comme suit :

- Densité du produit.
- Volume de chargement cible : volume totale à exporter.
- Volume lorsque le débit est réduit pour fin de chargement du pétrolier.
- Débit d'écoulement chargement.

L'opérateur sélectionne les pompes d'exportation primaire et secondaire. Les vannes MOV\_MAsp, MOV\_NAsp de 20'' à l'aspiration des pompes restent ouvertes par contre la vanne MOV\_OAsp reste en attente pour l'augmentation du débit. Les vannes MOV\_MRef, MOV\_NRef et MOV\_ORef au refoulement doivent être vérifiés en position fermée, la vanne MOVE\_A7 de 24'' au collecteur de bac 4A7 sélectionné sera ouverte.

Le système de contrôle vérifie en permanence la condition du système pour toutes les permessives pour permettre le chargement de point sélectionné, y compris les vannes manuelles sur le pétrolier qui doit être ouvertes. Les vérifications suivantes seront effectuées:

- La mise en ligne correcte de bac et de collecteur pour exportation du produit.
- La mise en ligne correcte entre le bac et la station de pompage.
- MOV\_MA ouverte : le terminal nord est mis en ligne pour l'exportation.
- Les vannes MOVs (MOV\_MAsp, MOV\_NAsp et MOV\_OAsp) à l'aspiration des pompes doivent être vérifiées en position ouverte, si les vannes ne sont pas ouvertes les pompes ne pourront pas démarrer.
- Les vannes MOVs (MOV\_MRef, MOV\_NRef et MOV\_ORef) au refoulement des pompes doivent être vérifiées en position fermée, si les vannes sont ouvertes les pompes ne pourront pas démarrer
- La vanne à la sortie de la station de pompage doit être en position ouverte.
- La vanne de PELM est ouverte.

Si la vérification de toutes les positions des vannes est satisfaisante, le système de contrôle permettra le démarrage des pompes et satisfaire à contrôler le déroulement de chargement.

### III.3.2 Cahier de charge pour chargement de bac 4F6

Le pétrole brut arrive au TMB à partir des autres stations d'une manière gravitationnelle, du fait que pipeline OB1 (Oléoduc Bejaia) prend une pente considérable depuis le col de SLATNA jusqu'à Bejaia pour cela le remplissage des bacs ne nécessite ni de pompe ni d'autres équipements de pompage par contre exige de suivre un certain enchainement d'étapes.

L'opérateur sélectionne la vanne de ligne principale HV\_L2 de 20''. Les vannes MOV\_LF de 20'' au collecteur de bac 4F6 sélectionné sera ouverte. La vanne MOV\_F6 de 24'' au pied de bac 4F6 sera de même ouverte. Le système de contrôle vérifié en permanence la condition du système comme suit :

- La mise en ligne correcte de bac et de collecteur pour le chargement du pétrole brut.
- La mise en ligne correcte entre le bac et le collecteur à l'extrémité de la ligne OB1.
- HV\_L2 ouverte : le terminal nord est choisi pour le remplissage.
- La vanne MOV\_LF au collecteur doit être vérifiée en position ouverte.
- La vanne MOV\_F6 au pied de bac doit être vérifiée en position ouverte,

Après avoir vérifié la situation de toutes les vannes et le bac à remplir, le système de contrôle permet l'écoulement du produit.

### III.4 Présentation du radar

Le niveau dans les liquides, les pâtes, les solides ou les gaz liquéfiés est souvent mesuré dans les cuves ou réservoirs mobiles. Il existe un grand nombre de principes de mesure pour la mesure de niveau continu, la mesure d'interface, la mesure de densité et la détection de niveau. La mesure de niveau par radar offre une mesure fiable sans contact et sans maintenance dans les liquides et les solides. Endress+Hauser offre un moyen de mesure de niveau fiable et efficace



de marque Micropilot M FMR240 qui est une solution sûre même sous des conditions de process extrêmes.

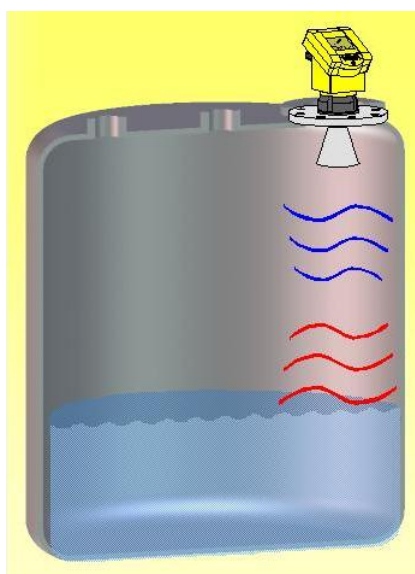
La mesure radar à impulsions est basée sur le principe de l'ultrason, la différence se situant au type l'onde émise et détectée. Au lieu d'une onde ultrasonore, c'est un transmetteur intelligent pour mesurer le niveau continu et sans contact, basé sur la technique de deux fils 4...20 mA idéal pour les endroits explosible. Le radar utilise une onde électromagnétique à très haute fréquence  $3.10^5$  HZ. Cette onde immatérielle ne nécessite pas de support pour se propager, de fait cette mesure de niveau est largement insensible aux variations de température, pression, ciels gazeux, vapeurs, brouillards, poussières.

### III.5 Installation et mise en ouvre

Le Micropilot M FMR240 a été conçu pour fonctionner de manière sûre conformément aux normes européennes de technique et de sécurité. Mal installé ou employé sur des applications pour lesquelles il n'est pas été prévu, il pourrait être une source de danger ( débordement de produit dû à une mauvaise installation ou une configuration incorrecte). C'est pourquoi l'appareil doit être installé, raccordé, configuré par du personnel spécialisé et qualifié, autoriser par l'exploitant.

### III.6 Principe de fonctionnement

Le radar Micropilot M FMR240 est un capteur utilisant le principe de mesure de la distance de parcours d'une onde électromagnétique entre le point de référence et la surface du produit. Des impulsions radar sont envoyées par une antenne, réfléchies par la surface du produit et à nouveau détectées par l'antenne du radar et son transmetteur électronique. Un microprocesseur évalue les signaux et identifie l'écho de niveau engendré par la réflexion des ondes radar sur la surface du produit.



**Figure III.1 Principe de mesure de Micropilot M FMR240**

### III.6.1 Signal de sortie

L'étalonnage du Micropilot consiste à entrer la distance "vide" E (= zéro), la distance "plein" F (= niveau max.) et un paramètre d'application qui ajuste automatiquement l'appareil aux conditions de mesure. Les points "E" et "F" correspondants respectivement à 4 mA et 20 mA pour les versions avec sortie courant, et à 0 % et 100 % pour les versions avec sortie numérique et pour l'affichage.

### III.6.2 Signal d'entrée

La grandeur mesurée est la distance entre un point de référence et une surface réfléchissante (par ex. la surface du produit) ou dans notre cas la surface du toit flottant, le niveau est calculé en fonction de l'étalonnage à vide. Les impulsions radar réfléchies sont captées par l'antenne et transmises à l'électronique. Un microprocesseur évalue les signaux et identifie l'écho de niveau engendré par la réflexion des ondes radar sur la surface du produit.

### III.7 Gamme de mesure et secteurs d'utilisation

La gamme de mesure utile dépend de la taille de l'antenne, des caractéristiques de réflexion du produit, de la position de montage et des éventuels échos parasites. La gamme de mesure réglable maximale est de 20 m pour toutes les versions de Micropilot M. (la gamme plus larges jusqu'à 35 m sur commande).

Le tableau suivant définit la classe de produit, ainsi que la gamme de mesure possible. Pour une mesure sûre, nous recommandons d'utiliser la classe B, si la constante électronique du produit n'est pas connue.

Classe de produit	Constante diélectrique ( $\epsilon_r$ )	Exemples d'utilisation
A	1,4...1,9	Liquides non conducteurs (par exemple gaz liquides).
B	1,9...4	Liquides non conducteurs, (par exemple benzènes, pétroles, toluènes).
C	4...10	Acides concentrés, solvants organiques, esters, aniline...
D	>10	Liquides conducteurs, solutions aqueuses, acides et bases dilués.

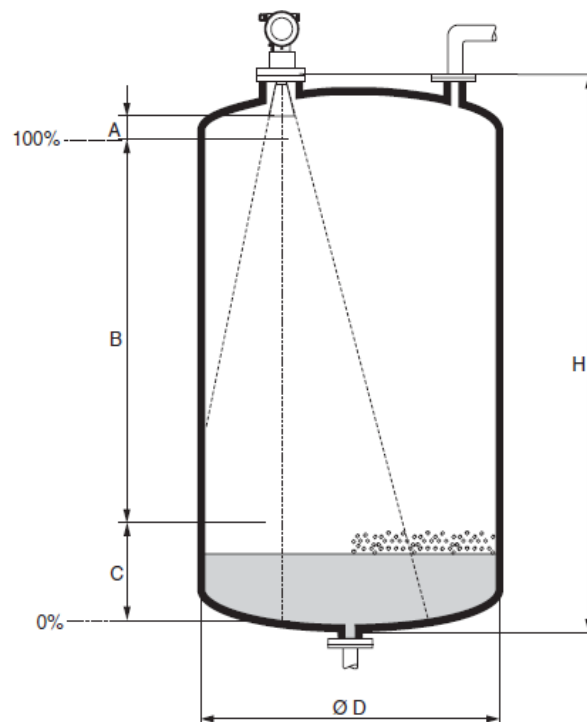
Tableau III.1 Classe de produit et gamme de mesure

### III.8 Condition de mesure

Pour les produits à surfaces agitées nous utilisons le M FMR240, en cas d'importante formation de vapeurs, pour cela nous devons suivre les conditions suivantes :

- La gamme de mesure commence là où le faisceau entre en contact avec le fond de la cuve. En dessous de ce point, les niveaux ne peuvent pas être déterminés.
- Dans le cas de produits à constante diélectrique faible classe de produit (A ou B présenté précédemment) le fond de la cuve peut être visible à travers le produit lorsque le niveau est faible. Pour ces application et de manière à garantir la précision requise, nous recommandons de fixer le point zéro à une distance **C**.
- En principe avec le M FMR 240, il est possible d'effectuer des mesures jusqu'à l'antenne cependant pour causer de corrosion et de formation de dépôt, il est conseillé d'avoir le niveau max à **A** de l'antenne.
- La plus grande gamme de mesure possible **B** dépend du type de l'antenne.
- Le diamètre de la cuve doit être supérieur à **D**.
- La hauteur de la cuve au minimum égale à **H**.

Les segments **B**, **A**, **C**, **D**, **H** sont envisagés dans la figure suivante :



**Figure III.2 Condition d'emplacement de radar M FMR240**

Les valeurs des segments sont figurés dans le tableau suivant :

	A [mm]	B [m]	C [mm]	D [m]	H [m]
M FMR240	50	0,2 < B < 20	50 ... 150	> 0,2	> 0,3

Tableau III.2 Mesures des segments

### III.9 Règlements du montage

Avant de faire l'installation du matériel M FMR240 sur le bac l'utilisateur doit prendre en considération plusieurs facteurs.

#### III.9.1 Etalonnage du Micropilot M FMR240

Pour faire l'étalonnage pour n'importe quel équipement, le personnel doit faire référence à un modèle de mesure et des poids légalement autorisés. Pour cela, afin d'effectuer l'étalonnage d'un radar M FMR240, il faut retourner d'abord aux caractéristiques et aux mesures initiales du bac. Pour le faire, on commence par le calcul des distances suivant l'équivalent en courant ou en pourcentage.

La distance **D** est proportionnelle au temps de parcours **t** de l'impulsion  $D = C.t/2$  avec **C** est la vitesse de la lumière.

La distance vide **E** étant connue par le système, il est donc facile à calculer le niveau **L**,  $L = E - D$ . Ces distances sont présentées dans la figure suivante.

Le Micropilot est doté de fonction de suppression d'échos (répétition d'un son par un corps qui le réfléchit) pouvant être activés par l'utilisateur. Cette suppression permet de s'affranchir d'éventuels échos parasites (parois, soudures) qui pourraient perturber la mesure.

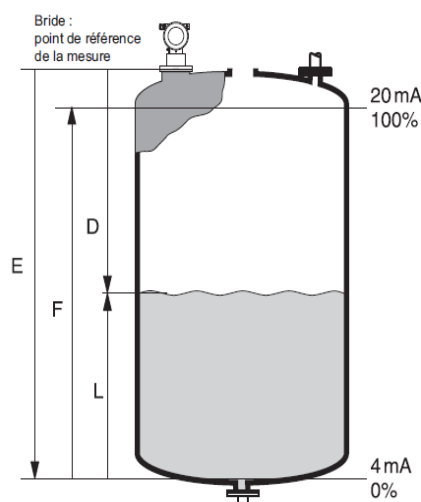


Figure III.3 Etalonnage du Micropilot M FMR240

### III.9.2 Condition d'utilisation

Avant la mise en œuvre de n'importe quel équipement, l'utilisateur doit connaître les conditions et les modes d'utilisation et toutes fonctionnalités.

#### III.9.2.1 Montage

- Distance recommandée (1) paroi-bord extérieur du piquage : environ 1/6 du diamètre de la cuve. En aucun cas, l'appareil doit être monté au moins de 15cm de la paroi de la cuve.
- Pas au milieu (3) cela favorise des double réflexions.
- Pas au-dessus des veines de remplissage (4).
- Pour protéger le transmetteur contre la pluie et l'exposition directe au soleil, il est conseillé d'utiliser un capot de protection (2).

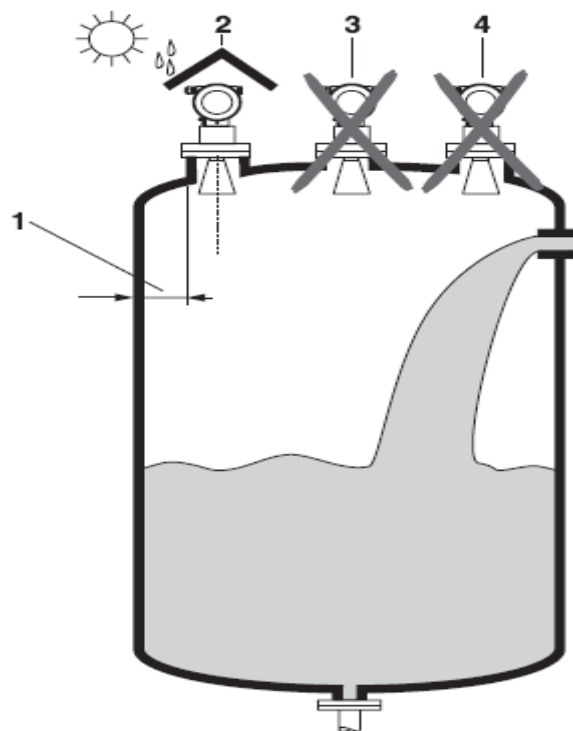


Figure III.4 Condition de montage

#### III.9.2.2 Élément interne

- Eviter que les éléments internes : les fins de course, capteur de température, capteur de pression ne se trouvent dans le faisceau d'ondes (angle d'émission).
- Des éléments internes symétriques peuvent fausser la mesure.

#### III.9.2.3 Angle d'émission

L'angle d'émission est l'angle  $\alpha$ , pour lequel la puissance des ondes radar est encore au moins égale à la moitié de la puissance maximale.

Des micro-ondes sont également émises à l'extérieur du faisceau et peuvent être réfléchies par des éléments parasites. Diamètre de faisceau **W** en fonction du type d'antenne et de la distance **D**.

$$W=2.D.Tan (\alpha / 2)$$

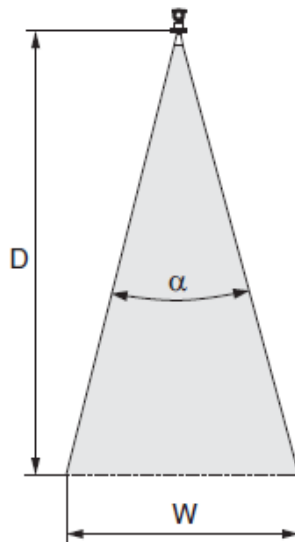


Figure III.5 Diamètre de faisceau **W** et distance **D**

Calcul de diamètre de faisceaux pour quelques mesures


Distance (D)	Taille de l'antenne (40 mm) de 23°	Taille de l'antenne (50 mm) de 18°	Taille de l'antenne (80 mm) de 10°	Taille de l'antenne (100 mm) de 8°
3 m	1,22 m	0,95 m	0,52m	0,42 m
6 m	2,44 m	1,90 m	1,05 m	0,84 m
9 m	3,66 m	2,85 m	1,57 m	1,26 m
12 m	4,88 m	3,80 m	2,10 m	1,68 m
15 m	6,10 m	4,75 m	2,62 m	2,10 m
20 m	8,14 m	6,34 m	3,50 m	2,80 m

Tableau III.3 Variation de diamètre du faisceau **w** en fonction de distance **D**

### III.10 Nettoyage de l'antenne

En fonction de l'application, des impuretés se forment au niveau de l'antenne, qui peut éventuellement réduire l'émission et la réception des ondes radar. Le taux d'impureté, auquel apparait cette erreur dépend d'une part du produit et d'autre part de l'indice de réflexion déterminé principalement par la constante diélectrique, nous conseillons d'effectuer un nettoyage régulier si le produit à tendance à la formation d'impuretés. Il faut absolument veiller à ne pas endommager l'antenne lors d'un nettoyage au jet d'eau ou d'un nettoyage mécanique contrôler la stabilité du produit en cas d'utilisation d'un produit de nettoyage.

### III.11 Projet sous STEP7

Notre projet STEP7 comprend deux données essentielles, le programme et la configuration matérielle, on peut commencer par définir l'une ou l'autre, mais tout d'abord il faut démarrer le logiciel SIMATIC manager. Ce programme et l'interface graphique qui permet la manipulation du projet et l'accès aux autres programmes de STEP7. En effectuant un double clic sur l'icône SIMATIC manager , qui nous permette d'accéder au programme STEP.

#### III.11.1 Configuration matérielle

Une fois que le projet est créé, on passe à la configuration matérielle. La configuration matérielle est la disposition des profils support ou châssis, des modules d'appareils de la périphérie décentralisées et de cartouches interface dans une fenêtre de la station. Les profils support ou châssis sont représentés par une table de configuration, dans laquelle on peut afficher un nombre défini de modules, tout comme dans les profils support ou châssis réels.

A la mise en route de l'automate programmable industrielle, la CPU compare la configuration prévue créée avec STEP7 à la configuration sur site de l'installation. Aussi, les erreurs éventuelles sont-elles immédiatement détectées et signalées.

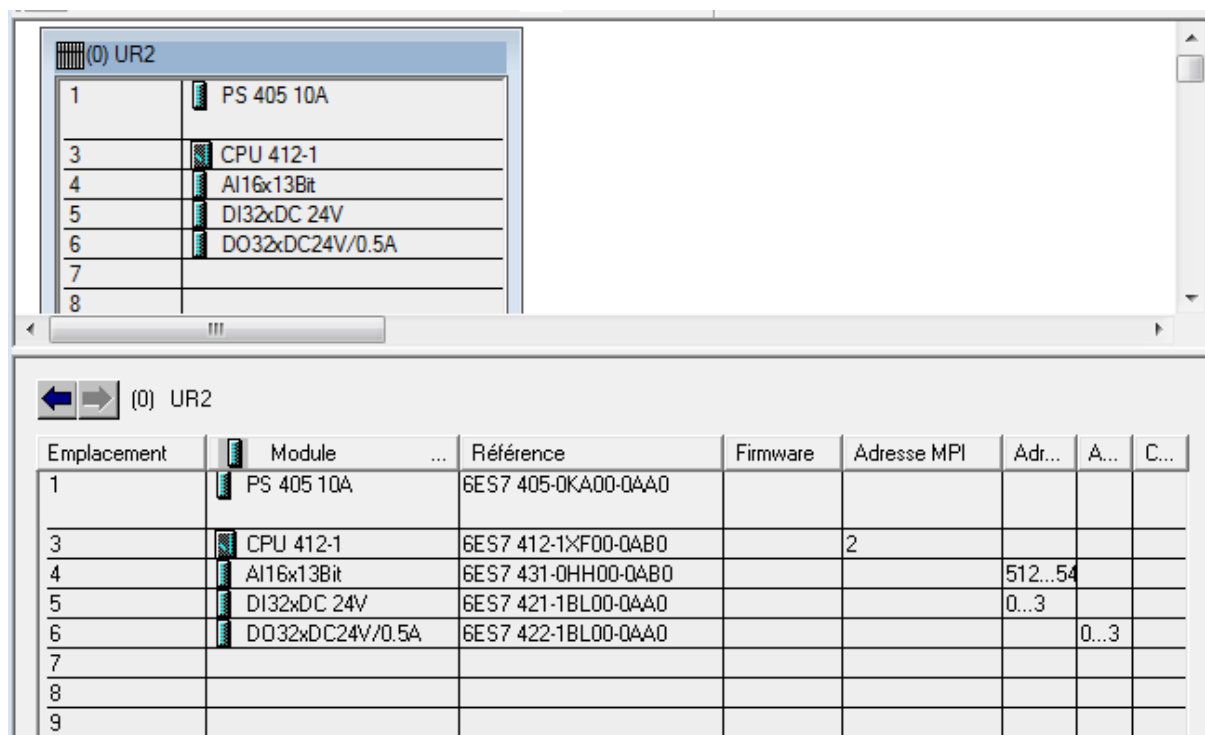
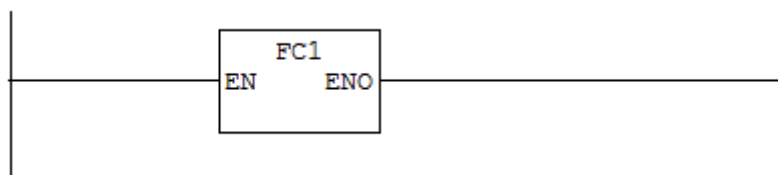


Figure III.6 Configuration matérielle

### III.11.2 Structure de programme élaboré

Le programme d'utilisateur qui gère le processus du stockage et de la commercialisation des hydrocarbures est subdivisé en plusieurs fonctions subordonnées au bloc principale **OB1**. Elles sont programmées selon la tâche à exécuter.

OB1 c'est le programme principale qu'ont appelé bloc d'organisation contenant tous les programme .la CPU appelle ce bloc et exécute les instructions qu'il contient d'autre blocs.



Dans notre programme les blocs subordonnes sont les blocs fonctionnelle (FC) et bloc de donnée (DB) déjà décret dans le chapitre précédant (chapitre II).Ces blocs sont programmer avec langage a contact (CONT).

### III.11.3 Composition de programme

**OB1** : Bloc d'organisation toujours crée par le système.

**FC105** : C'est un bloc pour la mise à l'échèle.



**FC1** : C'est le bloc principal où nous avons structures tous les programmes.

**DB1** : Blocs de donne pour les adresses.

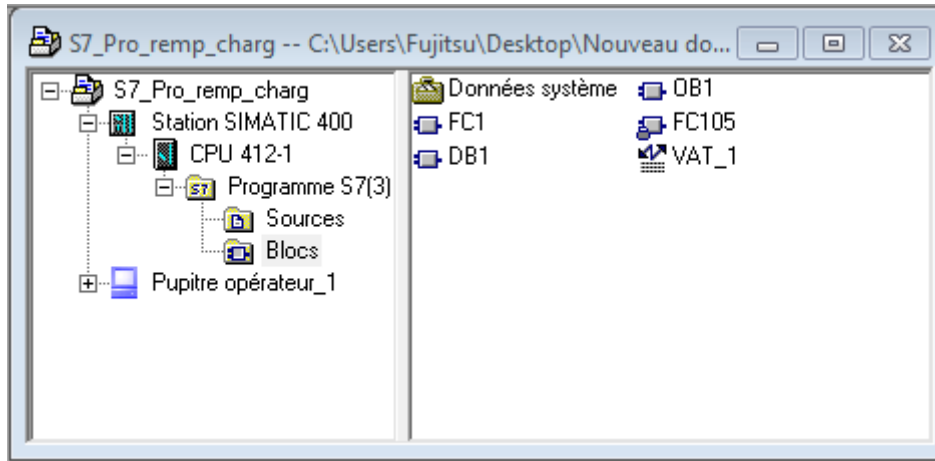


Figure III.7 Les blocs du programme

### III.11.4 Création de la table des mnémoniques

Nous avons créés une table des mnémoniques qui permet la gestion de toutes les variables globales. En effet, nous avons définies pour chaque opérande utilisé un nom d'adresse et le type de donnée qui est pour but d'améliorer le programme et le rendre plus lisible pour toutes les catégories.

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1		COM_DIS_PM	A 0.0	BOOL	COMMANDE DISJONCTEUR PRINCIPAL POMPE M
2		DIS_PM_FR	E 0.0	BOOL	DISJONCTEUR POMPE M FERMER
3		DIS_PM_OV	E 0.1	BOOL	DISJONCTEUR POMPE M OUVERT
4		DIS_PN_FR	E 0.2	BOOL	DISJONCTEUR POMPE N FERMER
5		DIS_PN_OV	E 0.3	BOOL	DISJONCTEUR POMPE N OUVERT
6		DIS_PO_FR	E 0.4	BOOL	DISJONCTEUR POMPE O FERMER
7		DIS_PO_OV	E 0.5	BOOL	DISJONCTEUR POMPE O OUVERT
8		FC_FR_VASP_M...	E 0.6	BOOL	FIN DE COURSE FERMETURE VANNE ASPIRATION MOV_MAsp
9		FC_FR_VASP_M...	E 0.7	BOOL	FIN DE COURSE FERMETURE VANNE ASPIRATION MOV_NAsp
1		FC_FR_VASP_M...	E 1.0	BOOL	FIN DE COURSE FERMETURE VANNE ASPIRATION MOV_OAsp
1		FC_FR_VREF_M...	E 1.3	BOOL	FIN DE COURSE FERMETURE VANNE REFOULEMENT MOV_MRRef
1		FC_FR_VREF_M...	E 1.4	BOOL	FIN DE COURSE FERMETURE VANNE REFOULEMENT MOV_NRef
1		FC_FR_VREF_M...	E 1.5	BOOL	FIN DE COURSE FERMETURE VANNE REFOULEMENT MOV_ORef
1		FC_OV_VAN_LIG...	E 2.6	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE DE VANNE DE LIGNE MA
1		FC_OV_VAN_LIG...	E 2.7	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE DE VANNE DE LIGNE NA
1		FC_OV_VAN_LIG...	E 3.0	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE DE VANNE DE LIGNE OA
1		FC_OV_VAN_MO...	E 2.3	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE VANNE MOV_MRRef
1		FC_OV_VAN_MO...	E 2.4	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE VANNE MOV_NRef
1		FC_OV_VAN_MO...	E 2.5	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE VANNE MOV_ORef

2	FC_OVR_VAN_M...	E	1.6	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE VANNE MOV_MAsp	
2	FC_OVR_VAN_M...	E	1.7	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE VANNE MOV_NAsp	
2	FC_OVR_VAN_M...	E	2.0	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE VANNE MOV_OAsp	
2	FC_OVR_VAN_PB...	E	2.1	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE VANNE PIED DE BAC 4A7	
2	FC_OVR_VAN_PB...	E	2.2	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE VANNE PIED DE BAC 4F6	
2	FCF_VBAC_4A7	E	1.1	BOOL	FIN DE COURSE FERMETURE VANNE PIED DE BAC 4A7	
2	FCF_VBAC_4F6	E	1.2	BOOL	FIN DE COURSE FERMETURE VANNE PIED DE BAC 4F6	
2	FR_CON_PRN	A	0.1	BOOL	FERMATURE DE CONTACTE PRINCIPALE	
2	FR_CON_SE_PM	A	0.2	BOOL	FERMATURE DE CONTACTE SECONDAIRE DE POMPE M	
3	FR_CON_SE_PN	A	0.3	BOOL	FERMATURE DE CONTACTE SECONDAIRE DE POMPE N	
3	FR_CON_SE_PO	A	0.4	BOOL	FERMATURE DE CONTACTE SECONDAIRE DE POMPE O	
3	FR_DIS_DIM_PM	A	0.5	BOOL	FERMATURE DE DISJONCTEUR ET DEMARRAGE DE POMPE M	
3	FR_DIS_DIM_PN	A	0.6	BOOL	FERMATURE DE DISJONCTEUR ET DEMARRAGE DE POMPE N	
3	FR_DIS_DIM_PO	A	0.7	BOOL	FERMATURE DE DISJONCTEUR ET DEMARRAGE DE POMPE O	
3	M1.1	M	1.1	BOOL		
3	MD8	MD	8	REAL		
3	MW1	MW	1	WORD		
3	N4F6	MD	52	REAL	NIVEAU BAC 4F6	
3	N4A7	MD	48	REAL	NIVEAU BAC 4A7	
4	niv	DB	1	DB	1	
4	PR_ASP_PM	MD	24	REAL	PRESSION ASPIRATION POMPE M	
4	PR_ASP_PN	MD	28	REAL	PRESSION ASPIRATION POMPE N	
4	PR_ASP_PO	MD	32	REAL	PRESSION ASPIRATION POMPE O	
4	PR_DIF_FIL_ASP...	MD	12	REAL	PRESSION DIFFERENTIELLE FILTRE ASPIRATION POMPE M	
4	PR_DIF_FIL_ASP...	MD	16	REAL	PRESSION DIFFERENTIELLE FILTRE ASPIRATION POMPE N	
4	PR_DIF_FIL_ASP...	MD	20	REAL	PRESSION DIFFERENTIELLE FILTRE ASPIRATION POMPE O	
4	PR_REF_PM	MD	36	REAL	PRESSION REFOULEMENT POMPE M	
4	PR_REF_PN	MD	40	REAL	PRESSION REFOULEMENT POMPE N	
4	PR_REF_PO	MD	44	REAL	PRESSION REFOULEMENT POMPE O	
5	SCALE	FC	105	FC	105	Scaling Values
5	VAT_1	VAT	1			
5	NV_H	M	200.0	BOOL	niveau haut	
5	NV_B	M	200.1	BOOL	niveau bas	
5	NV_TB_CN_AR_P	M	200.2	BOOL	niv_bas_condi_arr_p	
5	OV_VN	A	50.0	BOOL	ouv_des_vanne	
5	VN_OV	M	50.0	BOOL	van_ouvert	
5	NV_H_FR_VN	M	200.4	BOOL	niv_haut_fer_van	
5	ALR_NV_H	M	200.5	BOOL	alar_niv_haut	
5	FR_VN	M	200.6	BOOL	ferm_van	
6	FR_VAN	A	50.2	BOOL	ferm_vanne	
6	VN_FR	M	50.2	BOOL	vanne_fermer	

Figure III.8 Table des mnémoniques

### III.11.5 Présentation du simulateur S7 400

S7-PLCSIM est un programme de simulation qui nous permet d'exécuter et de tester notre projet dans un automate programmable virtuel que nous simulons dans l'ordinateur par le logiciel de programmation STEP7. Il dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser et de forcer les différents paramètres utiliser par exemple activer ou désactiver les entrées.

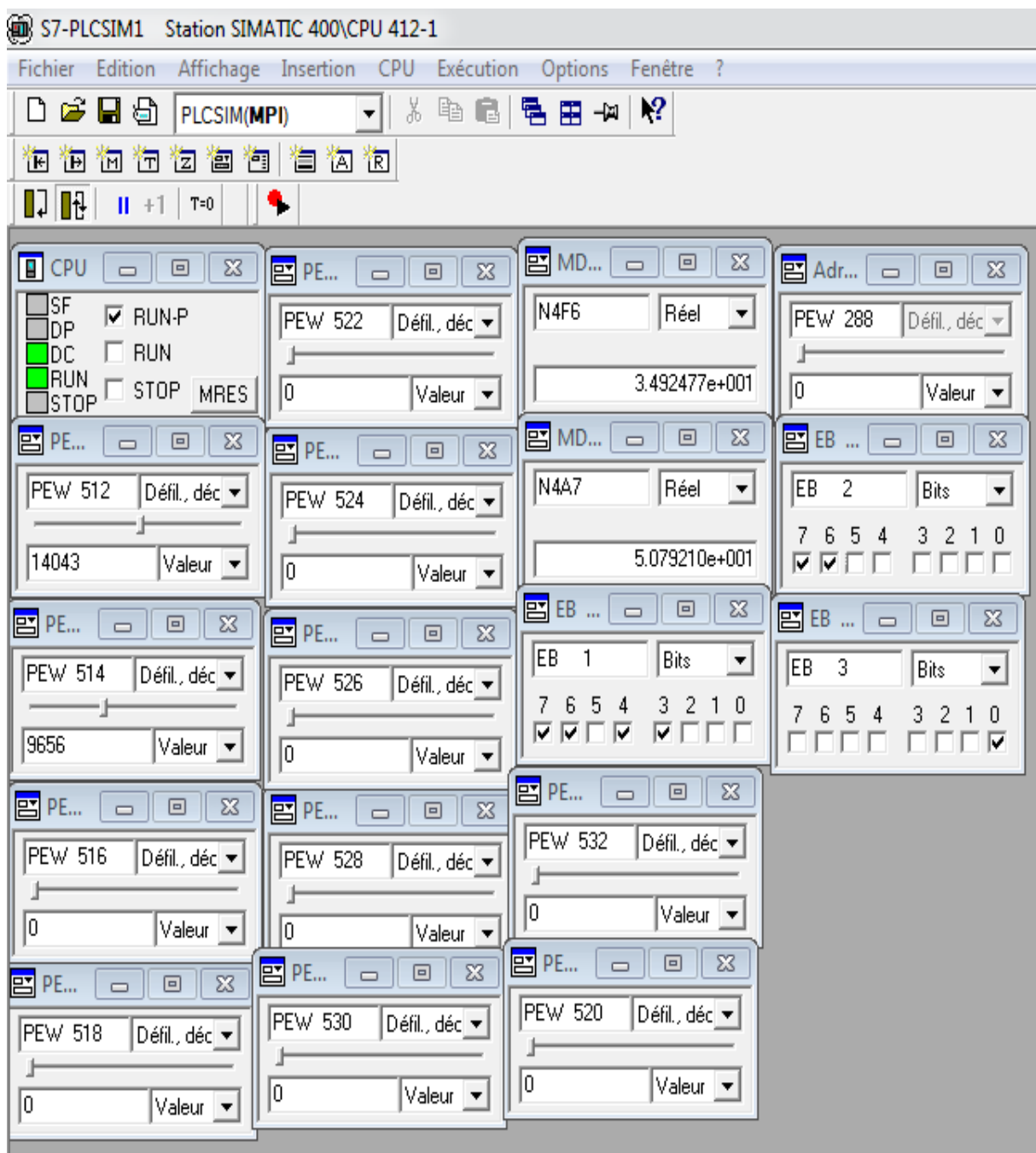


Figure III.9 Simulateur du programme

### III.12 Etape de simulation

Après avoir ouvert le programme, on démarre le simulateur PLCSIM de STEP7, on charge tous les programmes effectués dans l'automate virtuel. Après avoir terminé tous les étapes de chargement de données on clique sur l'option RUN-P disponible dans le simulateur et en dernier, on clique sur le bouton visualisation dans le programme principal ce qui fait que la simulation est lancée.

III.13 Programmation et interprétation de résultats

Dans ce qui suit, on présente les réseaux du programme réalisé.

III.13.1 Programme de contrôle de niveau du bac 4A7 lors du déchargement

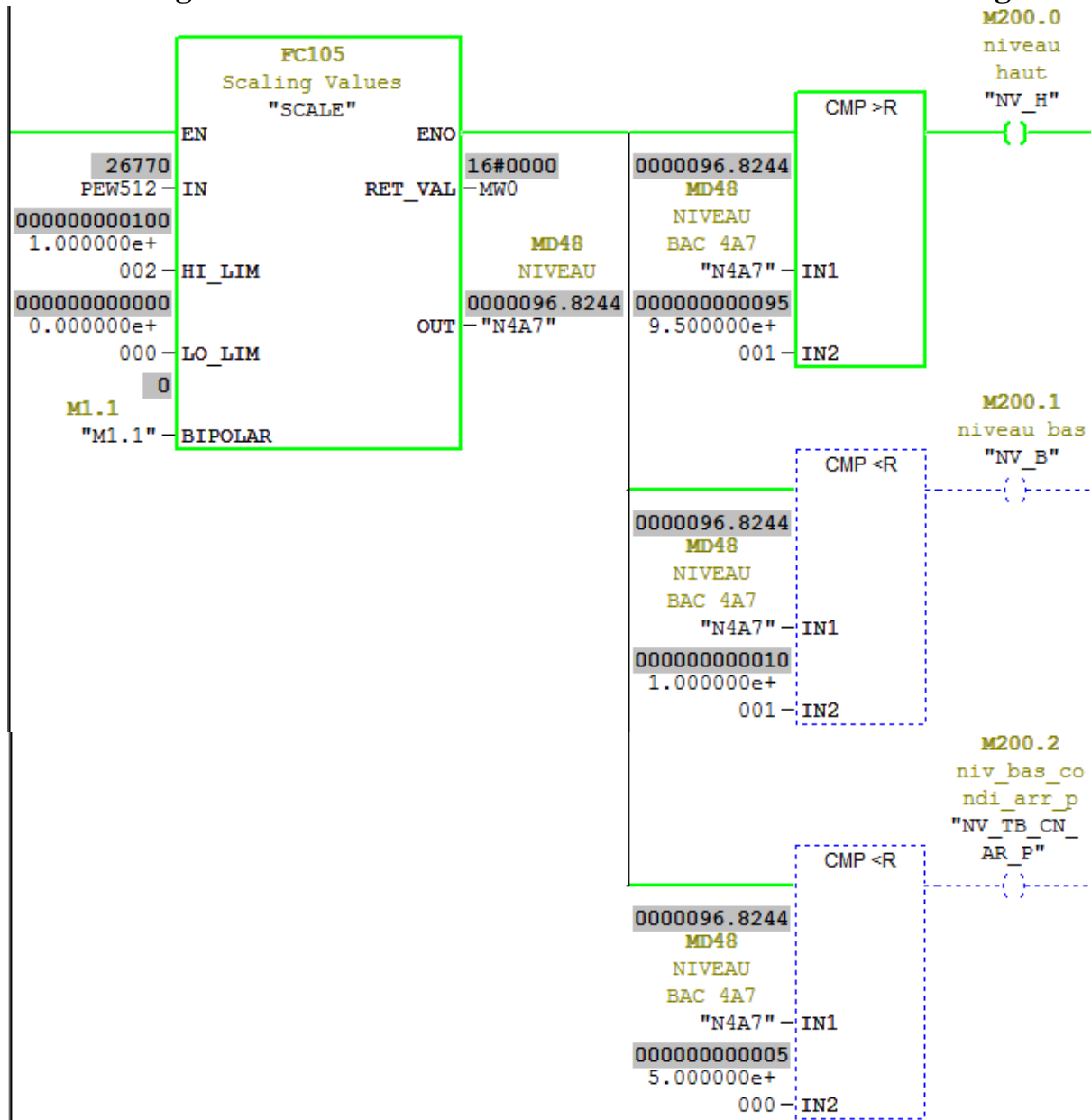


Figure III.10 Niveau haut, ouverture la vanne MOV\_A7

Dès que la condition est satisfaite, le niveau est supérieur à 95 %, la vanne de pied de bac 4A7 (MOV\_A7) s'ouvre, la procédure de déchargement du bac 4A7 commence et la supervision de niveau reste toujours visualisée en temps continu.

### III.13.2 Condition de démarrage des pompes

La procédure de déchargement du bac vers le port pétrolier nécessite un nombre de pompe précis selon le débit demandé par le personnel du pétrolier. Les pompes fonctionnent selon les conditions que nous allons définir dans ce qui suit :

#### III.13.2.1 Condition principale de démarrage de la pompe M

Le système de contrôle doit vérifier quelques paramètres juste avant de lancer le démarrage de la pompe M. Il faut s'assurer à ce que la vanne de ligne MA est en position ouverte, la vanne de refoulement MOV\_MRef est en état fermé, la vanne d'aspiration MOV\_MAsp doit être totalement ouvert et les alarmes, de pression différentielle, pression d'aspiration et pression de refoulement ne doit pas figurer sur le système.

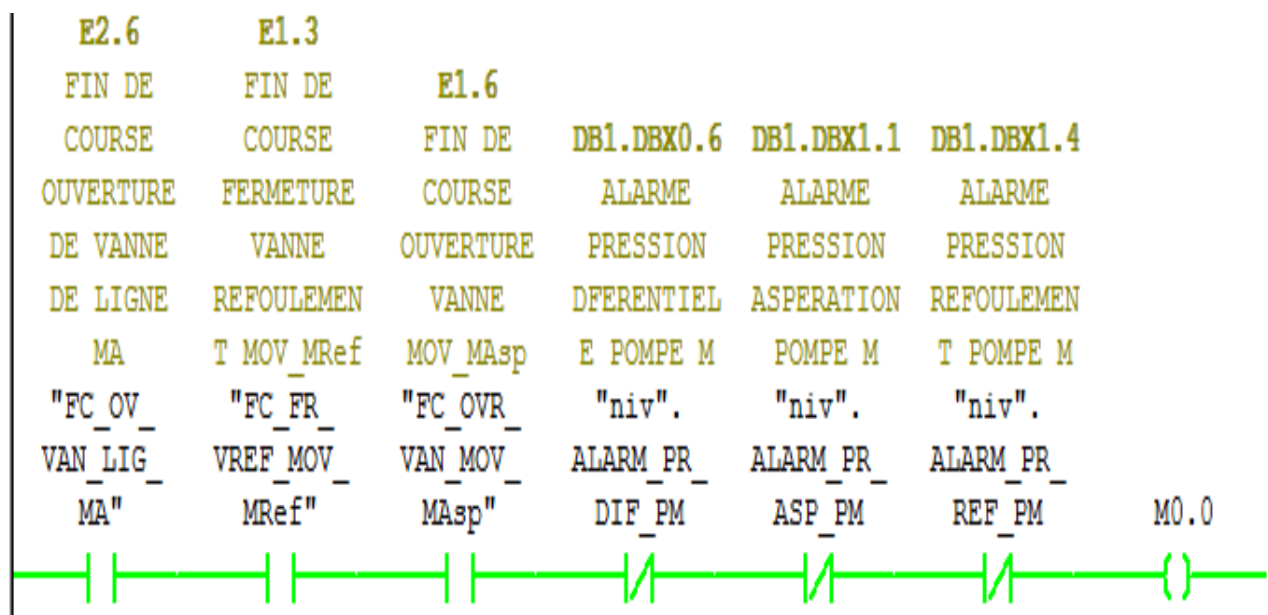


Figure III.11 Condition de démarrage de la pompe M

III.13.2.1.1 Commande de la pompe M

Une fois que les conditions de démarrage sont satisfaites, le système de commande de la pompe ferme les deux contacteurs et après une temporisation de 50 s, le disjoncteur de la pompe se ferme (se met à l'état marche) et les contacteurs s'ouvrent.

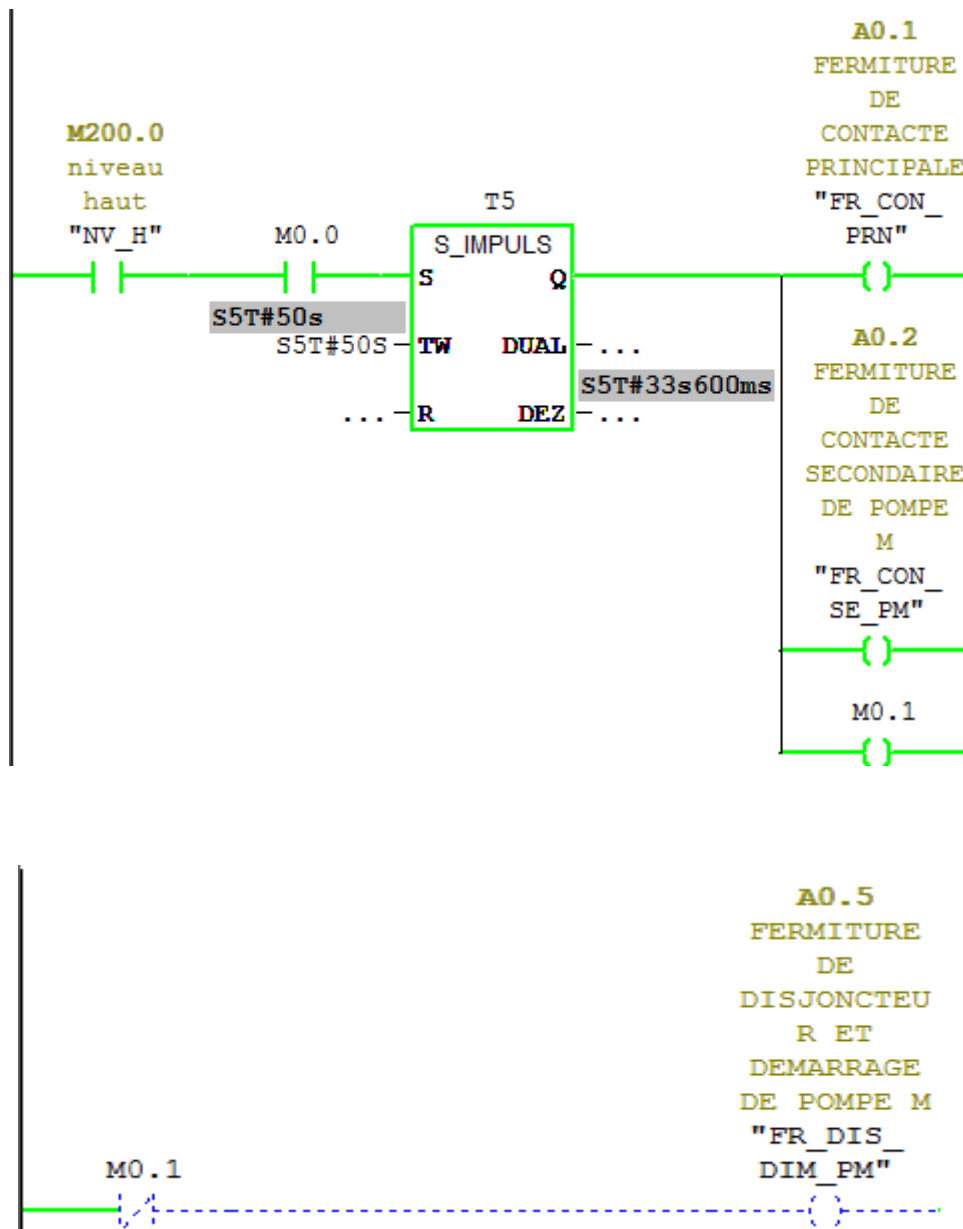


Figure III.12 Commande de pompe M

III.13.2.1.2 Démarrage de la pompe M

Une fois que la temporisation a pris fin, le disjoncteur de la pompe M se ferme, ce qui provoque le démarrage du moteur de la pompe et les deux contacteurs s'ouvrent.

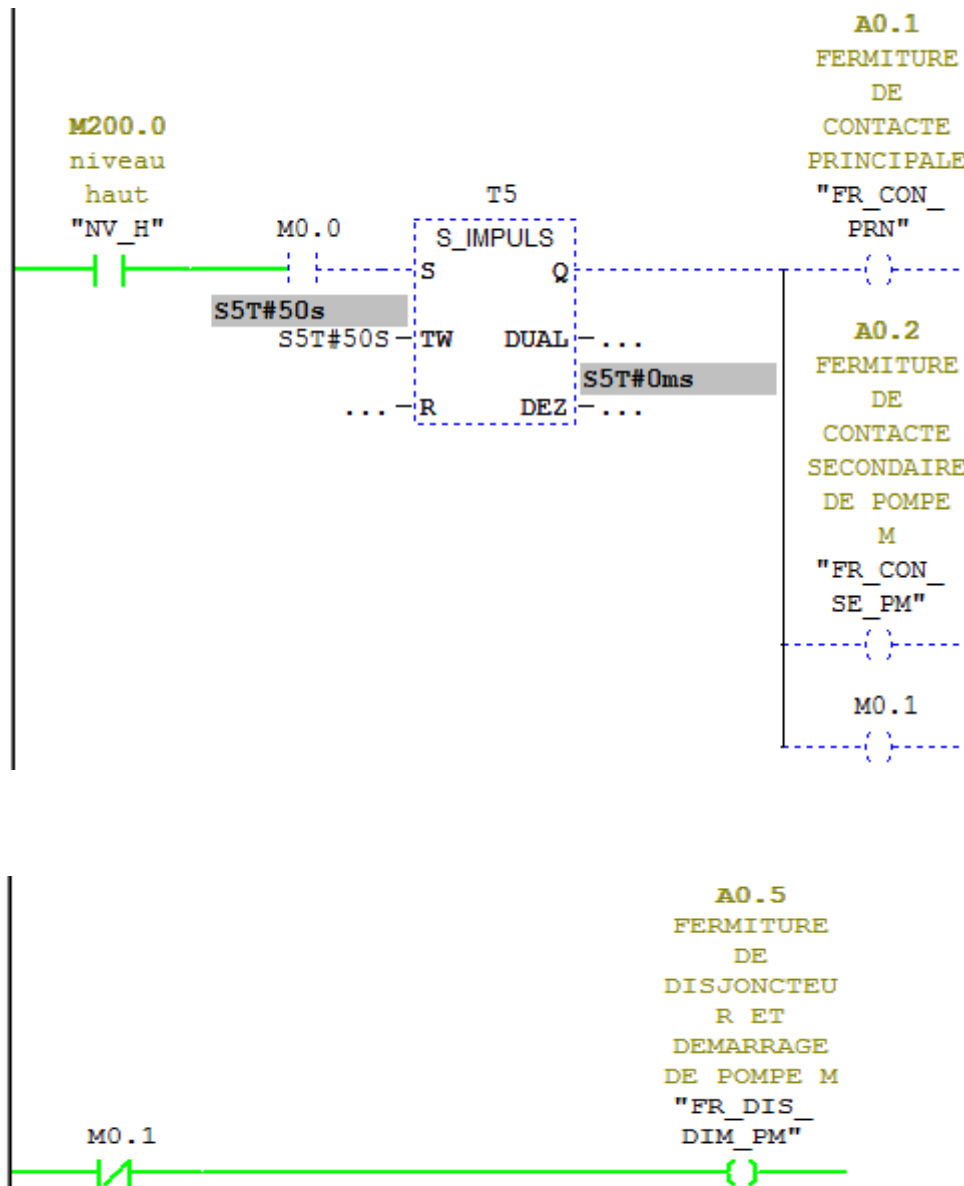


Figure III.13 Démarrage de la pompe M

### III.13.2.2 Condition principale de démarrage de la pompe N

De même, le système de contrôle fait la vérification des conditions de démarrage de la pompe N d'une manière similaire que pour la pompe M.

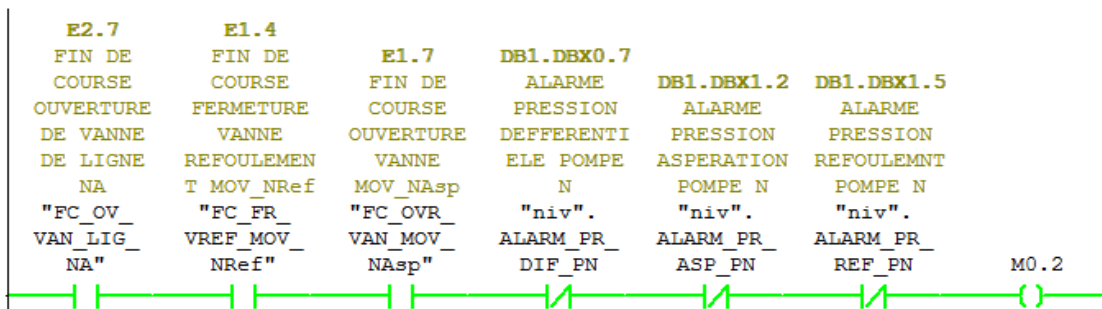


Figure III.14 Condition de démarrage de la pompe N

#### III.13.2.2.1 Commande de la pompe N

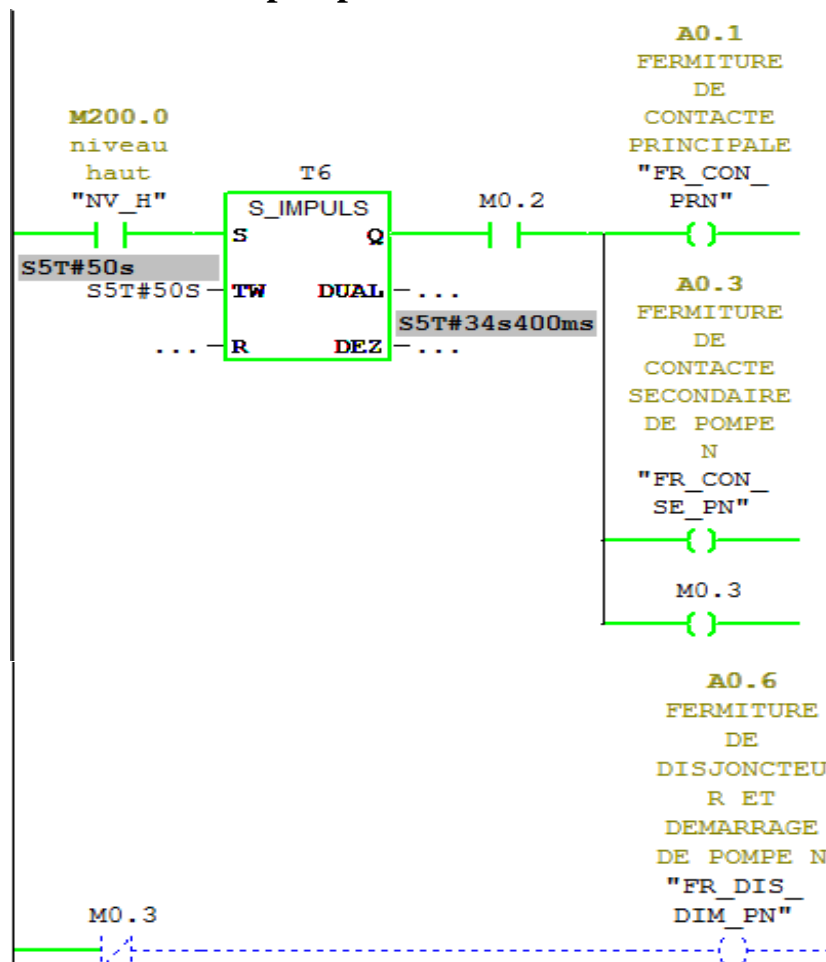


Figure III.15 Commande de la pompe N



D'après la station de stockage et de commercialisation des hydrocarbures DRGB, les pompes ont les mêmes caractéristiques physiques et électriques ce qui fait que la commande de démarrage de ces derniers est la même.

### III.13.2.2.2 Démarrage de la pompe N

Après la satisfaction de toutes les conditions de démarrage et la commande de la pompe N, le disjoncteur se ferme et la pompe entre en état marche

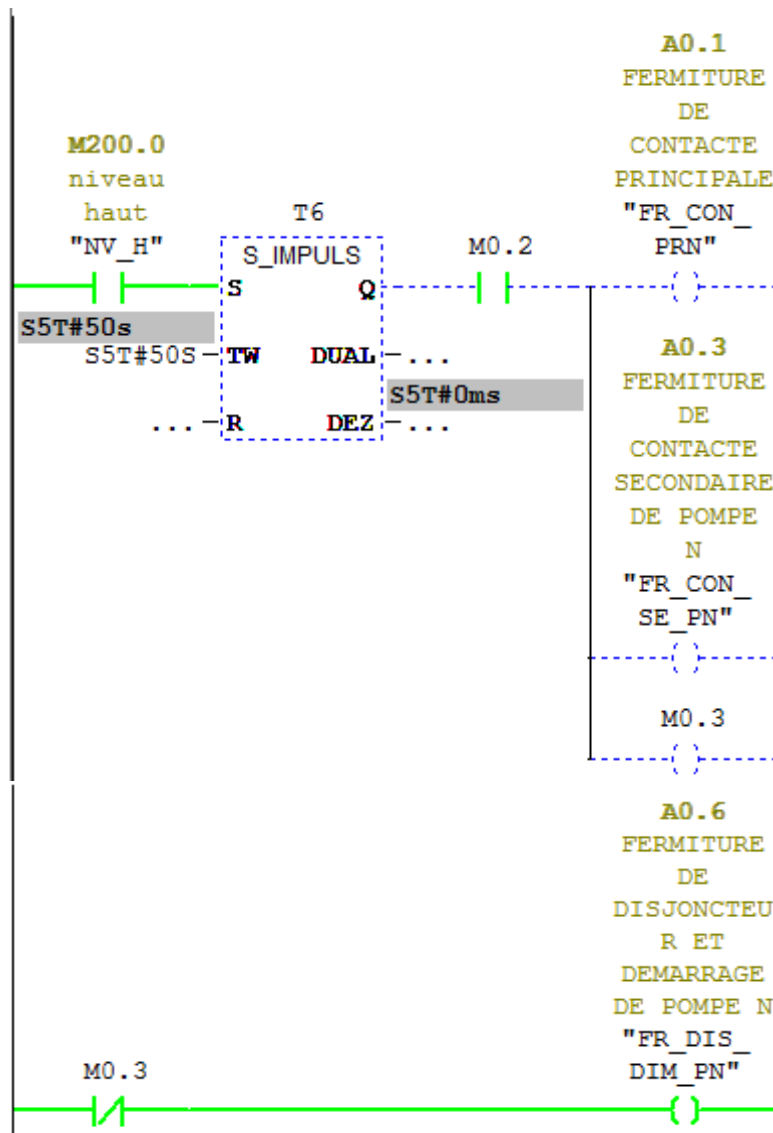


Figure III.16 Démarrage de la pompe N

Lorsque le niveau du bac arrive à 10 %, une alarme se déclenche pour nous donner l'information sur l'état bas du bac et au moment où le niveau du bac arrive à 5 % la vanne de pied de bac se ferme et les pompe s'arrête.

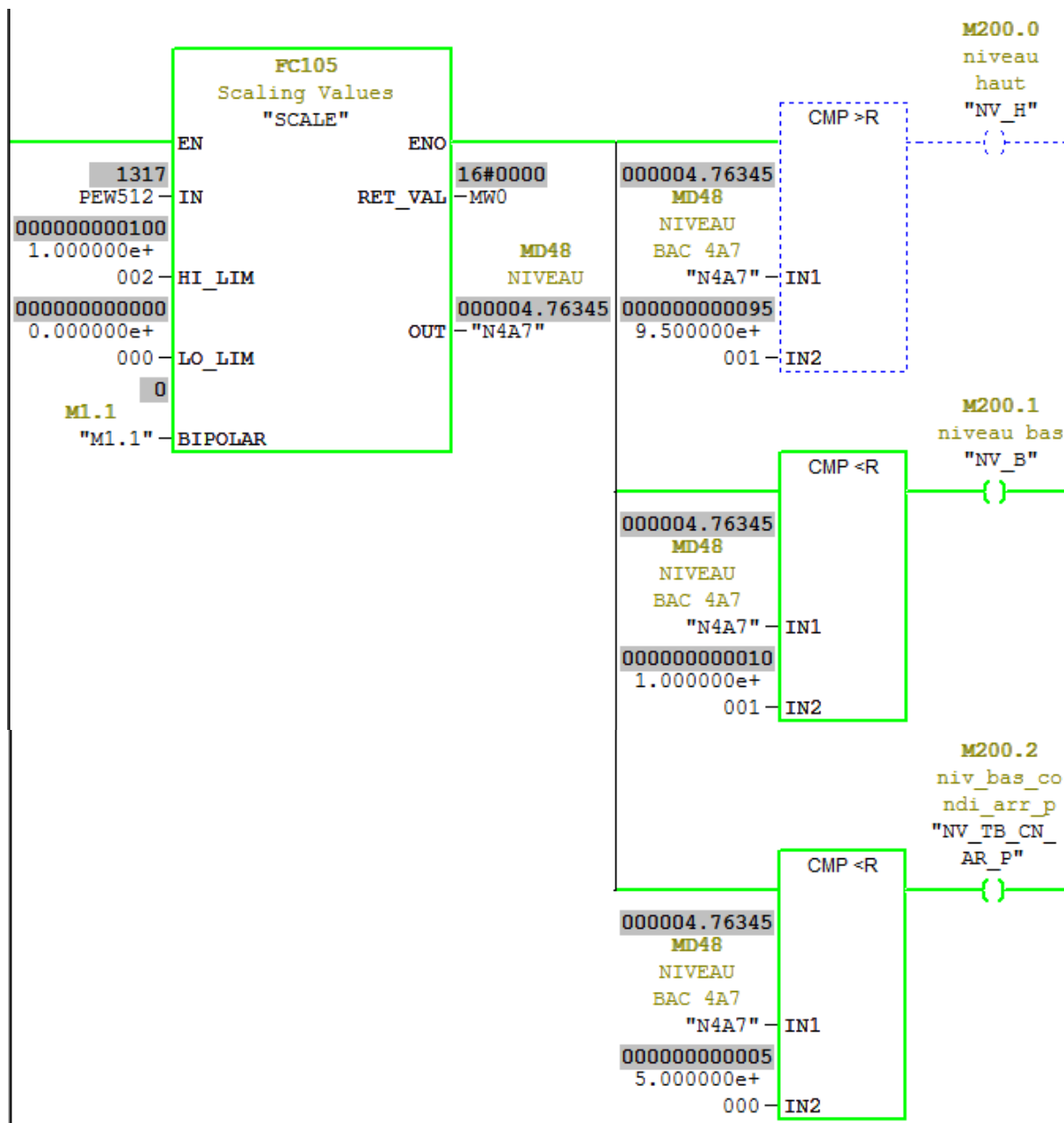


Figure III.17 Niveau bas fermeture de vanne MOV\_A7

### III.14 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons effectué la programmation du système de contrôle de niveau où nous avons donné les étapes et les résultats de simulation de mécanisme de chargement du navire. Le programme que nous avons établi a été testé sur l'automate virtuelle PLCSIM car il n'est pas possible de le valider sur site pour des mesures de sécurité.

A thick green vertical bar runs down the left side of the page. A green arrow-shaped banner points to the right, overlapping the bar, and contains the text 'Chapitre IV'.

# Chapitre IV

## Supervision avec WINCC flexible





### IV.1 Introduction

Ce chapitre sera consacré pour la supervision de niveaux des bacs à l'installation de pompage des hydrocarbures SONATRACH Béjaia. La supervision est une forme évaluée de dialogue Homme-Machine, dont les fonctions sont nombreuses comme par exemple, assurer la communication entre les équipements d'automatismes et les outils destinés à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé, de même ces fonctions coordonnent le fonctionnement d'un ensemble de machines dans une ligne de production et assister l'opérateur dans des opérations de diagnostic et de maintenance.

### IV.2 Présentation de WINCC flexible

Le WINCC est un système HMI performant utilisé sous différents Windows, il constitue l'interface entre l'opérateur et la machine.

Le contrôle et la commande de processus est assurée par un automate programmable, par conséquent il s'établit une communication entre le WINCC et l'opérateur d'une part et entre le WINCC et l'automate d'une autre part.

### IV.3 Logiciel WINCC flexible

Le logiciel WINCC est compatible avec le STEP7, propose la configuration pour divers pupitres opérateurs, est une famille de système d'ingénierie évolutifs adaptés aux tâches de configuration. Il permet de créer l'interface graphique pour pouvoir lire les valeurs des processeurs via l'automate, permet aussi l'affichage pour faciliter l'interprétation des résultats par l'opérateur.

### IV.4 Eléments de WINCC flexible

L'environnement de WINCC flexible se compose de plusieurs éléments. Certains de ces éléments sont liés à des éditeurs particuliers (par exemple l'éditeur vu) et sont uniquement visibles lorsque cet éditeur est activé. Il met à disposition un éditeur spécifique pour chaque tâche de configuration. Les différents outils et barres de l'éditeur d'une vue se présentent dans la figure suivante.

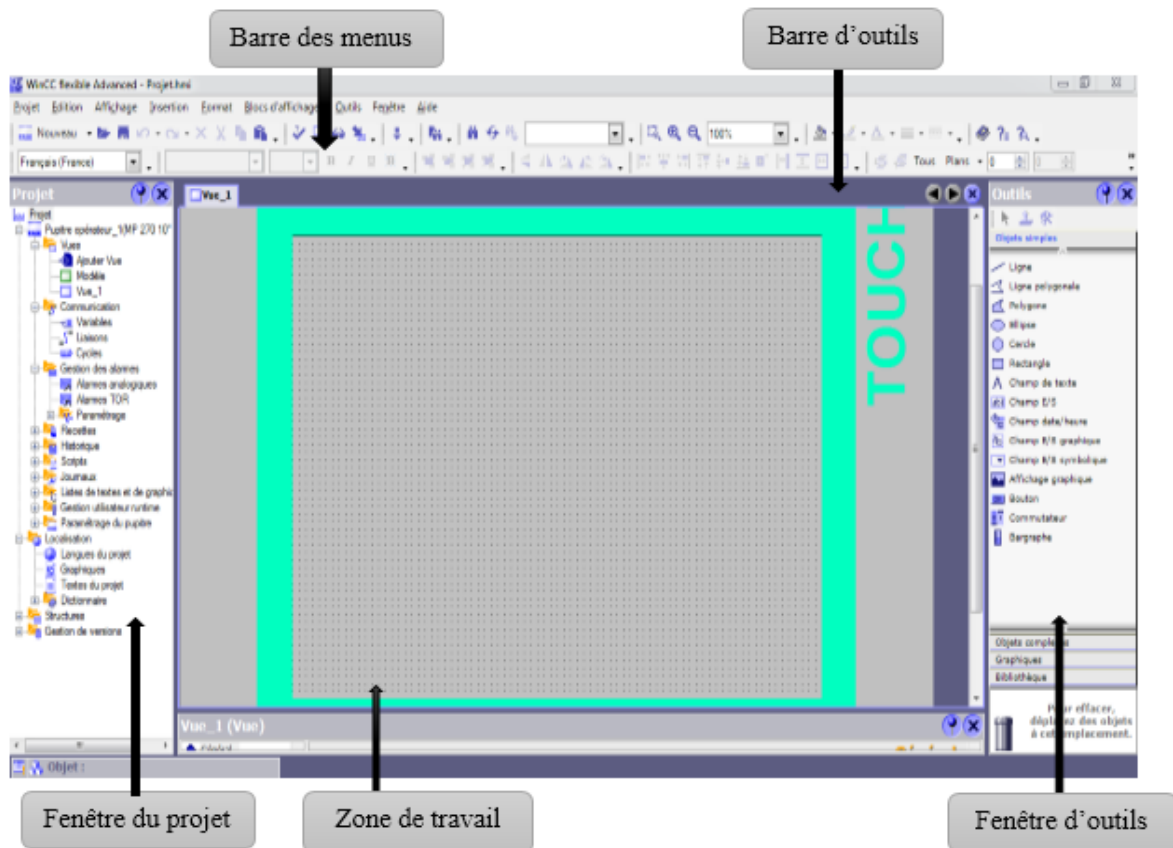


Figure IV.1 Interface WINCC flexible

#### Barre d'outils

La barre d'outils permet l'affichage de tous ce que le programmeur a besoin pour une manipulation.

#### Zone de travail

La zone de travail sert à éditer les objets du projet, est de même l'emplacement des vues, est l'interface de manipulation et de vision. Tous les éléments de WINCC flexible sont disposés autour de la zone de travail. Où vous pouvez disposer et configurer, déplacer ou masquer tous les éléments.

#### Fenêtre d'outil

La fenêtre d'outils vous propose une sélection d'objets que vous pouvez insérer dans les vues, des objets graphiques et des éléments de commande. La fenêtre d'outils contient en outre des bibliothèques d'objets et collections de blocs d'affichage prêts à l'emploi.

### Fenêtre du projet

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

### IV.5 Tache de WINCC flexible

#### ➤ Représentation du processus

Le processus est représenté sur le pupitre operateur. Lorsqu'un étas de processus évolue, l'affichage du pupitre operateurs est mis ajours.

#### ➤ Commande de processus

L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateurs graphique, il peut par exemple définir une valeur de consigne pour un automate par exemple.

#### ➤ Vue des alarmes

Lorsqu'on survient des états critiques dans le processus, une alarme immédiatement déclenché.

#### ➤ Archivage des valeurs processus et d'alarmes

Les alarmes et les valeurs de processus peuvent être archivées par le système HMI, on peut ainsi documenter la marche du processus et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée.

#### ➤ Gestion des paramètres de processus et de machine

Les paramètres du processus et des machine peuvent être enregistres au sein du système HMI dans des recettes .ces paramètres sont transférables en une seule opération sur l'automate pour démarrer la production d'une variante du produit.

### IV.6 SIMATIC HMI

WINCC flexible est un logiciel HMI pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine .SIMATIC HMI offre une gamme complète permettant de couvrir toutes les taches de contrôle-commande, nous permet de maitriser le processus à tout instant et de maintenir les machines et installation en état marche. WINCC flexible réunit les avantages suivants :

- Simplicité
- Ouverture
- Flexibilité

IV.7 Vue d'ensemble de système de contrôle commande

Nous avons réalisé cette vue à base du logiciel WINCC flexible, elle nous permet de voir un extrait de la station de stockage et de commercialisations des hydrocarbures SONATRATCH de Bejaia. Elle nous permet aussi de contrôler le niveau des bacs au moment de chargement et de vidange en temps continu.

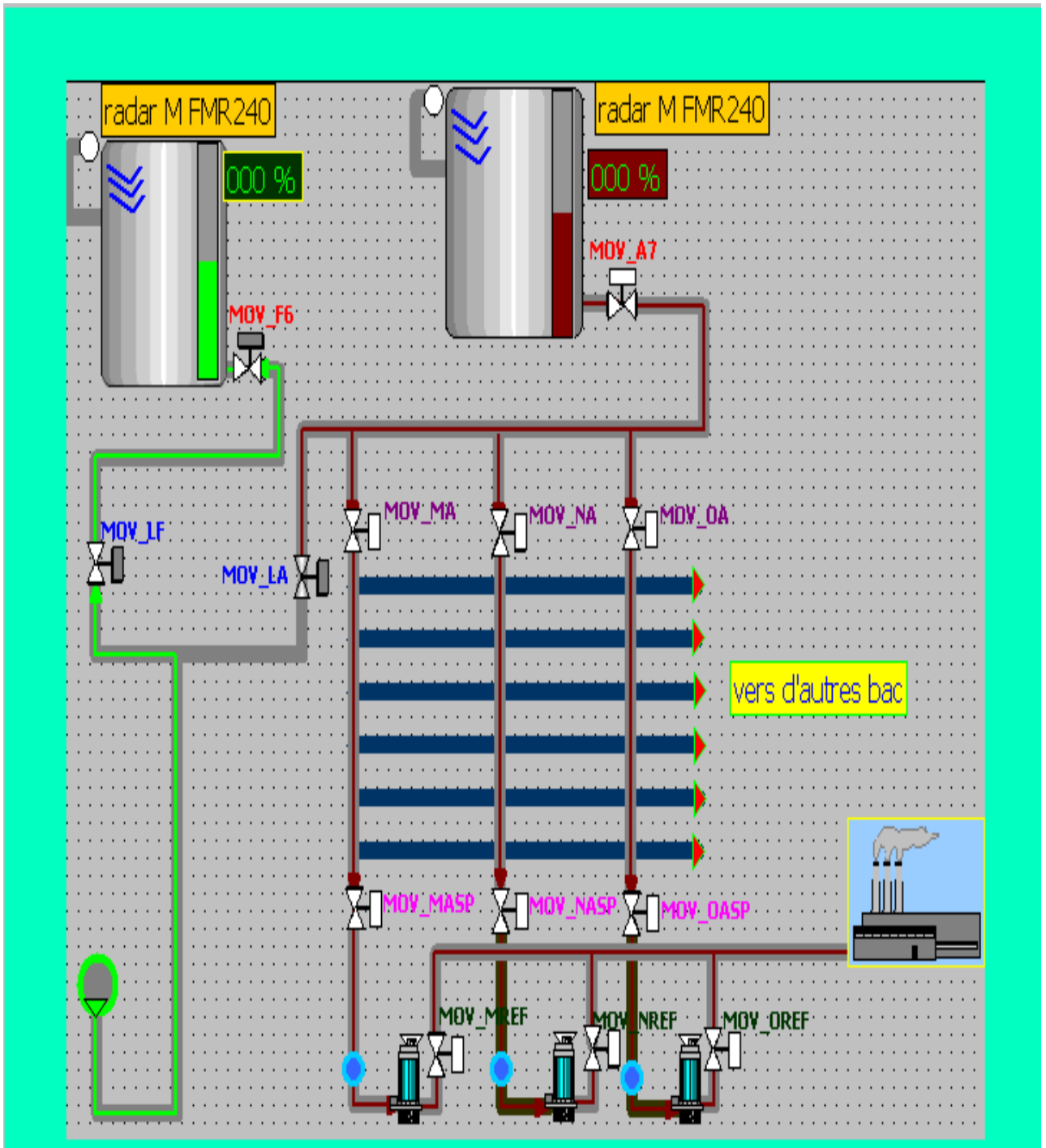


Figure IV.2 Extrait de la vue générale de la station



IV.8. Contrôle niveau du bac 4F6

Après avoir vérifié que le niveau du bac est inférieur à 5 % le système ouvre les deux vannes MOV\_F6 et MOV\_LF et contrôle le niveau.

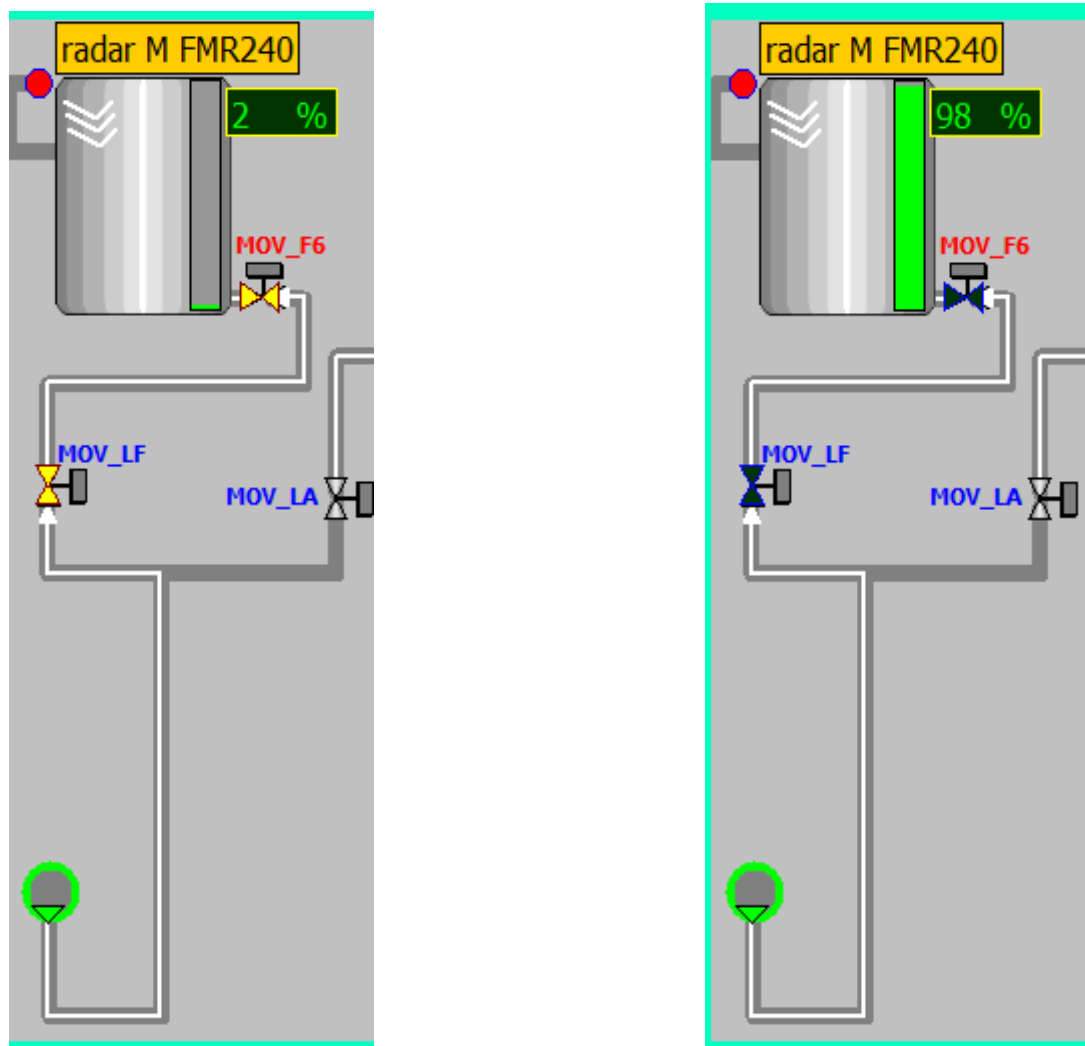


Figure IV.3 Contrôle de niveau et état des vannes

## IV.9 Contrôle de niveau du bac 4A7

Dès que les personnels de l'entreprise et du pétrolier se mettent en accord sur les conditions de chargement, ils contrôlent le niveau du bac et les équipements qui interviennent dans la procédure de chargement. La première chose est de vérifier que le niveau du bac dépasse 95% pour ouvrir toutes les vannes de ligne et démarre les pompes.

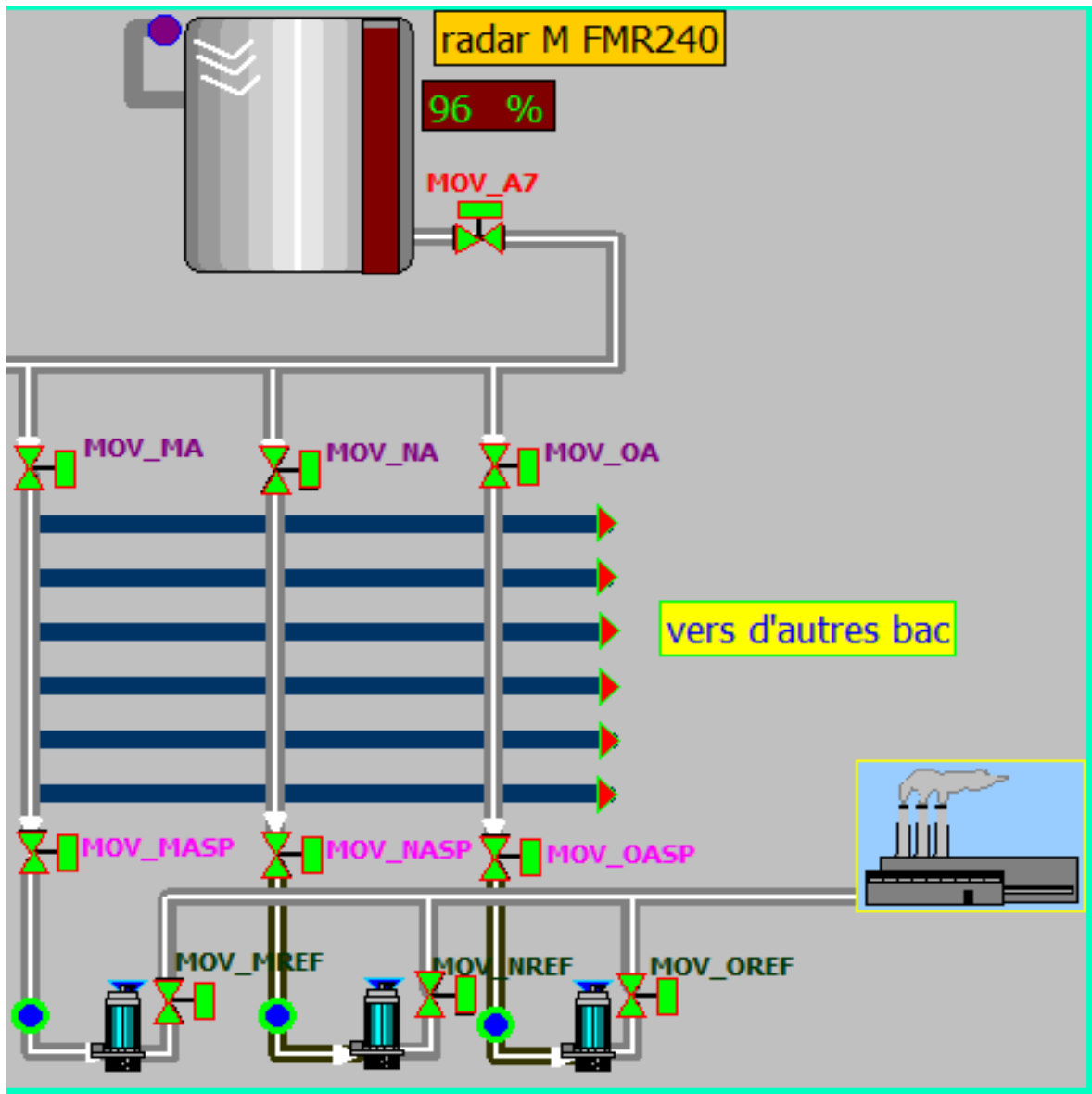


Figure IV.4 Exportation de brute

Et dès que le niveau du bac arrive à un pourcentage inférieur à 5 % le système ferme les vannes et arrête les pompes comme illustré dans la figure suivante.

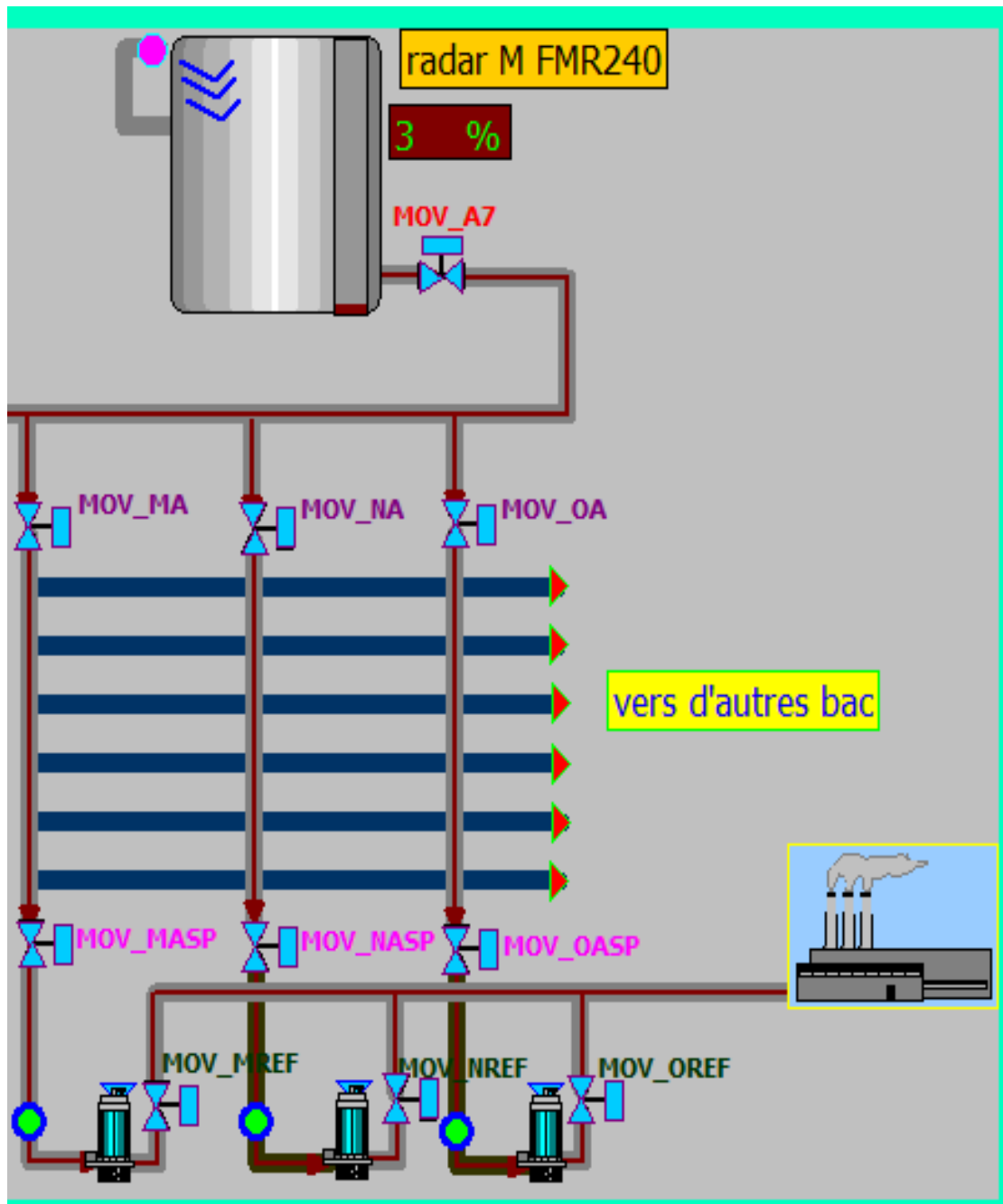
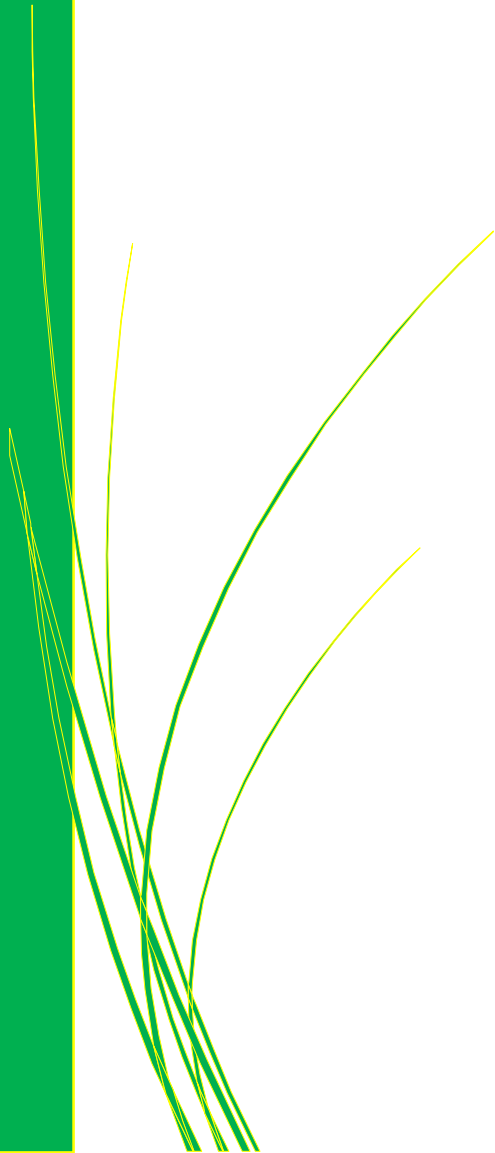


Figure IV.5 Arrêt de l'exportation

#### IV.10 Conclusion

L'interface que nous avons élaborée sur WINCC nous a permis de superviser notre système et faciliter ainsi le contrôle de son fonctionnement notamment aux machinistes qui sont chargés du bon fonctionnement du processus.

# Conclusion Générale



## Conclusion générale

Le travail que nous avons effectué est basé sur le principe de l'automatisation d'un système de contrôle de niveau des bacs des hydrocarbures au sein de la DRGB de SONATRACH. Nous avons entamé notre travail par une étude détaillée sur le système, ainsi qu'une description générale des équipements de la station. Afin de réussir sa mise en œuvre, nous avons exploité toutes les informations que nous avons extraites à partir des manuels d'installation au sein même de l'entreprise. L'étude du principe de fonctionnement de l'ancien système de détection de niveau déjà installé sur le terrain, nous a facilité et simplifié la tâche.

Dans notre travail nous avons étudié et automatisé un système de contrôle de niveau Micropilot M FMR240 qui est basé principalement sur la détection et la mesure de niveau en continu et sans contact avec le liquide.

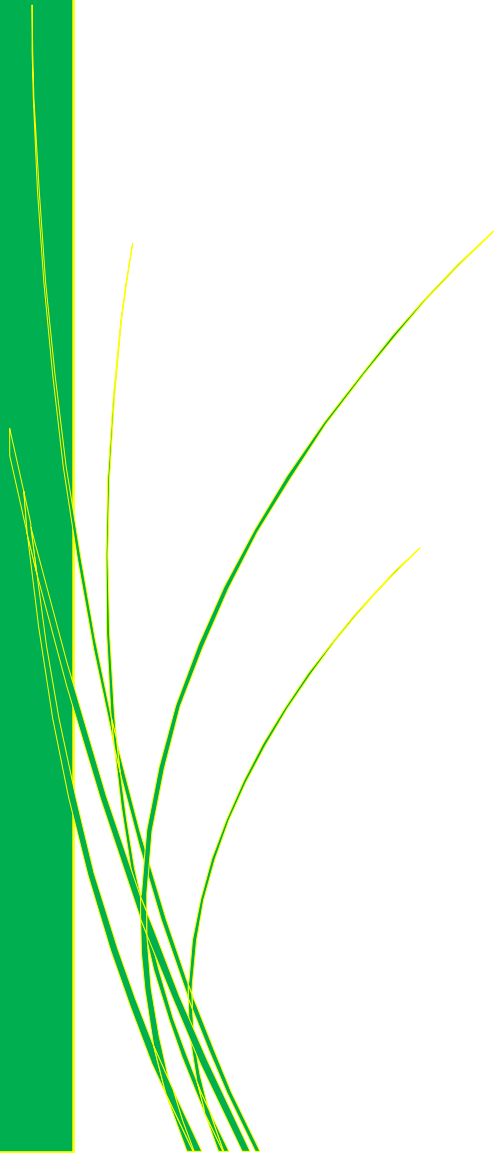
Nous avons de plus élaboré une programmation sous STEP7 que nous avons testé sur l'application de l'automate virtuel le PLCSIM, quant à la validation sur site n'est pas autorisée.

Au cours de notre travail nous avons constaté le rôle indispensable de la commande et le contrôle des installations industrielles.

Les sorties que nous avons effectués sur site sont très enrichissantes pour notre expérience professionnelle aussi bien en ce qui concerne le domaine technique que l'aspect humain.

De plus ce travail nous a permis de mettre en pratique des notions théoriques que nous avons déjà reçues au cours de notre cursus.

# Référence Bibliographie





# Bibliographie

- [1] Documentation interne de SONATRACH
- [2] <https://dmliefer.ru/sites/default/files/biffi-actuator-f01>
- [3] Catalogue d'inhalation, <https://www.flowserve.com/sites/default/files/2016-07/lmenim2306-ea4>
- [4] Rabhi Lydia et Naili Aissa, «Automatisation d'un skid de comptage de pétrole par un API S7-400 (SONATRACH) », université M'hamed Bougrara de Boumerdes, Année 2014/2015.
- [5] Arezki Karima et Fengal Hania, «Etude simulée de la commande de la bouée SPM par un automate programmable à niveau SONATRACH », université Abderrahmane Mira de Bejaia, 2015/2016
- [6] Mourad Boudah « automatisation d'une ligne de préparation de jus a COJEK CEVITAL», Abderrahmane Mira De Bejaia université, Année 2016/2017
- [7] Philippe Grare, « Automatismes», ce qu'il faut savoir sur les automatismes, 2008
- [8] Jean-Yves Fabert, « Automatismes et Automatique classes Science industrielles », ellipses, 4 novembre 2005.
- [9] Saoudi Nassim et Mouhoub Hamza, « Elaboration d'un système d'automatisation et supervision de la gestion des autorisations et de manœuvres sur cellules », université Abderrahmane Mira De Bejaia, Année 2015/2016
- [10] G .Michel, « architecture et application des automates programmable industrielle », DUNOD, Édition 1995
- [11] William Bolton, « les automates programmables industrielles», DUNOD, 12 mai 2010.
- [12] Tighzer Farhat et Messaoudi Slimane « conversion et combinaison de deux automates S5-95U et S7-200 vers un automate S7-300 », université Abderrahmane Mira De Bejaia, Année 2015/2016



[13] Arrad Fadila et Bouhamou Fatima « étude et supervision des deux bacs d'huile brute Cevitale de Bejaia », université Abderrahmane Mira De Bejaia, Année 2014/2015

[14] ARAB Nassim et HAMGA Sofiane « Etude de fonctionnement du circuit CIP d'une remplisseuse aseptique de jus », université Abderrahmane Mira de Bejaia, Année 2016/2017

[15] Gilles MICHEL, Claude LAURGEAU, Bernard ESPIAU « les automates programmables industrielle », édition DUNOD.1997.

[16] Document protocoles de communications, N° du document 26/860, Version FR01, 24 / 1 / 2014

[17] Haddour Ali, Bourif Toufik « Automatisation d'une station de pressurisation pour un système anti-incendie avec AIP S7-300», université Abderrahmane Mira De Bejaia, Année 2011/2012.

[18] Automate SIEMENS S7-400, centre de formation industriel, fichier 01\_SYH\_fr.10, 29/03/2015

[19] Rabhi Lydia, Naili Aissa « automatisation d'un skid de comptage de pétrole par un API S7-400», université M'hamed Bougrara De Boumerdes.

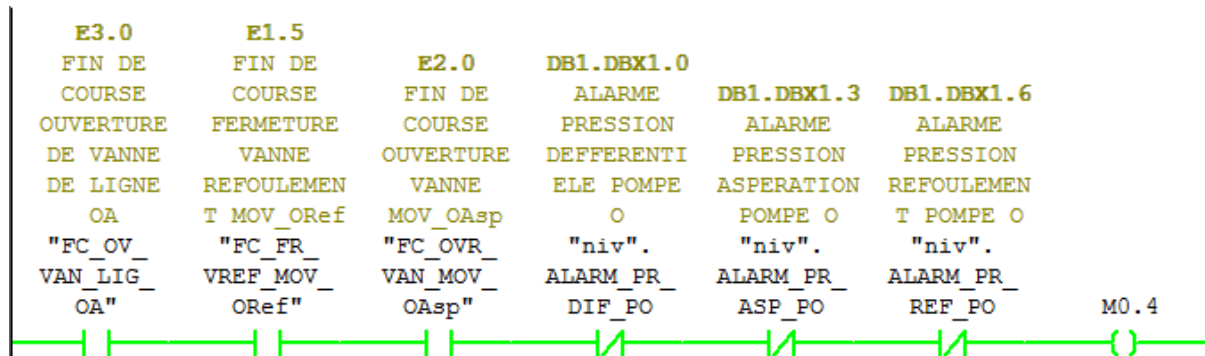


# Annexe

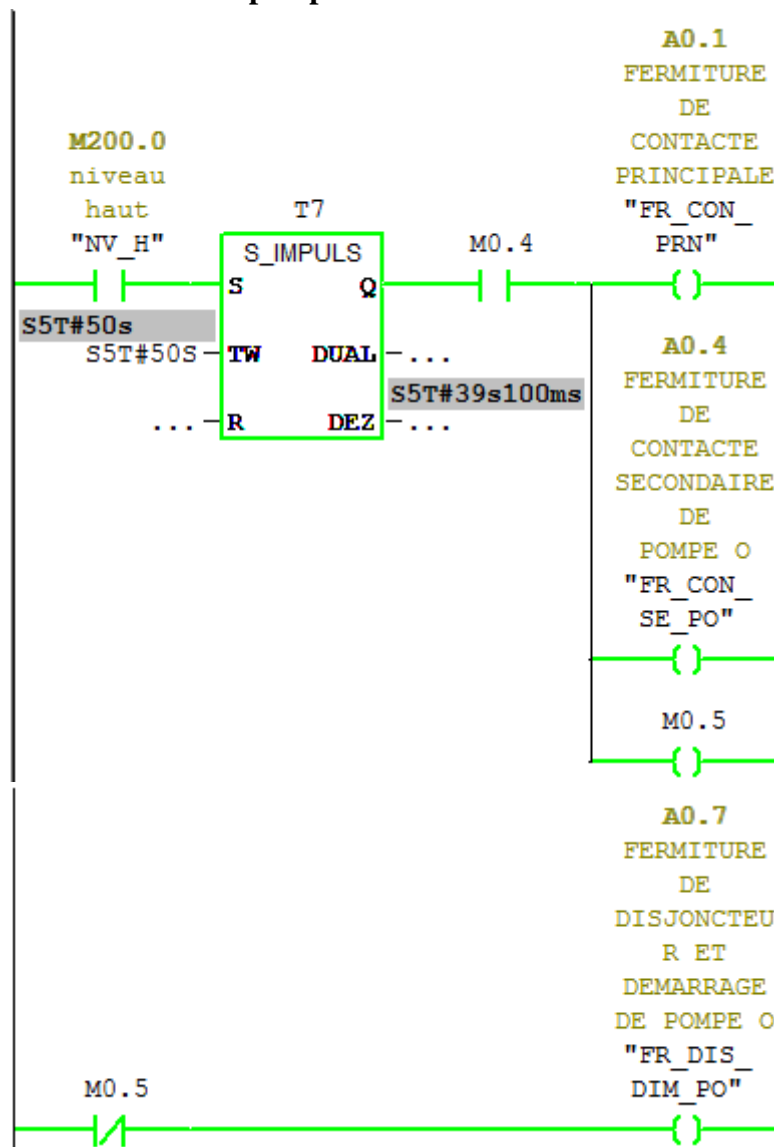


# Annex

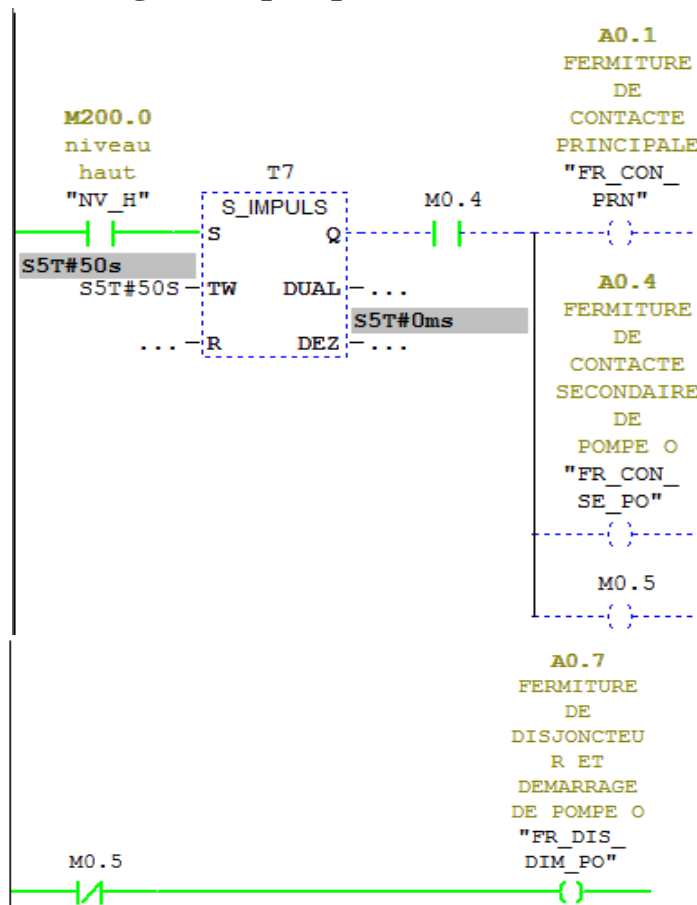
## Condition principale de démarrage de la pompe O



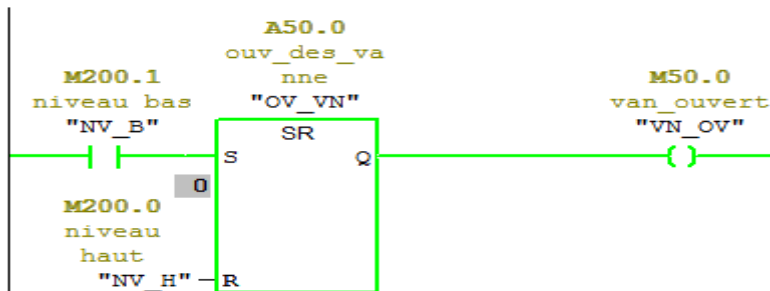
## Commande de la pompe O



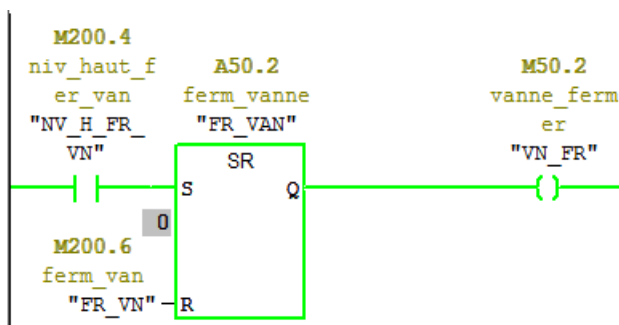
## Démarrage de la pompe O



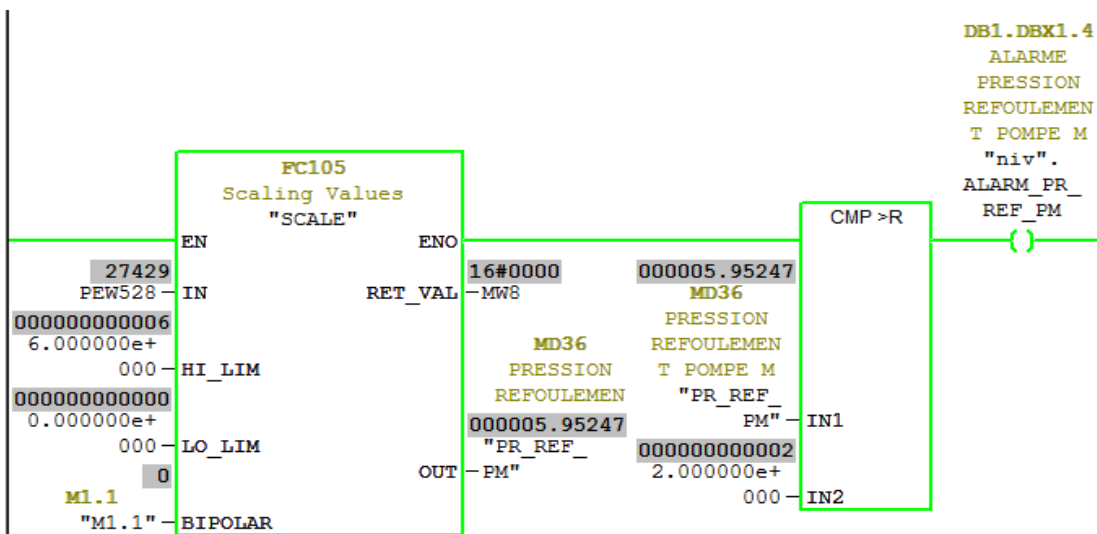
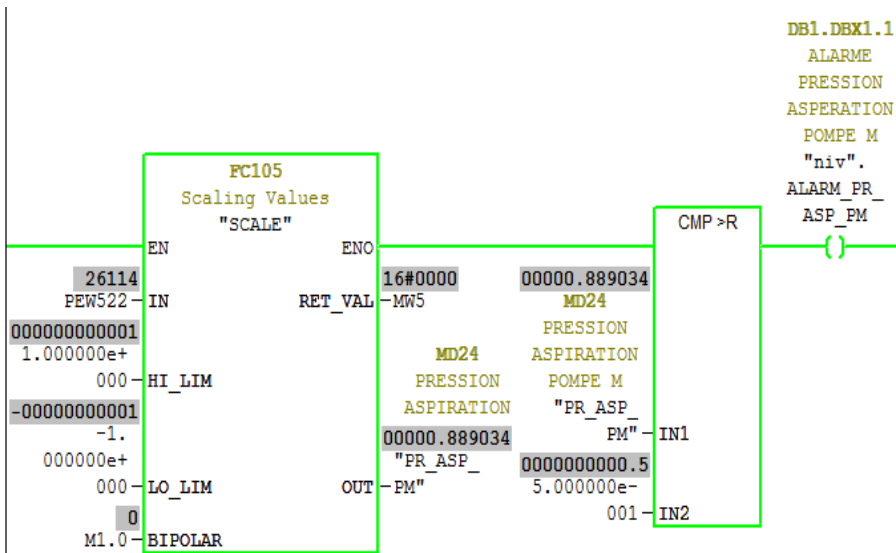
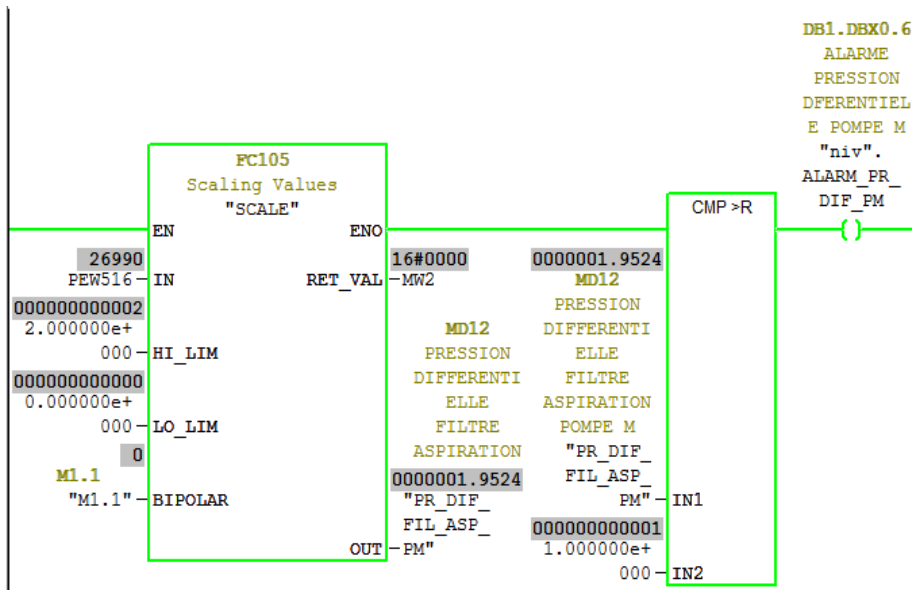
## Niveau du bac 4A7



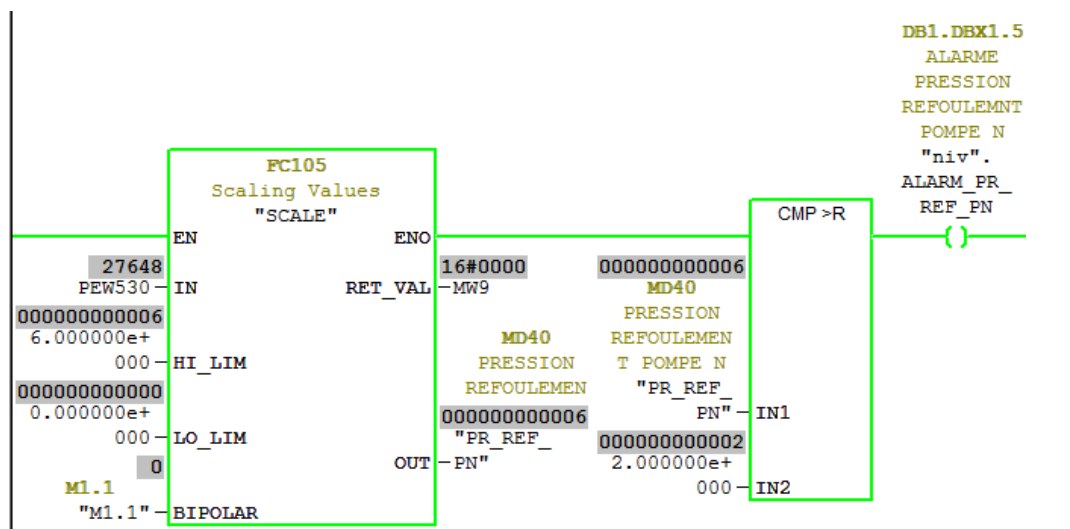
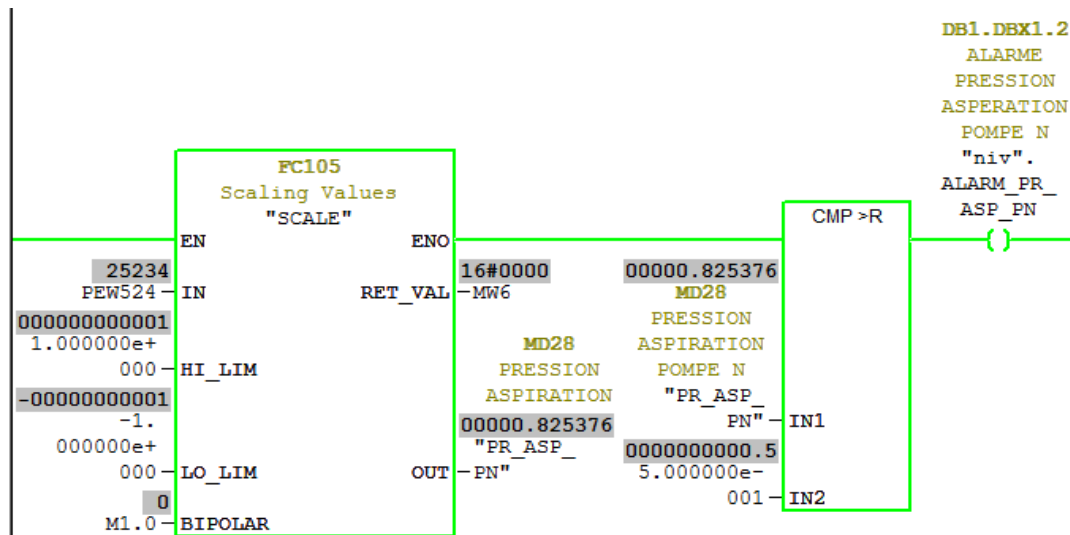
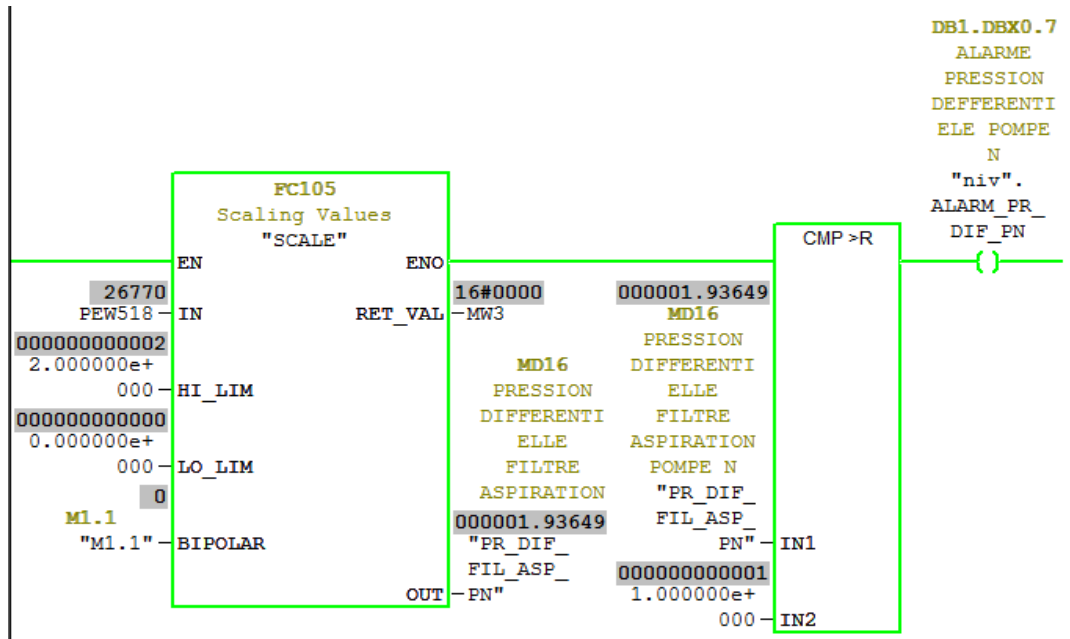
## Niveau du bac 4F6



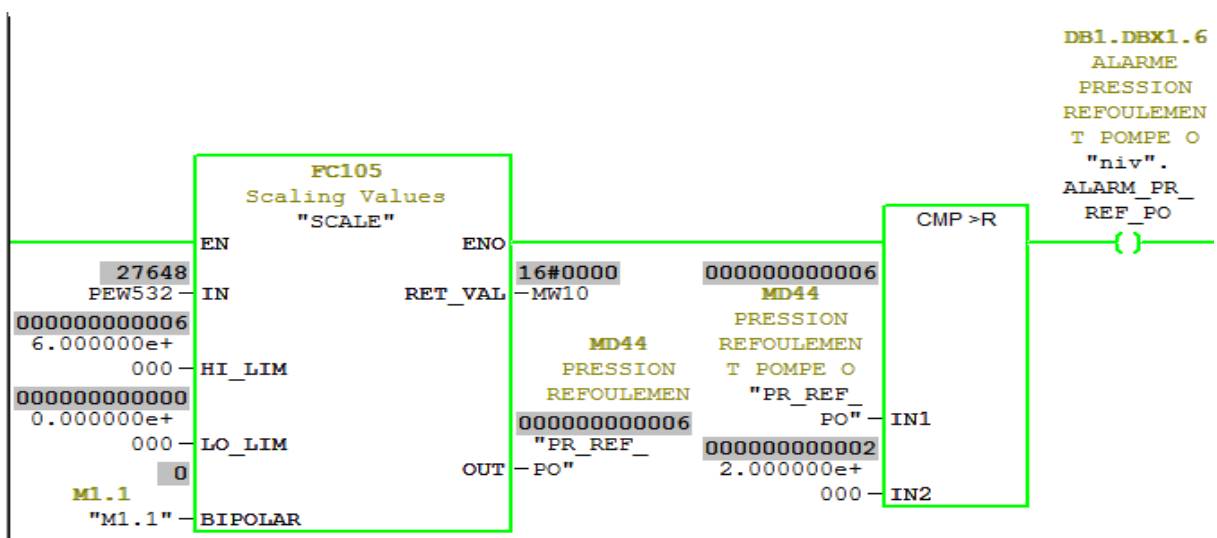
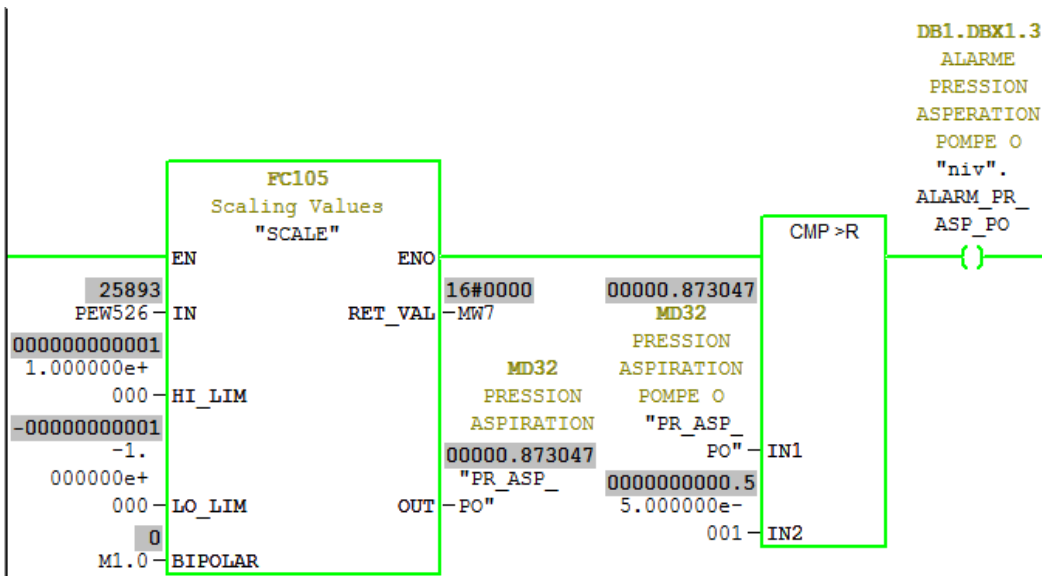
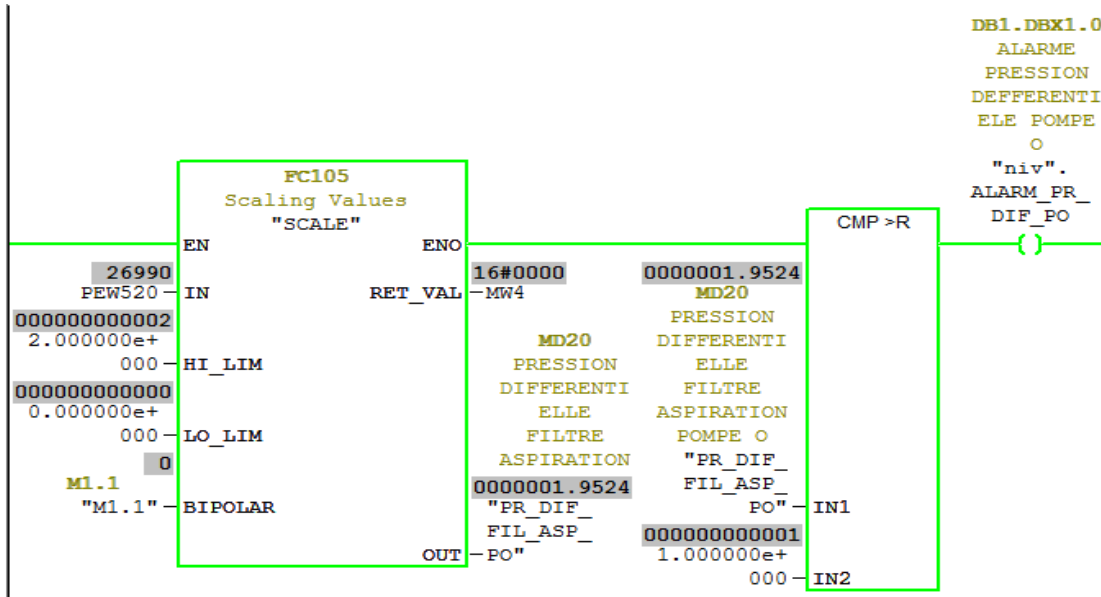
# Alarmes pour les pressions de la pompe M



# Alarmes pour les pression de la pompe N



# Alarmes pour les pressions de la pompe O



# **Résumé**

Ce présent travail, réalisé au sein de l'entreprise SONATRACH a pour but d'automatisation d'un système de contrôle de niveau des bacs de stockage d'hydrocarbure.

Vous trouverez une description détaillée sur les automates programmables industriels et plus précisément le S7\_400 et le S7\_300 de la famille SIEMENS.

Une autre partie de ce travail est consacrée à la description du logiciel de programmation STEP7 en mettant les étapes à suivre pour la création d'un projet, la configuration matérielle, l'élaboration du programme et la simulation.

Une supervision du projet a été créée pour assurer le contrôle à distance de l'installation avec WINCC Flexible.

# **Abstract**

This present work, realized within the company SONATRACH aims at automation of a level control system of the tanks of hydrocarbon storage.

You will find a detailed description of the programmable logic controllers and more precisely the S7\_400 and S7\_300 of the SIEMENS family.

Another part of this work is devoted to the description of the STEP7 programming software by putting the steps to follow for the creation of a project, the hardware configuration, the program development and the simulation.

A project supervision has been created to ensure the remote control of the installation with WINCC Flexible.



