

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

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'informatique  
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

**Mémoire de Fin d'Etude  
de MASTER ACADEMIQUE**  
Spécialité : **Automatique et informatique industrielle**

*Présenté par*  
**Chikhi Samia**  
**Alioui Nabil**

Mémoire dirigé par **Mr Bouchebbat Rochdi**

Thème

**Etude de la rénovation d'un séparateur  
triphase, Automatisation avec l'API Allen  
Bradley et Intégration du DCS DeltaV**

*Mémoire soutenu publiquement le 26 juin 2018 devant le jury composé de :*

**Mme Boudjemaa Fadhila**  
MAA, UMMTO, Président

**Mme Zaabot Zohra**  
MAA, UMMTO, Examineur

**Mr Bouchebbat Rochdi**  
MAB, UMMTO, Rapporteur

# *Remerciements*

*Nous remercions, Dieu le tout puissant de nous avoir donné la foi qui nous a guidé jusqu'à la réalisation et l'aboutissement de ce travail.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus distingués :*

*A notre promoteur Mr Bouchebbat de nous avoir fait l'honneur d'assurer l'encadrement de notre travail, nous vous sommes très reconnaissants d'avoir veillé à son élaboration, et nous vous présentons notre profonde gratitude pour vos conseils judicieux et le temps que vous avez consacré pour nous.*

*Nous tenons à remercier vivement les membres du jury d'avoir consacré de leur temps à la lecture de ce manuscrit, d'accepter de juger et d'évaluer ce travail.*

*Nous tenons à remercier vivement l'ensemble du personnel de la direction du groupement SONAHES (Service Automation) en particulier Mr Chatouan Abdelhafid, Mr Sellam Mohammed , Mr Raouf Mehtar et Mr Laatar Bachir qui nous ont permis d'effectuer notre stage dans les meilleures conditions.*

*En fin nous voudrions remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

# *Dédicaces*

*J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail :*

*A mes parents, très chère mère et très cher père source de courage, qui ont sacrifié,  
tout donner pour ma réussite.*

*A mes chères sœurs : Djouher, Assia, Souhila, Kamilia, Saida, Sadia*

*A mon cher petit frère : Saïd*

*A mon fiancé : Rachid*

*A mes beaux frères Dada Akli, Amara, Redouane, Abd Arehman.*

*A mes nièces Ouiza, Noura*

*A mes neveux Ahmed, Akrem, Salem.*

*A tout mes amis*

*A tous les êtres chers à mes yeux que je n'ai pas pu évoqués.*

*Samia*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes parents et à ma Sœur :*

*Grâce à leurs encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.*

*Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.*

*Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.*

*A la famille ALIOUI*

*Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.*

*A tous mes Amis :*

*Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.*

*ALIOUI Nabil*

## Sommaire

### Introduction générale

<b>Introduction générale</b> .....	1
------------------------------------	---

### Description du complexe SONAHESS

1. Présentation de l'entreprise .....	3
2. Situation géographique .....	3
3. Les différents centres de la direction El Gassi .....	4

### Chapitre I : Généralités sur les systèmes automatisés

I.1 Introduction.....	9
I.2 L'automatisme .....	9
I.2.1 Objectifs de l'automatisme.....	9
I.2.2 Les systèmes automatisés.....	9
I.2.2.1 La partie opérative (PO).....	10
I.2.2.2 La partie commande (PC) .....	10
I.2.2.3 La partie relation (PR) .....	10
I.3 Les système de contrôle.....	11
I.3.1 L'automate programmable industriel.....	11
I.3.1.1 Structure interne d'un API .....	11
I.3.1.2 Fonctionnement de l'API .....	13
I.3.1.3 Les fonctions de l'API .....	13
I.3.1.4 Langage de programmation pour l'API .....	14
I.3.2 Le système de contrôle distribué (DCS) .....	15
I.3.2.1 Les fonctions de DCS .....	15
I.3.2.2 Avantages du DCS.....	16

I.4 Les systèmes de sécurité.....	16
I.4.1 Système ESD .....	16
I.4.2 Système F&G (Fire&Gas).....	17
I.5 Conclusion .....	18

## **Chapitre II : Description du séparateur 10-V-120**

II.1 Introduction .....	19
II.2 La séparation.....	19
II.2.1 But de séparation .....	19
II.2.2 Principe de séparation.....	19
II.3 Le séparateur.....	20
II.3.1 Paramètres à surveiller sur un séparateur.....	20
II.3.2 Fonctionnement du séparateur [7] .....	20
II. 3.2.1 La section de la séparation primaire .....	20
II. 3.2.2 La section de la séparation secondaire .....	21
II. 3.2.3 La section de coalescence .....	21
II. 3.2.4 La section de collecte .....	21
II.3.3 Les différents types de séparateurs [8] .....	21
II.3.3.1 Le séparateur vertical.....	21
II.3.3.2 Le séparateur sphérique .....	22
II.3.3.3 Le séparateur horizontal .....	23
II.4 Le séparateur 10-V-120.....	24
II.4.1 Caractéristique du séparateur 10-V-120 .....	26
II.4.2 Instrumentation du séparateur 10-V-120 .....	27
II.4.2.1 Régulateur pneumatique de niveau LC .....	27

II .4.2.2 Régulateur pneumatique de pression PC .....	28
II.4.2.3 Autre Instrumentation.....	28
II.5 Avantage et inconvénients de l’installation.....	29
II.5.1 Avantages .....	29
II.5.2 Inconvénients .....	30
II.6 Conclusion.....	30

**Chapitre III : Etude de Rénovation et automatisation du séparateur par l'automate  
Allen Bradley**

III.1 Introduction .....	31
III.2 Installation du panneau de contrôle pneumatique LCP.....	31
III.3 Nouvelle instrumentation électronique .....	33
III.3.1 Transmetteur de niveau LT-11208.....	34
III.3.2 Transmetteur de niveau LT-11209.....	34
III.3.3 Transmetteur de pression PT-11208 .....	35
III.3.4 Transmetteur de DP (différence de pression) PDT-11208.....	35
III.3.5 Transmetteur de température TT-11208 .....	36
III.3.6 La vanne régulatrice LCV-11208 .....	36
III.3.7 La vanne régulatrice LCV-11209 .....	37
III.3.8 La vanne régulatrice PCV-11208.....	37
III.3.9 La BDV-11208 (Blow Down Valve).....	38
III.3.10 L’ESDV-12000 (Emergency Shutdown valve) .....	38
III.4 L’automatisation par Allen Bradley .....	41
III.4.1 Choix de l’automate Allen Bradley.....	41
III.4.2 Structure interne de Allen Bradley.....	41
III.4.2.1 Châssis 7 slots 1756-A7 .....	41
III.4.2.2 Module d’alimentation .....	41

III.4.2.3 Contrôleur PLC AB L55 .....	42
III.4.2.4 Carte Ethernet 1756-ENBT/A .....	42
III.4.2.5 Cartes d'Entrées /Sorties .....	43
III.4.2.6 Module de communication MVI56E-MCM.....	43
III.5 Câblage de l'automate.....	44

## **Chapitre IV : Programmation et supervision**

IV.1 Introduction.....	51
IV.2 Logiciel Allen Bradley RSLogix 5000 .....	46
IV.2.1 Développement d'un projet.....	46
IV.2.1.1 Création d'un projet .....	46
IV.2.1.3 Affichage des points d'E/S.....	49
IV.3 Architecture et hiérarchie des projets (programmes).....	50
IV.3.1 Structure d'un programme LADDER (Langage à contact) .....	50
IV.3.2 Instructions de base dans RSLogix.....	52
IV.3.2.1 Les symboles des entrées en LADDER .....	52
IV.3.2.2 Les symboles de sorties en LADDER.....	52
IV.3.2.3. Sauts de réseaux.....	52
IV.3.2.4 Temporisateur et compteur.....	52
IV.3.2.5 Comparaison et transfert .....	53
IV.3.2.6 Instructions spéciales .....	53
IV.3.3 Connexion au contrôleur .....	54
IV.3.4 Programmes et routines.....	54
IV.4 Programme de fonctionnement du Séparateur 10-V-120 .....	55
IV.5 Création de l'HMI du séparateur.....	56
IV.5.2 L'image Séparateur.....	57
IV.5.3 L'image ESD .....	59

IV.5.4 L'image Alarm List .....	59
IV.5.5 L'image PIC_11208, LIC_11208, LIC_11209 .....	60
IV.5.6 L'image PCV_11208, LCV_11208, LCV_11209 .....	61
IV.5.7 L'image GAZ .....	61
IV.4 Conclusion .....	62

## **Chapitre V : Intégration du DCS Delta V**

V.1 Introduction .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
V.1 Introduction .....	63
V.2 Le système DCS DELTA V .....	63
V.2.1 Définition .....	63
V.2.2 Choix du DCS DELTA V .....	63
V.2.3 Conception modulaire du système delta V .....	64
V.2.4 Différents terminaux du système delta V .....	66
V.2.5 Concepts du système DeltaV .....	66
V.2.6 Configuration du logiciel .....	67
V.2.6.1 Outils techniques .....	67
V.2.6.2 Outils opérateurs .....	70
V.2.7 Utilisation du DeltaV Explorer .....	71
V.2.7.1 Création de la base de données .....	71
V.2.7.2 Création et nommage d'une nouvelle zone .....	71
V.2.7.3 Création d'un module de contrôle .....	71
V.2.7.4 Création du contrôleur .....	73
V.2.8 Utilisation du Delta V Operate .....	74
V.2.8.1 Création d'une nouvelle vue .....	74

V.2.8.2 Ajout d'un objet .....	75
V.3 Intégration du DCS DeltaV : Interconnexion entre L'API et DCS .....	75
V.3.1 Configuration sur API Allen Bradley .....	76
<b>V.3.2 La configuration sur le DCS Delta V .....</b>	<b>78</b>
V.3.2.1 Programmation sur DeltaV Explorer.....	78
V.3.2.2 Création des dataset.....	78
V.3.2.3 Programmation de la carte via DeltaV Control Studio.....	79
V.3.2.4 La configuration pour la lecture.....	82
V.3.2.5 La configuration pour écriture .....	82
V.3.2.6 La lecture des données transférées.....	86
V.3.2.7 L'écriture des données.....	87
V.4 Conclusion.....	88
<b>Références Bibliographiques.....</b>	<b>91</b>

## Liste des Figures

<b>Figure 1</b> : Le logo du groupement SONAHCESS.....	3
<b>Figure 2</b> : Carte géographique du complexe SONAHCESS.....	4
<b>Figure 3</b> : L'organigramme de GEA.....	6
<b>Figure I.1</b> : Structure interne d'un automate.....	12
<b>Figure I.2</b> : Fonctionnement de l'automate.....	13
<b>Figure I.3</b> : Structure fonctionnelle conventionnelle d'un DCS.....	15
<b>Figure II.1</b> : Principe de la Séparation.....	20
<b>Figure II.2</b> : Vue détaillée d'un séparateur vertical.....	22
<b>Figure II.3</b> : Vue détaillée d'un séparateur sphérique.....	23
<b>Figure II.4</b> : Vue détaillée d'un séparateur triphasé.....	23
<b>Figure II.5</b> : Vue générale du séparateur 10-V-120.....	25
<b>Figure II.6</b> : La vanne LCV avec le régulateur pneumatique.....	27
<b>Figure II.7</b> : La vanne PCV avec le régulateur pneumatique.....	28
<b>Figure II.8</b> : Vanne manuelle à l'entrée du séparateur.....	29
<b>Figure III.1</b> : Installation d'un cylindre avec switches.....	32
<b>Figure III.2</b> : Schéma synoptique de la nouvelle instrumentation.....	33
<b>Figure III.3</b> : a- les switches LAH, LAL b- Transmetteur de niveau 10-LT-11208.....	34
<b>Figure III.4</b> : Transmetteurs de Pression et DP : PT-11208, PDT-11208.....	35
<b>Figure III-5</b> : Transmetteur de température TT-11208.....	36
<b>Figure III. 6</b> : La vanne LCV-11208.....	37
<b>Figure III.7</b> : La vanne PCV-11208.....	38

<b>Figure III.8</b> : Convertisseur I/P.....	38
<b>Figure III.9</b> : La vanne ESD-12000.....	39
<b>Figure III.10</b> : Electrovanne trois voies pneumatique.....	39
<b>Figure III.11</b> : Le châssis 1756-A7.....	39
<b>Figure III.12</b> : L'alimentation électrique AB.....	42
<b>Figure III.13</b> : Le contrôleur AB L55.....	42
<b>Figure III.14</b> : La carte Ethernet 1756-ENBT/A.....	42
<b>Figure III.15</b> : Les cartes E/S sur châssis 1756-A7.....	43
<b>Figure III.16</b> : Module de communication MVI56E-MCM.....	44
<b>Figure IV.1</b> : Création d'un projet.....	47
<b>Figure IV.2</b> : Identification du projet.....	47
<b>Figure IV.3</b> : Création d'un module.....	47
<b>Figure IV.4</b> : Sélection d'un module.....	48
<b>Figure IV.5</b> : Identification d'un module.....	48
<b>Figure IV.6</b> : Configuration d'un module.....	49
<b>Figure IV.7</b> : Table des variables.....	49
<b>Figure IV.8</b> : Creation des tags.....	50
<b>Figure IV.9</b> : Structure d'un langage Ladder.....	51
<b>Figure IV.10</b> : Etablir une connexion.....	54
<b>Figure IV.11</b> : Insertion d'une logique.....	55
<b>Figure IV.12</b> : L'image Control.....	57
<b>Figure IV.13</b> : Vue du séparateur.....	58
<b>Figure IV.14</b> : Accès administrateur.....	58
<b>Figure IV.15</b> : Page ESD.....	59
<b>Figure IV.16</b> : Alarm list.....	59

<b>Figure IV.17</b> : L'image LIC_11208.....	60
<b>Figure IV.18</b> : Ouverture d'une vanne à 45% manuellement.....	60
<b>Figure IV.19</b> : Changement du paramètre du PID.....	61
<b>Figure IV.20</b> : Animation pour le débit de gaz.....	62
<b>Figure V.1</b> : Les modules DeltaV.....	65
<b>Figure V.2</b> : Vue général du DeltaV Explorer.....	68
<b>Figure V.3</b> : DeltaV Explorer.....	69
<b>Figure V.4</b> : Création d'un Module de Contrôle.....	72
<b>Figure V.5</b> : Configuration du module de contrôle.....	73
<b>Figure V.6</b> : Les étapes de Création d'une nouvelle vue.....	74
<b>Figure V.7</b> : Ajout d'un objet.....	75
<b>Figure V.8</b> : Communication entre l'API et DCS.....	75
<b>Figure V.9</b> : Configuration du module Prosoft.....	76
<b>Figure V.10</b> : Configuration du module de communication.....	77
<b>Figure V.11</b> : Configuration de la carte série.....	78
<b>Figure V.12</b> : Exemple de Création du Dataset.....	79
<b>Figure V.13</b> : Ouverture du Control Studio.....	80
<b>Figure V.14</b> : Exemple de création des registres sous contrôle studio.....	81
<b>Figure V.15</b> : Vue des registres de communication.....	82
<b>Figure V.16</b> : Blocs BFO (BFO1 & BFO2) et BFI.....	83
<b>Figure V.17</b> : Téléchargement de la carte de communication.....	84
<b>Figure V.18</b> : Ouverture des Datasets.....	85
<b>Figure V.19</b> : Lecture de valeurs booléennes.....	86
<b>Figure V.20</b> : Lecture des valeurs analogiques.....	87
<b>Figure V. 21</b> : Exemple d'ouverture d'une vanne dans le DCS.....	88



## **Liste des tableaux**

<b>Tableau II.1</b> : Caractéristiques du séparateur 10-V-120.....	26
<b>Tableau III. 1</b> : Causes et effets du système ESD.....	32
<b>Tableau III.2</b> : Première liste du matériel nécessaire pour la rénovation du séparateur.....	40
<b>Tableau III.3</b> : Deuxième liste du matériel nécessaire pour la rénovation.....	44
<b>Tableau III.4</b> : Choix des points de connexions des instruments aux E/S.....	45

## Liste des abréviations

**AB:** Allen Bradley

**API:** Automate programmable industriel

**AI:** Analog Input (Entrée analogique)

**AO:** Analog Output (Sortie analogique)

**DCS:** Distributed control system (système de contrôle distribué)

**DI:** Digital Input (Entrée digital)

**DO:** Digital Output (Sortie digital)

**EPROM :** Erasable programmable read only memory.

**ESD:** Emergency shut down (Arrêt d'urgence)

**ESDV:** Emergency shut down valve (Vanne d'arrêt d'urgence)

**F&G:** Fire & Gas (Feu et gaz)

**HMD :** Hassi Messouad

**HP:** High pressure (Haute pression)

**HS:** Hand switch (Bouton poussoir)

**HMI:** Human machine interface (Interface homme machine)

**LAH:** Level alarm high (Alarme niveau haut)

**LAL:** Level alarm low (Alarme niveau bas)

**LAHH:** Level alarm high high (Alarme très haut niveau)

**LALL:** Level alarm low low (Alarme très bas niveau)

**LC:** Level control (Contrôle de niveau)

**LCV:** Level control valve (Vanne de contrôle de niveau)

**LCP:** Local control panel (Panneau de contrôle local)

**LT:** Level transmitter (Transmetteur de niveau)

**LP:** Low pressure (basse pression)

**MTL:** Measurement Technology LTD (technologie de mesure LTD)

**MOC:** Management of change (gestion du changement)

**PAH:** Pressure alarm high (Alarme haute pression)

**PAL:** Pressure alarm low (Alarme basse pression)

**PAHH:** Pressure alarm high high (Alarme très haute pression)

**PALL:** Pressure alarm low low (Alarme très basse pression)

**PC:** Pressure control (Contrôle de pression)

**PCV:** Pressure control valve (Vanne de contrôle de pression)

**PDT:** Pressure Differential transmitter (Transmetteur de différence de pression)

**PID:** Proportionnel Intégrale Dérivé

**PLC:** Programmable Logic Control (Logic de contrôle programmable)

**PSV:** Pressure safety valve (Vanne de protection de pression)

**PT:** Pressure transmitter (Transmetteur de pression)

**SP:** Set point (point de consigne)

**TT:** Temperature transmitter (Transmetteur de temperature)



Introduction générale

## Introduction générale

L'entreprise nationale des hydrocarbures SONATRACH est distinguée en procédant à la rénovation des systèmes de contrôle, remplaçant ainsi les anciens systèmes à logique câblée et autres pneumatiques par la nouvelle génération de systèmes numériques plus performantes susceptibles d'améliorer la fiabilité, d'assurer la sécurité industrielle, d'augmenter le rendement en production et de faciliter le diagnostic et la maintenance.

Par les systèmes de contrôle numérique qui sont largement en expansion dans le domaine industriel, les automates programmables industriels (API) et les systèmes de contrôle distribués (DCS) ont atteint leur maturité notamment grâce aux dernières avancées technologiques dans le domaine des microprocesseurs et l'architecture de système et de logiciel.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons effectué un stage au sein de l'entreprise SONATRACH Division Production de Hassi Messaoud où nous nous sommes intéressés à la rénovation et l'automatisation programmable d'un séparateur triphasé.

Un séparateur triphasé assure le dégazage des liquides réceptionnés afin de traiter le brute séparément du gaz. La rénovation de ce séparateur consiste à remplacer une ancienne instrumentation pneumatique par une nouvelle instrumentation électronique qui assure un meilleur contrôle en termes de productivité, de sécurité et d'efficacité. Un programme de haut niveau est donc implanté au niveau d'un API (Allen Bradley) pour gérer le fonctionnement du séparateur, et un autre programme est implanté au niveau d'HMI pour permettre aux utilisateurs de contrôler et superviser à distance.

L'objectif poursuivi dans ce projet de fin d'étude est d'étudier le système de contrôle du séparateur par un API (Allen Bradley) et l'intégrer dans un nouveau système de contrôle DCS. Ce dernier nous offrira une meilleure flexibilité dans la personnalisation du fonctionnement et du contrôle avec un minimum d'effort. Ainsi, il nous fournira plus de souplesse durant l'exploitation, la maintenance ou pour effectuer des tests et modifications.

A cet effet, pour présenter convenablement ce travail, nous l'avons organisé comme suit :

- Le premier chapitre est dédié à la présentation des systèmes automatisés et les systèmes de contrôle ainsi d'une étude théorique sur les instruments liés à l'automatisation des processus.

## Introduction générale

---

- Le deuxième chapitre est consacré à la description générale du séparateur, ses caractéristiques, son principe de fonctionnement et les différents modules de l'instrumentation installé.
- Le troisième chapitre englobe les différentes étapes de rénovation et d'automatisation du séparateur tout en présentant l'automate utilisé pour son contrôle.
- Le quatrième chapitre de ce mémoire traite la partie programmation et supervision du séparateur. Les étapes de programmation seront détaillées et expliquées.
- Le cinquième chapitre concerne l'intégration du système de contrôle du séparateur triphasé dans un DCS DeltaV. On détaillera dans ce chapitre toutes les étapes nécessaires à cette intégration tout en présentant quelques résultats.





Description du complexe Sonahess

### 1. Présentation de l'entreprise

Le groupement SONAHCESS a été créé en Octobre 2000 sous forme d'une association entre une compagnie pétrolière algérienne SONATRACH et une compagnie américaine Amerdad Hess.

Le champ d'entreprise se trouve dans le Sahara à 100Km au sud-ouest de la ville de Hassi Messaoud et 700Km Sud-Est du capital.

La région d'EL-GASSI est importante en raison de sa part dans la production des hydrocarbures. Toutes les quantités d'huiles et de gaz produites sont acheminées vers les différents centres de stockage de la région.

Sa production d'huile est reliée à la canalisation amenant vers HEH (haoud el-hamra) à partir du centre de production de GASSI EL AGREB(GS01).



**Figure 1** : Le logo du groupement SONAHCESS.

### 2. Situation géographique

Les gisements « GEA : Gassi El Agreb » se trouvent dans le Sahara, à environ 700 km au Sud-Est de la capitale et à 100 km au Sud-Ouest de la ville de Hassi Messaoud.

Le champ d'El-Gassi regroupe trois champs pétroliers,

-El-Gassi Superficie : 208 Km<sup>2</sup>.

-Zotti Superficie : 77 Km<sup>2</sup>.

-El Agreb Superficie : 126 Km<sup>2</sup>.

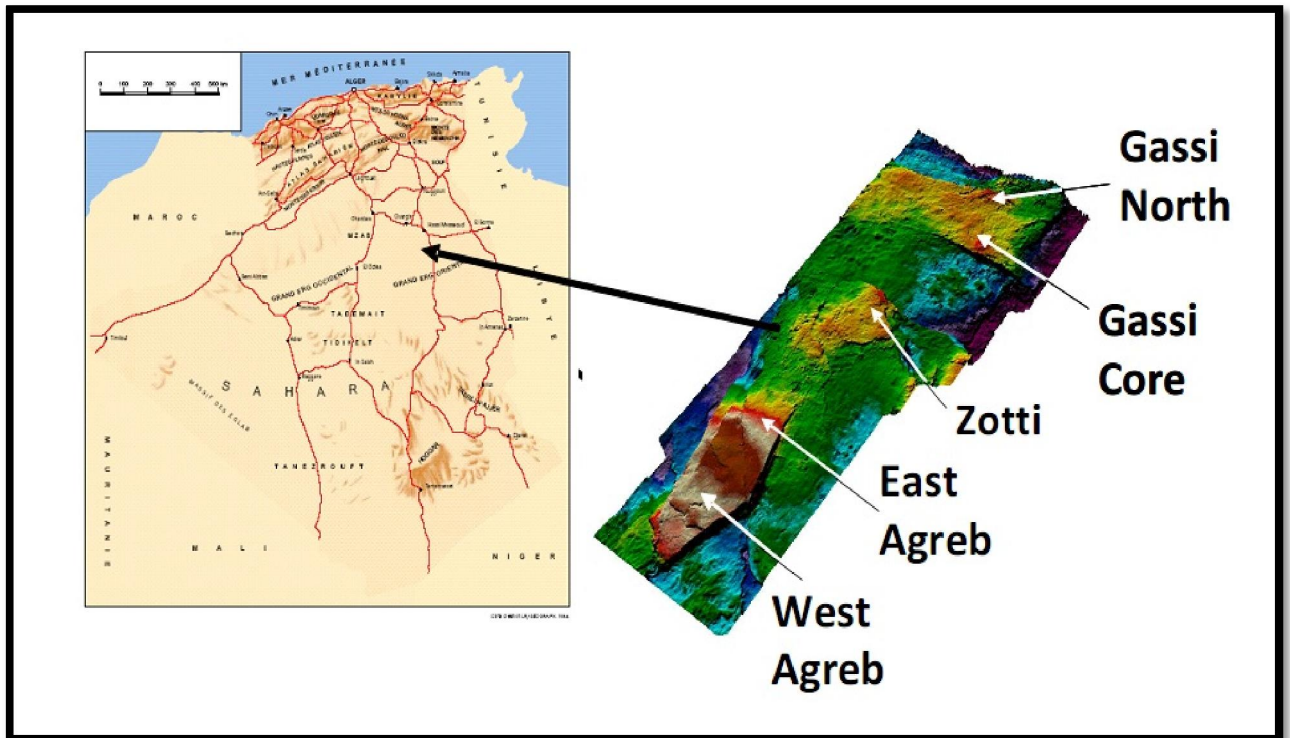
Les coordonnées géographiques de la région sont :

-Longitude Est : 5° 30. -Longitude Nord : 30° 45. -Altitude : 195 m.

La région d'El-Gassi possède un climat saharien sec dont la pluviométrie est négligeable avec un taux moyen d'Humidité de 28% et des températures moyennes de -5 à 50° c.

## Description du complexe SONAHESS

Le champ GEA EL- Gassi, est accessible soit par une route goudronnée à partir de Hassi Messaoud ou par voie aérienne : piste d'atterrissage bitumée.



**Figure 2 :** Carte géographique du complexe SONAHESS.

### 3. Les différents centres de la direction El Gassi

#### a)- Centre GS1

C'est un champ de collecte de la production d'huile de tous le site (GS-1, les ARs et ZOTTI), le brut est transporté via des pipes vers Haoud-EL-Hamra « H.E.H », bien sur le passage par des séparateurs et indispensable pour son traitement puis l'huile est mise dans des bacs à l'attente de l'opération d'expédition.

#### b)- Centre AR-6

C'est une station de collecte et de séparation d'huile (huile, gaz et eau) par des séparateurs HP (haute pression) ou BP (basse pression), le brut séparé sera ramené vers le centre GS-1.

#### c)- Centre West Agreb

C'est une autre unité de séparation du brut qui est ensuite envoyé vers le centre GS-1, le gaz est dirigé vers ZOTTI ou vers la torche s'il y a besoin de le torcher.

### **d)- Centre AR-2**

Dans l'AR-2, c'est la réinjection d'eau dans le gisement, c'est un champ qui possède des puits producteurs et d'autres injecteurs, utilisant des pompes qui refoulent à une pression moyenne de 200 bars, cette opération permet de maintenir la pression dans le gisement.

### **e)- Centre Zotti**

- **Zotti new** : Station de compression et de réinjection du gaz appelé G.C.R, avant d'être injecté comme gaz lift ou directement dans le gisement (gaz miscible), le gaz passe par plusieurs étapes ou étages de compression.

Le gaz provenant des champs EL-Agreb à 5 bars entre dans le premier étage de compression et sort avec une pression de 16 bars puis s'ajoute au gaz du champ GS-1 qui arrive avec une pression de 16 bars, le tout est compressé dans le deuxième étage du booster pour atteindre une pression de 40 bars.

Ce gaz est injecté dans un premier compresseur, on obtient le gaz lift (pression 150 bars), une partie de ce gaz lift est injecté dans les puits, l'autre partie entre dans un deuxième compresseur pour atteindre une pression de 400 bars et sera injecté dans le gisement.

- **Old Zotti** : **Unité gaz lift(UGL), avec les électro-compresseurs alternatifs L100 et L200.**

Les différents centres sont résumés dans l'organigramme ci-dessous :

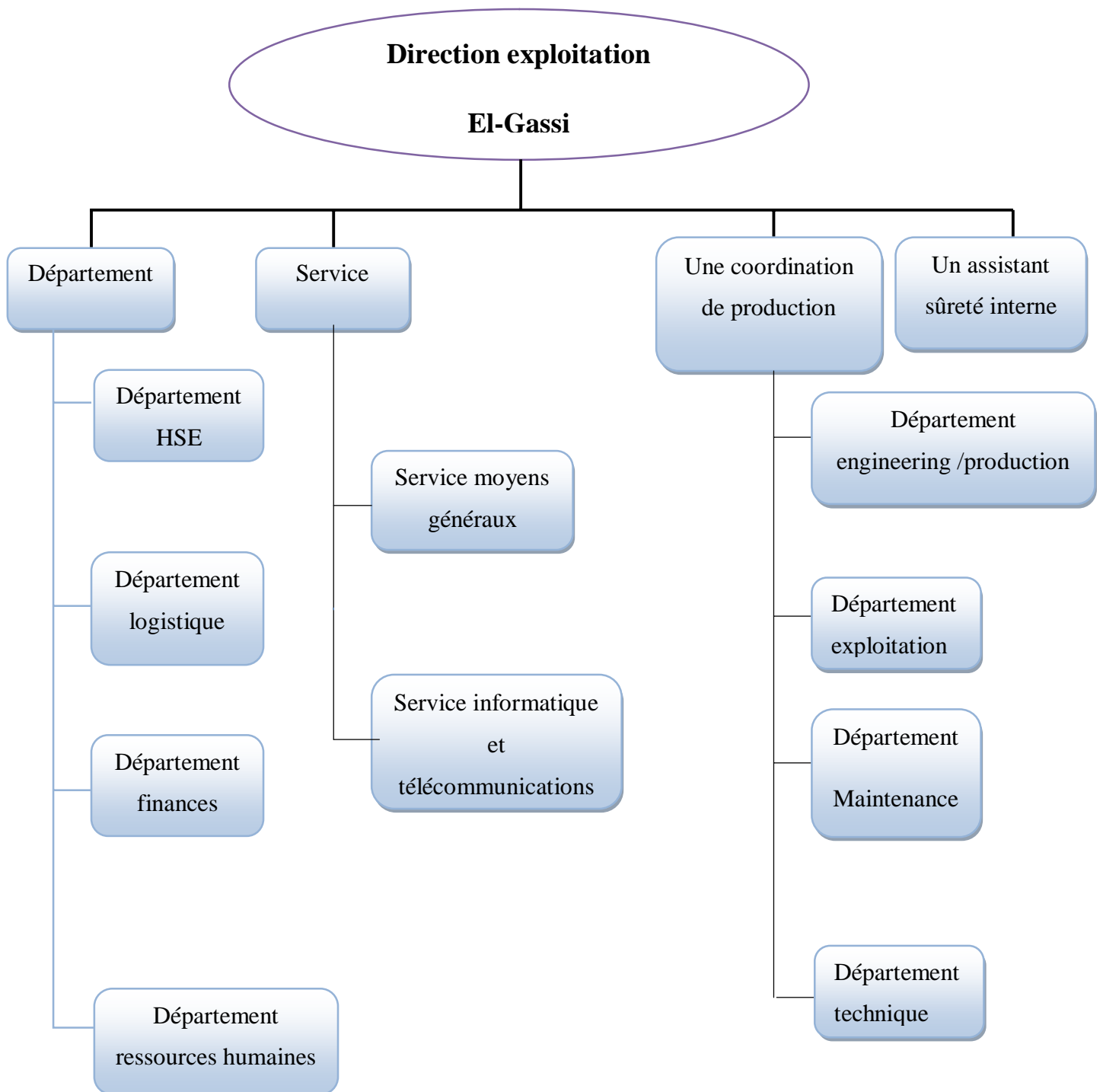


Figure 3 : l'organigramme de GEA.

### 4. Les activités de GEA

**a)- Champ GS-1:** Il reçoit la production d'huile des champs de Zotti et d'El-Agreb, le brut traité et stocké dans les bacs de stockage avant d'être expédié vers HEH (Haoud EL Hamra) au moyen des pompes d'expédition sur une ligne de transport 18". Dans ce centre on trouve les unités suivantes:

- Séparation
- Stockage
- Expédition
- Pompage (Boosting)
- L'eau produite (Produced water)
- Unité OOS (Oil Optimization System)

**b)- Champ Zotti (Zotti ancien et Zotti GCR):** Ce centre est composé des unités suivantes:

- Unité de séparation: l'eau sortante du séparateur est acheminée aux oléoducs existants vers les unités d'AR-2. Le gaz est transféré dans une ligne vers les premiers étages des trois boosters compresseurs de Zotti GCR.
- Compression de gaz (booster compressors): Le gaz provenant d'EL Gassi passe à travers deux condenseurs, le condensat récupéré est envoyé vers le ballon. Le gaz sortant est dirigé vers le booster compresseur 1er étage avec une pression d'aspiration de 5 bars et de refoulement 14 bars et le 2ème étage avec une pression d'aspiration de 14 bars et de refoulement de 41bars.

A l'entrée de chaque booster compresseur, il existe des Knock out drum (scrubber) qui protège les compresseurs contre les entrainements des particules liquides entrainés par les gaz venant des slug catcher. Ces compresseurs sont des compresseurs centrifuges entrainés par des moteurs électriques à vitesse variable. Le gaz refoulé à une pression de 41bars, avant son admission dans l'unité de gaz lift, passe à travers l'unité de séchage (unité de déshydratation).

- Unité Gaz lift: l'unité de compression gaz lift est alimentée par deux sources différentes:

- Gaz sortant de l'unité de séchage.
- Gaz provenant de HMD (GR1/GR2) ; ce gaz est sec.

## Description du complexe SONAHESS

---

Le gaz après le séchage est admis dans l'unité gaz lift, cette unité est constituée de trois compresseurs dont deux fonctionnent en parallèle, l'autre est en stand-by. Cette unité permet de comprimer le gaz d'une pression d'aspiration de 41 bars à 150 bars.

La pression de refoulement du gaz lift est de 150 bars qui garantit la distribution en sortie de station vers les champs demandeurs (les ARs, Zotti, EL Gassi).

Compression HP (MF compresseurs): Cette unité de compression est constituée par deux compresseurs dont un est en service, l'autre en standby. MF (Miscible Flood) compresseur est alimenté par l'unité gaz lift, elle permet de comprimer le gaz de 150bars à 400bars, le gaz est envoyé vers le champ d'EL Gassi, qui est utilisé comme injecteur de gaz miscible.

- Unité de déshydratation: Dans l'unité de déshydratation nous trouvons un ensemble déshydratant à tamis moléculaire de trois lits conçue pour l'opération entièrement automatique par le DCS de l'usine. L'absorption en continu du courant d'alimentation à gaz naturel (gaz humide) est atteinte en cyclant la régénération d'un lit adsorbant lorsque les autres lits « sèchent » le gaz de transformation. La durée de cycle, c'est une période de deux heures, avec huit de ces heures consacrées à l'adsorption et quatre heures à la régénération (réchauffage d'un lit : 2.5 heures, refroidissement d'un lit : 1.5 heures).

- Unité de dilution : unité de traitement d'eau pour éviter la corrosion dans les pipes puis l'envoyé dans les puits.

- Unité de Stabilisation du condensat: Le gaz provenant des sites EL Agreb et GS1 est récupéré à Zotti. L'unité de stabilisation récupère le condensat instable, elle le stabilise puis l'envoie vers El-Gassi pour exportation avec le brut. Le gaz qui est récupéré on le transfère directement à l'unité de déshydratation puis au SKID de gaz.

- Centrale électrique : est constituée de 4 turbogénérateurs et leurs accessoires, elle alimente les trois centres de production (GS1, Zotti, Agreb), ainsi que la base de vie et tous les autres camps militaires et ceux des compagnies de sécurité (Vigil). Elle contient aussi une salle de contrôle qui porte les armoires de commande des turbines et géré par le système MARK [3].

**c)- El-Agreb :** constitue des unités suivantes :

- AR2 : injection d'eau & injection des produits chimiques.
- AR6 : séparation, unité dilution water et unité produced water et transfert d'eau.
- WA : séparation, unité dilution water et unité produced water et injection d'eau.



A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left side and rounded corners at the top and bottom. The text is centered within this border.

## Chapitre I

### Généralités sur les systèmes automatisés

## **I.1 Introduction**

Un système est dit automatisé lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initial à une situation finale se fait sans intervention humaine, et que ce comportement est répétitif chaque fois que les conditions qui caractérisent la situation initiale sont remplies.

L'automatisation conduit à une très grande rapidité, une meilleure régularité des résultats et évite à l'homme des tâches pénibles et répétitives.

Le but de ce chapitre est de donner un aperçu sur les systèmes automatisés et une description des systèmes de contrôle et de sécurité.

## **I.2 L'automatisme**

Un automatisme est un sous-ensemble de machines destinées à remplacer l'être humain dans des tâches, simples et répétitives, mais réclamant précision et rigueur. Simples ou complexes, les systèmes automatisés sont partout dans notre environnement quotidien [1].

### **I.2.1 Objectifs de l'automatisme**

Les objectifs de l'automatisation peuvent être résumés comme suit :

- Eliminer les tâches répétitives,
- Simplifier le travail de l'humain.
- Augmenter la sécurité (responsabilité).
- Accroître la productivité.
- Economiser les matières premières et l'énergie.
- S'adapter à des contextes particuliers : flexibilité.
- Améliorer la qualité.

### **I.2.2 Les systèmes automatisés**

Un système automatisé gère de manière autonome un ou des cycles de travail préétabli qui se décomposent en cycles ou séquences. Il permet de remplacer l'intervention de l'homme pour certaines tâches pénibles, répétitives ou dangereuses, dans plusieurs domaines.

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Un système automatisé est toujours composé d'une partie commande (PC), et d'une partie Opérative (PO), pour faire fonctionner ce système, l'opérateur (personne qui va faire fonctionner le système) va donner des consignes à la partie (PC), celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécuté par la (PO).

Une fois les ordres accomplis, la PO va le signaler à la PC (compte -rendu) qui va à son tour le signaler à l'opérateur, ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé.

### **I.2.2.1 La partie opérative (PO)**

C'est la partie visible du système, elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée. Ses principaux dispositifs sont :

- ✓ Les actionneurs (moteurs, vérins, vannes) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre. Convertissent l'énergie qu'ils reçoivent des pré-actionneurs en une autre énergie utilisée par les effecteurs.
- ✓ Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs à partir des ordres émis par la partie commande. Ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs. Exemple : contacteur, distributeur, variateur ...
- ✓ Les capteurs / détecteurs informent la partie commande de l'exécution du travail (l'état de la partie opérative. Exemple: détecteur de position, de température, de pression, de débit, etc.

### **I.2.2.2 La partie commande (PC)**

La partie commande donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Elle est représentée par le bloc de traitement des informations. :

- ✓ Elle reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs / détecteurs.
- ✓ En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches, implanté dans un automate programmable elle va commander les pré-actionneurs.
- ✓ Elle renvoie des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande et/ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication.

### **I.2.2.3 La partie relation (PR)**

Sa complexité dépend de l'importance du système. Elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé, c'est à dire marche/arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, etc... . L'outil de description s'appelle le Guide d'Etudes des Modes de Marches et d'Arrêts (GEMMA). Les outils graphiques, que sont le GRAFCET et le GEMMA, sont utilisés par les automaticiens et les techniciens de maintenance [2].

### I.3 Les système de contrôle

Un système de contrôle est un système de commande d'un procédé industriel doté d'une interface homme-machine pour la supervision et d'un réseau de communication numérique. L'avantage de ces systèmes est leur modularité, qui permet de les installer et de les modifier facilement. Parmi ces systèmes, on distingue l'automate programmable industriel (API) et le système de contrôle distribué (DCS).

#### I.3.1 L'automate programmable industriel

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

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

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles.
  - Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (Température, vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc...).
  - Enfin, sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme facilite son exploitation et sa mise en œuvre.
- [3]

##### I.3.1.1 Structure interne d'un API

- **Une unité centrale (CPU) :** 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 entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaires pour stocker les programmes, les données, et les paramètres de configuration du système.
- **Une alimentation (PS) :** à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues +/- 5V, +/-12V ou +/-15V.
- **Interfaces d'entrées et de sorties :**  
Un ou plusieurs modules d'entrées 'Tout Ou Rien' (TOR) ou analogiques pour l'acquisition des informations provenant de la partie opérative (procédé à conduire).

Un ou plusieurs modules de sorties 'Tout Ou Rien' (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties [4].

- **Bus de données** : transporte les données utilisées dans les traitements effectués par le CPU.
- **Mémoire programmable** : représente un espace de stockage permanent pour le système d'exploitation et les données figées utilisées par le CPU.
- **Mémoire de données** : est utilisée pour stocker les données et les programmes lors du fonctionnement.
- 

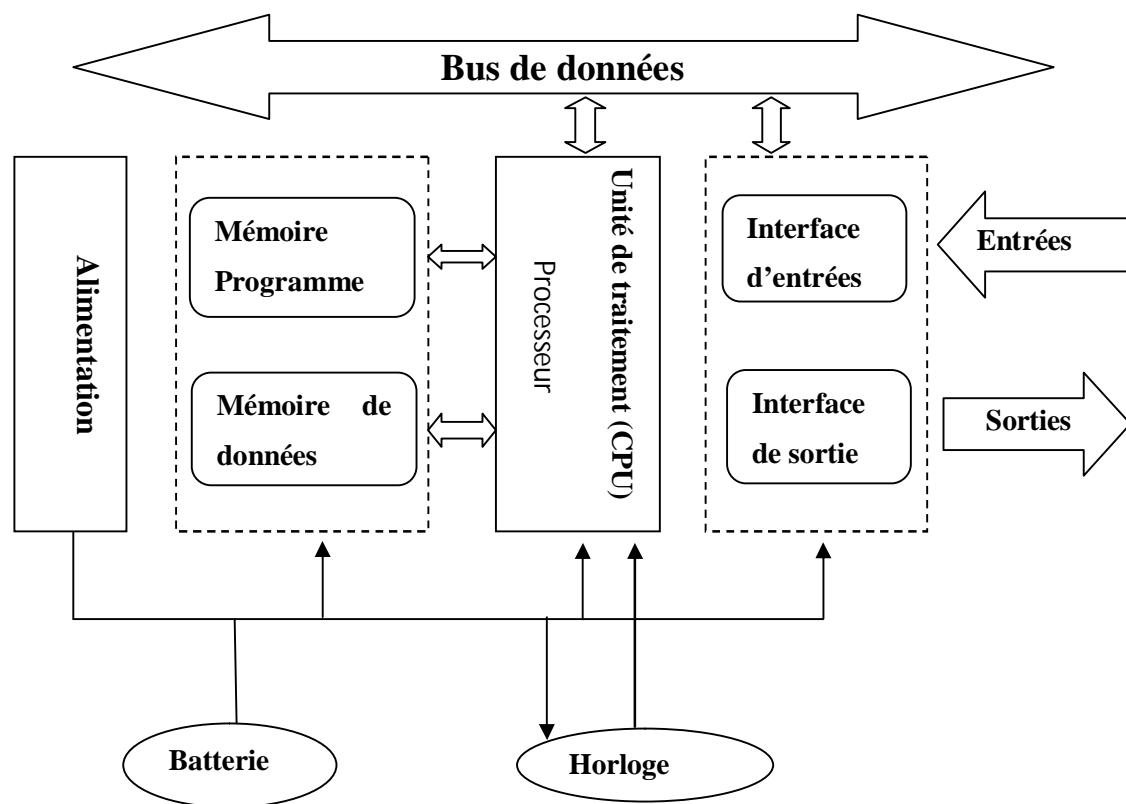
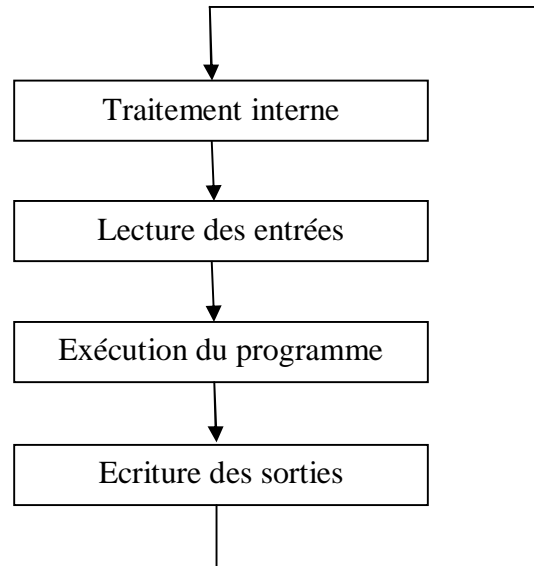


Figure I.1 : Structure interne d'un automate.

### I.3.1.2 Fonctionnement de l'API

Le cycle de fonctionnement de l'API est composé de 4 étapes comme montré sur la figure suivante:



**Figure I.2 :** Fonctionnement de l'automate.

- **Traitement interne** : l'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN / STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur,...) ;
- **Lecture des entrées** : l'automate lit les entrées de façon synchrone et les recopie dans la mémoire image des entrées ;
- **Exécution du programme** : l'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties ;
- **Ecriture des sorties** : l'automate bascule les différentes sorties aux positions définies dans la mémoire image des sorties.

### I.3.1.3 Les fonctions de l'API

L'automate doit remplir:

- **Un rôle de commande**: où il est un composant d'automatisme, élaborant des actions, suivant un algorithmique approprié, à partir des informations que lui fournissent des détecteurs (Tout ou Rien) ou des capteurs (analogiques ou numériques) ;
- **Un rôle de communication**: où il est capable de communiquer avec:
  - Des opérateurs humains : c'est le dialogue d'exploitation,

-D'autres processeurs, hiérarchiquement supérieurs (DCS), égaux (autres automates intervenant dans la même chaîne) ou inférieurs (instruments intelligents).

### **I.3.1.4 Langage de programmation pour l'API**

Les programmes utilisés avec les API peuvent être écrits dans différents formats.

La norme IEC 1131-3 définit cinq langages qui peuvent être utilisés pour la programmation des automates programmables industriels. Ces cinq langages sont :

#### **a) Le langage LD (Ladder Diagram)**

C'est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts (en entrée) et des relais (en sortie). Il permet la manipulation de données booléennes, à l'aide de symboles graphiques organisés dans un diagramme comme les éléments d'un schéma électrique à contacts. Les diagrammes LD sont limités à gauche et à droite par des barres d'alimentation.

#### **b) Le langage IL (Instruction List)**

Un langage IL est une liste d'instructions. Il est particulièrement adapté aux applications de petite taille. Les instructions opèrent toujours sur un résultat courant (ou registre IL). L'opérateur indique le type d'opération à effectuer entre le résultat courant et l'opérande. Le résultat de l'opération est stocké à son tour dans le résultat courant.[5]

#### **c) Le langage FBD (Function Block Diagram)**

C'est un langage graphique. Il permet la construction d'équations complexes à partir des opérateurs standards, de fonctions ou de blocs fonctionnels.

#### **d) Le langage ST (Structured Text)**

Un programme ST est une suite d'énoncés dédié aux applications d'automatisation. Ce langage est principalement utilisé pour décrire les procédures complexes, difficilement modélisables avec les langages graphiques. C'est le langage par défaut pour la programmation des actions dans les étapes et des conditions associées aux transitions du langage SFC.

#### **e) Le langage SFC (Sequential Function Chart), ou GRAFCET**

C'est un langage graphique utilisé pour décrire les opérations séquentielles. Le procédé est représenté comme une suite connue d'étapes (états stables), reliées entre elles par des transitions, une condition booléenne est attachée à chaque transition. Les actions dans les étapes sont décrites avec les langages ST, IL, LD ou FBD.

## I.3.2 Le système de contrôle distribué (DCS)

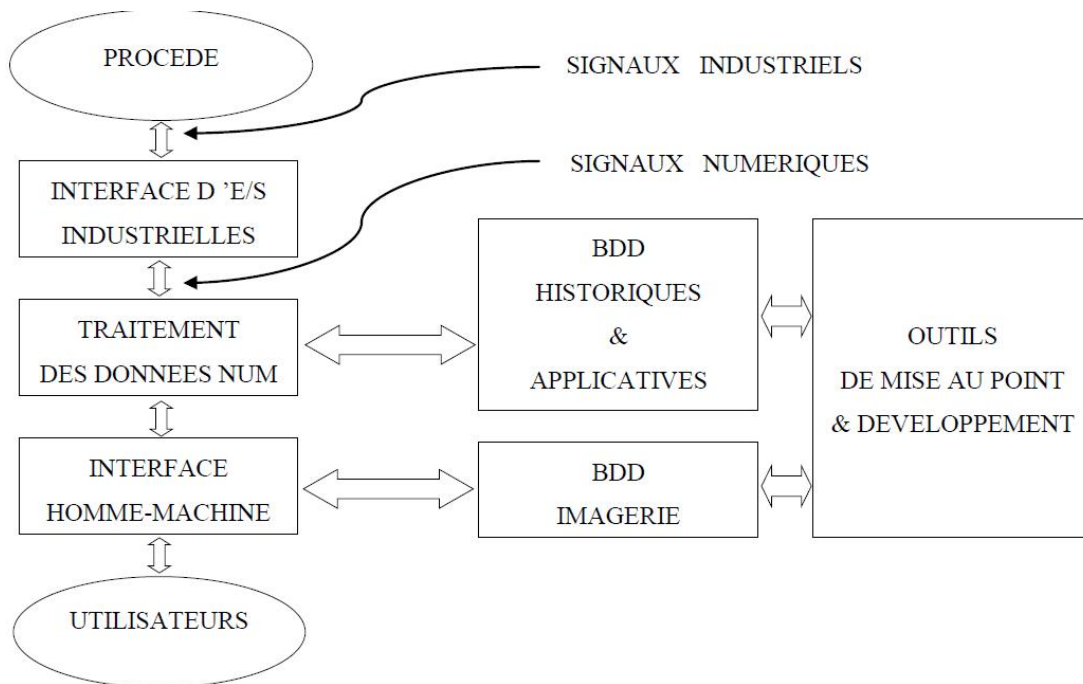
Le système de contrôle distribué est une combinaison du concept d'une boucle simple de contrôle local et réseaux informatiques, qui permet une conduite, une surveillance centralisé et un contrôle distribué des équipements avec ou sans intervention à distance d'un opérateur humain.

### I.3.2.1 Les fonctions de DCS

Parmi les fonctions principales du système DCS, on peut citer :

- ✓ Acquisition et gestion des signaux provenant du champ.
- ✓ Acquisition et gestion des alarmes provenant du champ.
- ✓ Acquisition des signaux et des alarmes provenant des UCP de chaque package.
- ✓ Démarrage / arrêt de la station.
- ✓ Contrôle de station en débit, pression d'aspiration et pression de refoulement.
- ✓ Contrôle/commande des turbopompes principales d'expédition et des turboalternateurs.

Le diagramme suivant illustre les différentes fonctions du DCS : [6]



**Figure I.3 :** Structure fonctionnelle conventionnelle d'un DCS.

### I.3.2.2 Avantages du DCS

- ✓ **La notion de distribution:** les fonctions de base de conduite du procédé sont distribuées sur plusieurs dispositifs (stations) assurant, en cas de problème, la continuité de la conduite avec la plupart des fonctions.
- ✓ **La notion de redondance:** la possibilité que chaque station et chaque réseau est redondant augmente la fiabilité du système et diminue les déclenchements intempestifs.
- ✓ **La notion d'ouverture:** le DCS est un système ouvert qui a l'avantage de communiquer avec des autres systèmes indépendants comme les systèmes SCADA, ESD, F&G, Allen Bradley, ...
- ✓ **La notion d'analyse et d'optimisation:** avec le développement de la commande avancée et grâce aux outils mathématiques du DCS, il est possible d'utiliser des fonctions d'analyse et d'optimisation pour la meilleure conduite des procédés.
- ✓ **La notion de simplicité:** la fonction de communication homme/machine est faite tout simplement par l'utilisation des moyens habituels, PC et imprimantes. L'opérateur peut conduire le procédé à partir des représentations graphiques interactives, l'ingénieur peut faire des travaux de maintenance et de développement du système en utilisant des logiciels informatiques.
- ✓ **La notion de disponibilité des informations:** grâce aux réseaux de communication et capacité mémoire du DCS, toute sorte d'information peut être disponible en temps réel. Remarquable aussi la disponibilité d'historique des données à tout moment.
- ✓ **La notion de surveillance continue:** on passe de la surveillance périodique des équipements stratégiques à la surveillance continue, savoir l'état de santé des machines par une visualisation de l'évolution des paramètres. La lecture des données se fait directement sans recours à des appareils extérieurs de mesure.

### I.4 Les systèmes de sécurité

#### I.4.1 Système ESD

Le système ESD (Emergency Shut Down) a la fonction de gérer les logiques et les séquences de sécurité de la station. Les fonctions de sécurité est la mise en sécurité de la station et du procédé pour les principaux mauvais fonctionnements de l'alimentation électrique et des principaux équipements de procédé (pompes, moteurs, vannes motorisées, vannes de contrôle, etc.) et particulièrement:

- L'exécution des procédures d'arrêt d'urgence de station.
- L'exécution des procédures d'arrêt d'urgence de procédé de station (PSD – Process Shut Down).
- L'exécution des procédures d'arrêt d'urgence d'unités ou de zones de station (USD – Unit Shut Down).

L'interface opérateur du système de contrôle de station et les boutons poussoirs d'urgence sont placés soit dans la salle de contrôle soit en champ.

### I.4.2 Système F&G (Fire&Gas)

Les systèmes F&G doivent être installés dans les secteurs d'exploitations pour contrôler et fournir des alarmes.

L'installation se présente sous forme d'un réseau de canalisation permettant d'arroser dans les délais les plus brefs, avec de l'eau sous pression, un foyer d'incendie qui se déclare. Les plafonds des locaux à protéger sont munis de canalisations pourtant des têtes d'extincteurs répartis selon des principes bien établis à partir d'une certaine température la ou les extincteurs qui sont soumis s'ouvrent brusquement et permettent un arrosage local en pluie très efficaces. L'ouverture d'un extincteur occasionne une baisse de pression dans l'installation. Ce phénomène est utilisé pour déclencher l'alarme par un moyen sonore.

Pour éviter les risques de gel dans les locaux non chauffés, les canalisations de l'installation sont remplies d'air sous pression aux lieux d'eau.

Le système de détection de feu et gaz est constitué des parties suivantes:

- Système de détection incendie (fumées et chaleur) et gaz pour bâtiment de contrôle (salle de contrôle, salle technique et bureaux)
- Système de détection incendie (fumées et chaleur) et gaz pour bâtiment électrique (salle électrique, salle batteries)
- Système de détection incendie (détecteurs de fumées et détecteurs de chaleur) pour le bâtiment de sécurité et la salle des pompes
- Système de détection incendie (câble thermosensible) pour les transformateurs électriques, bacs du condensât, groupe électrogène
- Boutons poussoirs d'alarme (bris de glace), alarme acoustique et visuelle pour aire extérieur.

### **I.5 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé une partie théorique révélant les définitions de quelques instruments utilisés dans l'unité de séparation ainsi que les systèmes de contrôle installés sur le séparateur.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and rounded corners on the right, framing the text.

## Chapitre II

### Description du séparateur 10-V-120

### II.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter des généralités sur le séparateur et son principe de fonctionnement. Nous donnerons les caractéristiques du séparateur 10-V-120, ainsi que le côté process de ce séparateur. Ensuite nous allons étudier l'ancienne instrumentation pneumatique et tous les éléments de mesure et de contrôle connectés au séparateur.

### II.2 La séparation

La séparation de liquide et de solide est appliquée généralement dans tous les secteurs d'industrie, elle est considérée comme l'opération la plus essentielle et indispensable dans l'industrie vu le rôle qu'elle joue dans la production.

#### II.2.1 But de séparation

La séparation peut être effectuée dans le but:

- d'extraire les particules solides d'un liquide.
- de séparer deux liquides qui ne sont pas solubles l'un dans l'autre et dont les densités sont différentes en extrayant simultanément les particules solides contenues dans ces liquides.
- de séparer et concentrer les particules solides contenues dans un liquide.
- de libérer un gaz qui soit le plus sec possible.

#### II.2.2 Principe de séparation

L'effluent sortant des puits est constitué d'un mélange équilibré d'hydrocarbures liquides, gazeux et d'eau, Cet équilibre est détruit par le jeu des pertes de charge dans le trou de la sonde et dans les conduites de collecte, donc l'effluent subit des décompressions successives accompagnées d'une baisse de température jusqu'à son entrée dans le séparateur libérant des gaz de l'huile ainsi que des hydrocarbures et de l'eau se condensent à partir du gaz [7].

La figure II.1 représente le principe de la séparation : l'entrée constitué du mélange d'huile de gaz et d'eau et en sortie les trois différents éléments séparés : le gaz, le liquide hydrocarbure et l'eau, on appelle ce type de séparateur : séparateur triphasé.

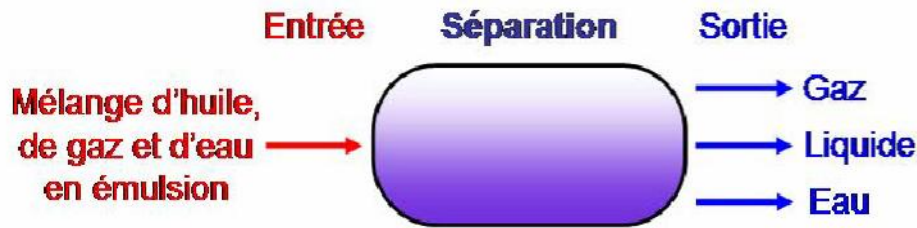


Figure II.1 : Principe de la séparation [7].

### II.3 Le séparateur

Le séparateur est placé en tête de la chaîne de traitement dont il constitue les éléments essentiels. Il reçoit la production amenée par les collectes directement du manifold d'entrée.

Un séparateur est un appareil utilisé pour dissocier le pétrole, le gaz et l'eau contenu dans l'effluent à sa sortie d'un puits de production par différence de densité.

#### II.3.1 Paramètres à surveiller sur un séparateur

- La pression de séparation
- Le niveau d'huile
- Le niveau d'eaux
- La température
- Les vannes automatiques et les transmetteurs

#### II.3.2 Fonctionnement du séparateur [7]

Les séparateurs contiennent d'habitude quatre sections principales en plus des commandes et contrôles nécessaires :

- Section de la séparation primaire
- Section de la séparation secondaire
- Section de coalescence
- Section de collecte

##### II. 3.2.1 La section de la séparation primaire

Elle est utilisée pour séparer la partie principale de liquide libre du fluide d'entrée. Elle contient le bec d'admission qui est généralement tangentiel, ou un déflecteur pour profiter des effets d'inertie de la force centrifuge ou d'un changement brusque de direction pour séparer la plus grande partie du liquide du gaz.

### **II. 3.2.2 La section de la séparation secondaire**

La séparation secondaire est conçue pour utiliser la pesanteur pour augmenter la séparation de gouttelettes entraînées, dans cette section du séparateur le gaz se déplace à une vitesse relativement basse avec peu de turbulence.

Dans certains cas, des aubes directrices sont utilisées pour réduire la turbulence. Ces aubes agissent aussi comme des collecteurs de gouttelette et facilitent ainsi la séparation des gouttelettes et du gaz.

### **II. 3.2.3 La section de coalescence**

La section de coalescence utilise un coalesceur ou un extracteur de brouillard qui peut consister en une série d'aubes, un bloc de treillis métallique entremêlés ou encore des passages cycloniques. Cette section enlève les très petites gouttelettes de liquide du gaz par la collision sur une surface où elles coalescent.

### **II. 3.2.4 La section de collecte**

Le puisard ou la section de collecte du liquide agit comme le récepteur pour tous les liquides enlevés du gaz dans les sections primaires, secondaires et de coalescence.

Selon les exigences (conditions), la section liquide devra avoir un certain volume, pour le dégazage ou les arrivées de bouchon liquide.

## **II.3.3 Les différents types de séparateurs [8]**

### **II.3.3.1 Le séparateur vertical**

L'avantage principal de ce séparateur est qu'il peut accepter des bouchons liquides plus importants sans entraînement excessif dans le gaz. Vu la distance importante en général entre le niveau du liquide et la sortie du gaz, il y a moins tendance à l'entraînement de gouttes liquides. Il est, par contre, plus gros en diamètre pour une capacité en gaz donnée. La figure II.2 montre en détaille la structure de ce séparateur.

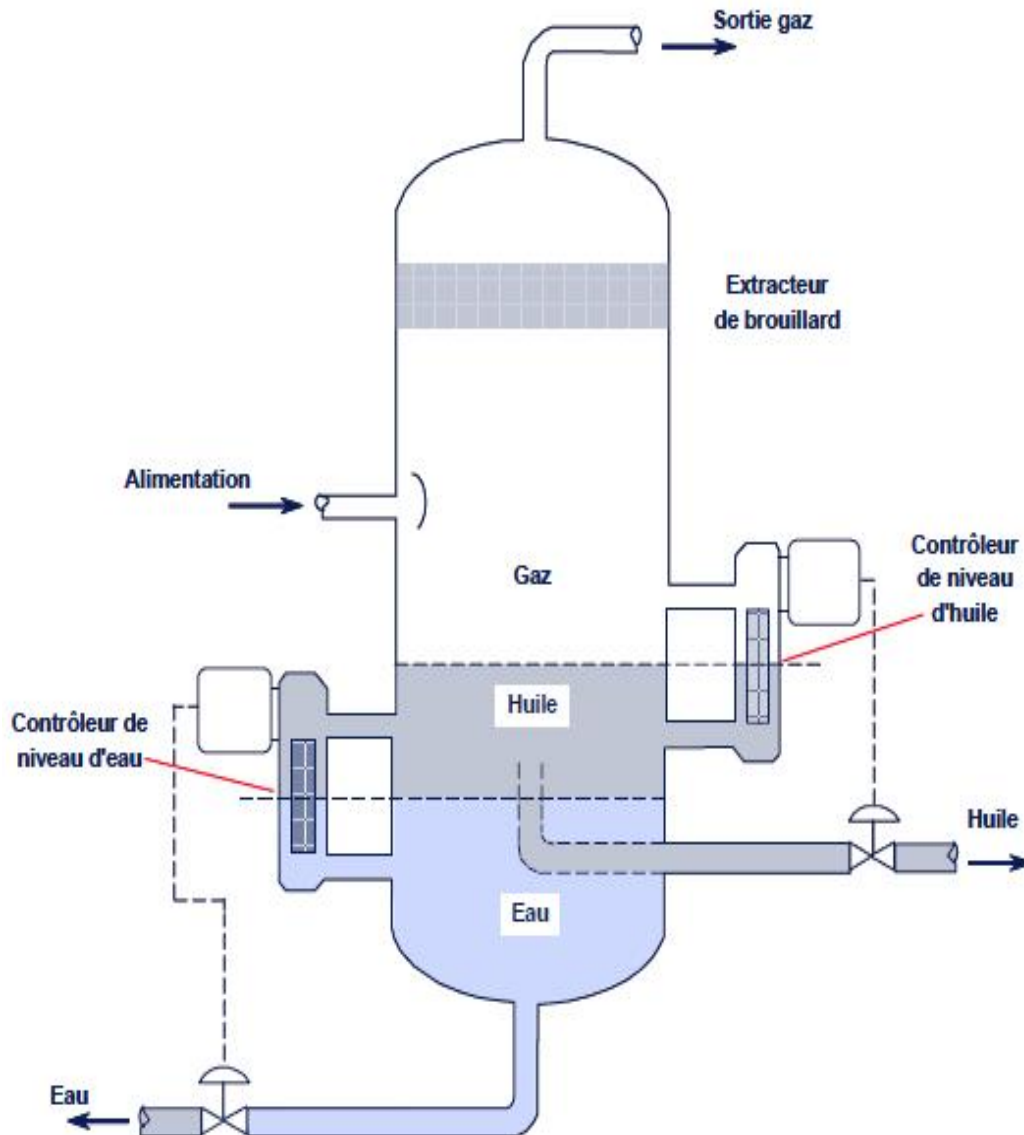


Figure II.2 : Vue détaillée d'un séparateur vertical.

### II.3.3.2 Le séparateur sphérique

Les séparateurs sphériques sont réservés aux puits à GOR (Gas Oil Ratio) très élevé (cas des puits à gaz + condensats), ces séparateurs sont relativement bon marché et compacts, mais avec un temps de rétention liquide et une section de décantation assez limitée; la marche en séparation triphasique est donc très difficile sinon impossible. Ils ont l'avantage d'être peu encombrants mais leur capacité est faible. Ils sont très faciles à manipuler. Autre intérêt important, ils supportent toutes les pressions par leur forme sphérique. La figure II.3 illustre la structure de ce séparateur.

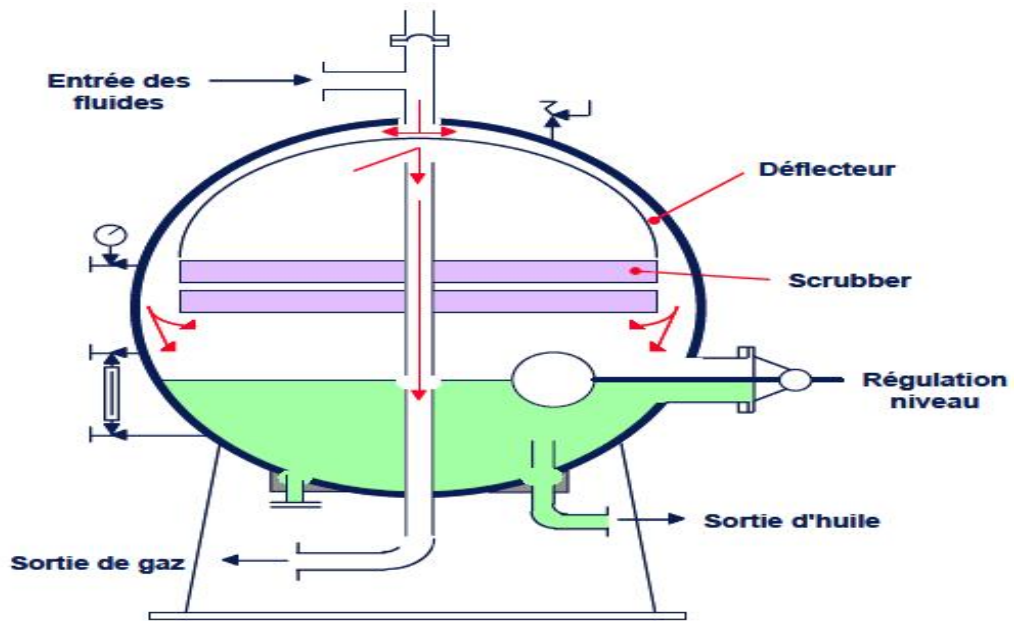


Figure II.3 : Vue détaillée d'un séparateur sphérique.

### II.3.3.3 Le séparateur horizontal

Dans un séparateur horizontal, la partie supérieure de la section collecte de liquide contient l'huile alors que dans la partie inférieure se trouve l'eau. Chacune des sections liquides possédant son propre contrôleur associé à leur vanne réciproque. La figure II.4 montre en détaille la structure de ce séparateur.

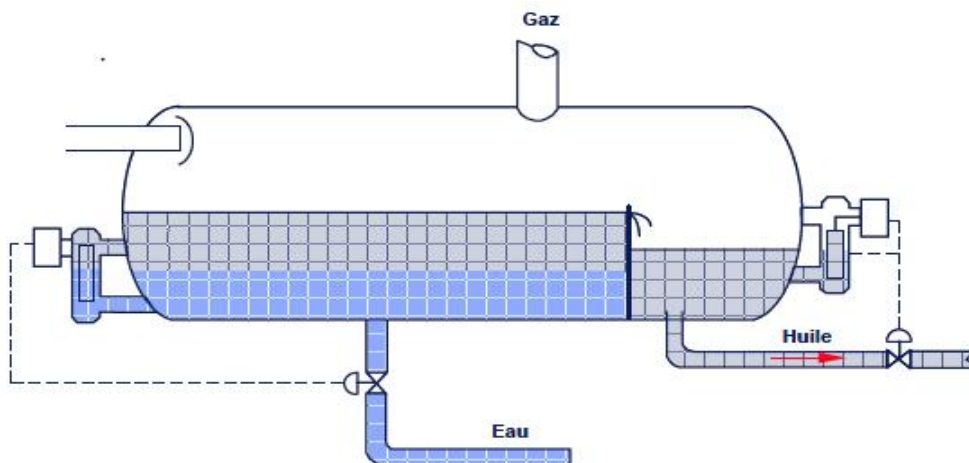


Figure II.4 : Vue détaillée d'un séparateur horizontal triphasé.

Dans notre cas d'étude, le choix d'un séparateur **horizontal triphasé** a été fait en se basant sur les avantages qu'il offre, on cite :

- ✓ Stabilisation des fluides séparés.
- ✓ Efficacité de la séparation.
- ✓ Facilité d'inspection et d'échange.
- ✓ Une bonne surface d'échange.
- ✓ Un diamètre plus petit que les séparateur verticaux pour une même quantité de gaz et présentent une interface plus large entre gaz et liquide.

### II.4 Le séparateur 10-V-120

Le séparateur 10-V-120 a été construit par la société : CMPA Constructions Métalliques de Provence Arles en France et installé au niveau du centre de production Zotti Brown par la Société Nationale du Pétrole d'Aquitaine (SNPA) à la fin des années soixante du vingtième siècle, avec deux autres séparateurs en parallèle le 10-V-100 et le 10-V-110.

Le séparateur triphasé 10-V-120 est composé d'une entrée reliée aux manifolds du brut à travers une vanne manuelle donc aucun système ESD est installé sur le séparateur sauf une vanne PSV qui assure la protection du séparateur.

L'automatisation de notre séparateur est autonome, elle est réalisée par des éléments d'instrumentation purement pneumatique, c'est à dire absence totale de l'alimentation électrique et aucun câblage n'est installé. On avait exploité le gaz de séparateur comme source de signal pneumatique utilisé dans la commande des vannes par des régulateurs pneumatiques, un régulateur pour le contrôle de niveau du brut dans le séparateur, un autre pour contrôler le niveau d'eau et le dernier contrôle la pression du gaz à l'intérieur de séparateur. Si on a un dépassement de la valeur de consigne, le régulateur ouvre une vanne connecté pour dégager l'excès de pression de gaz, et ça présente une deuxième protection pour le séparateur des excès de pression de gaz.les figure II.5 représente le séparateur avec l'ancienne instrumentation pneumatique.



**Figure II.5** : Vue générale du séparateur 10-V-120.

### II.4.1 Caractéristique du séparateur 10-V-120

D'après la plaque signalétique du séparateur on a pu désigner les caractéristiques suivantes du séparateur 10-V-120 :

Type	3-HS-485-20	
Matière	Acier	
Size	48''0 <sup>D</sup> x 20'00''	
Gascapacity	390.000	m <sup>3</sup> /j
Oilcapacity	2670	m <sup>3</sup> /j
Working pressure	40	Kg/cm <sup>2</sup>
Hydro tes pressure	60	Kg/cm <sup>2</sup>
Longueur	6096	Mm
Diamètre	1219	Mm
Epaisseur viral	19.5	Mm
Epaisseur fond	19.5	Mm
Construit par	CMPA Constructions Métalliques de Provence Arles (B.du Rh.) France	
Construit pour	SNPA Société Nationale du Pétrole d'Aquitaine	
Date de fabrication	1966	
Volume	7200	Litres
Pression de service à 38 C	39.2	Bars
Pression d'épreuve	58.8	Bars

**Tableau II-1 : Caratéristique du séparateur 10-V-120.**

### II.4.2 Instrumentation du séparateur 10-V-120

Au début, il existait uniquement deux systèmes installés au niveau du séparateur 10-V-120, le système de contrôle et le système de sécurité feu et gaz. Nous allons étudier que le système de contrôle avant l'opération de rénovation.

Le système de contrôle du séparateur 10-V-120 est composé principalement des régulateurs pneumatiques, des vannes à actuateurs pneumatiques, une vanne PSV et quelques indicateurs mécaniques.

#### II.4.2.1 Régulateur pneumatique de niveau LC

Pour le niveau, nous avons deux sorties de liquide, une sortie de brut qui est connecté à une canalisation qui achemine le brut vers le centre GS1 à travers une vanne LCV1 commandée automatiquement par un régulateur pneumatique LC1, la deuxième sortie achemine l'eau vers l'unité de traitement d'eau à Zotti GCR à travers une deuxième vanne LCV2 commandée par un deuxième régulateur pneumatique de niveau LC2, voir la figure I-7 qui représente l'ancienne automatisation du séparateur 10-V-120.

Le point de consigne est réglée manuellement au niveau de la boîte de régulateur, à chaque fois qu'on veut changer le point de consigne, on est obligé de se déplacer sur place pour le faire.

Pour connaître quelle est la valeur du niveau de l'eau et de brut, un indicateur est installé sur le séparateur qui nous donne une indication visuelle des deux niveaux.



**Figure II.6 :** La vanne LCV avec le regulateur pneumatique.

### II .4.2.2 Régulateur pneumatique de pression PC

Pour la pression, nous avons une seule sortie de gaz, dérivée ensuite en deux chemins, une sortie de gaz connecté à une canalisation qui achemine le gaz vers le centre Zotti GCR à travers une vanne PCV1 commandée automatiquement par un régulateur pneumatique PC1, la deuxième sortie évacue le gaz vers la torche du centre ZottiBrown à travers une deuxième vanne PCV2 commandée par un deuxième régulateur pneumatique de pression. Les points de consigne sont réglés manuellement au niveau de la boîte de régulateur, à chaque fois qu'on veut changer le point de consigne, on est obligé de se déplacer sur place pour le faire.

Pour connaître la valeur de pression du gaz, un manomètre est installé sur le séparateur qui nous donne une indication visuelle de la valeur de pression à l'intérieure de séparateur.

Le point de consigne SP2 de la deuxième vanne PCV2 doit être supérieur au point de consigne SP1 de la première vanne PCV1, car le gaz doit être transférer vers le centre GS1 à une pression bien déterminée et la vanne vers torche ne s'ouvre que si la pression dépasse une certaine valeur qui représente un danger pour le séparateur.



**Figure II.7 :** La vanne PCV avec le regulateur pneumatique.

### II.4.2.3 Autre Instrumentation

- un indicateur de température
- une soupape de sécurité PSV tarée à 43 Bars
- une vanne manuelle à l'entrée du séparateur (figure I.8)

- un tube de mesure (orifice Danielle) installée à la pipe de gaz à la sortie commune du gaz
- un indicateur manométrique indique la différence de pression aux bornes de l'orifice, ça indique un passage de gaz et permet au calcul de débit instantané du gaz sorti du séparateur
- des détecteurs de gaz et de flammes reliés à un automate destiné pour assurer la protection F&G.



**Figure II.8 :** Vanne manuelle à l'entrée du séparateur.

### II.5 Avantage et inconvénients de l'installation

Cette installation présente des avantages et des inconvénients :

#### II.5.1 Avantages

- Ne nécessite aucun câblage ;
- Coût réduit de l'installation ;
- Simplicité de l'utilisation et de la configuration.

### II.5.2 Inconvénients

- Aucun feedback, ou animation pour l'opérateur à distance ;
- Aucune intervention à distance ;
- Absence d'une vanne ESD à l'entrée du séparateur ;
- Aucun système ESD installé ;
- Risque de débordement de liquide vers la torche ;
- Matériel de régulation pneumatique obsolète ;
- Maintenance difficile.

### II.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la structure du séparateur, le principe de fonctionnement ainsi que son ancienne instrumentation. Les problèmes rencontrés sont dues aux multiples inconvénients des instruments et du système de contrôle pneumatique qui nous conduisent à conclure qu'une rénovation et automatisation électronique sont plus que nécessaires.

## Chapitre III

Rénovation et automatisation du séparateur par Allen

Bradley

### III.1 Introduction

Le développement de l'outil informatique a entraîné le développement des techniques de commande et de régulation surtout en terme d'interfaces graphiques qui permettent la visualisation de plusieurs grandeurs en même temps et donnent accès à la manipulation de ces grandeurs.

Dans ce chapitre, nous allons entamer la rénovation de notre installation du séparateur 10-V-120. Pour faire cela, on aura besoin de changer quelques instruments pneumatiques et installer des nouveaux modules de mesure et de commande qui convertissent les mesures physiques à des signaux électrique 4-20 mA, la transmission des données se fait à travers des câbles et des boites de jonctions vers la salle des armoires de contrôle, donc des transmetteurs seront installés en gardant les indicateurs et les manomètres pour comparer les valeurs électroniques aux valeurs mécaniques

L'utilisation d'un automate programmable est nécessaire pour l'acquisition des mesures et le transfert des commandes, ainsi qu'une forte alimentation est indispensables pour alimenter notre nouveau système. [9]

### III.2 Installation du panneau de contrôle pneumatique LCP

C'est la première modification dans le cadre de la rénovation de notre séparateur, elle consiste à installer une vanne ESDV à l'entrée du séparateur 10-V-120 et à déplacer la vanne manuelle avant l'ESDV, la commande de notre nouvelle vanne ESD est assurée par un panneau de contrôle pneumatique LCP à travers un relais pneumatique installé par le MOC 00217 du 04/04/2010. En conséquence, des changements sur la tuyauterie sont indispensables pour installer les deux vannes en série [10].

La figure III-1 représente un cylindre avec un switch flottant fixé en haut qui va indiquer la valeur haute de niveau de liquide LAH, c'est un switch pneumatique relié directement au LPC, aussi la pression de gaz est reliée directement au LPC où deux switches sont ajustés à la valeur basse de pression PAL et la valeur haute de pression PAH, un quatrième signal pneumatique est relié à des fusibles qui s'éclatent en présence de feu libérant la pression dans la ligne de cet signal- un bouton ESD installé sur le panneau permet à l'utilisateur de fermer la vanne ESDV et isoler le séparateur, si un de ces cinq signaux entrées est activé le signal de sortie pneumatique va commander la fermeture de la vanne ESDV.



**Figure III.1** : Installation d'un cylindre avec switches.

Le tableau III.1 représente les causes et effets pour le système ESD pneumatique de séparateur 10-V-120 [9].

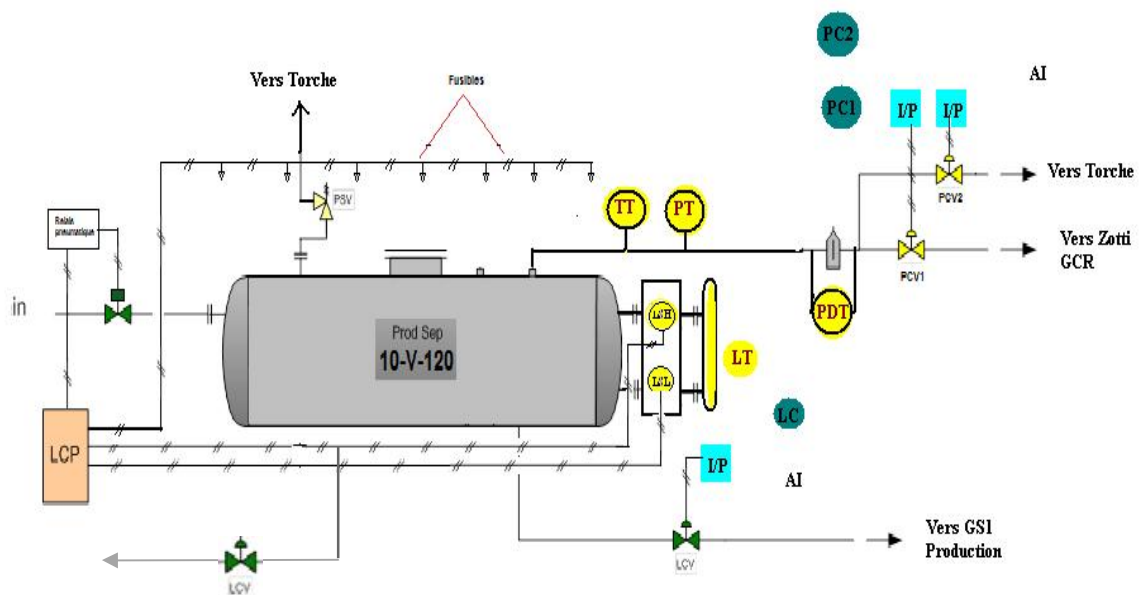
		CAUSE	EFFET
			10-ESDV-120
			Fermée
Switche au niveau du LPC	PAH-120	Haute Pression	X
Switche au niveau du LPC	PAL-120	Basse Pression	X
Switche au niveau du séparateur	LAH-120	Haut Niveau	X
Fusibles au niveau du séparateur	FL-120	FEU	X
Bouton au niveau du LPC	ESD-120	ESD	X

**Tableau III. 1** : Causes et effets du système ESD.

### III.3 Nouvelle instrumentation électronique

La nouvelle instrumentation installée est basée sur des transmetteurs intelligents alimentés par des tensions continues 24 Volts, ces transmetteurs transforment les mesures physiques en signaux électriques, soit en courant de petites valeurs de l'ordre de zéro à 20 Milliampère ou des tensions de 0 à 10 Volts, notre projet est basé sur des boucles de mesures et des boucles de commande avec des signaux 4-20mA. Par conséquent, nous avons besoin aussi de changer les vannes régulatrices, ajouter des convertisseurs courant/pression, détendeurs de pressions, des électrovannes pneumatiques trois voies, des câbles instrumentations, des boîtes de jonctions, des chemins de câbles,...

La figure III.2 représente un schéma synoptique des instruments et des boucles de contrôle et de commande qui vont être installés au niveau du 10-V-120.



**Figure III .2 :** Schéma synoptique de la nouvelle instrumentation.

AI : Air instrument

I/P : convertisseur courant pression

### III.3.1 Transmetteur de niveau LT-11208

Un bridle (pipe de support) installé sur le séparateur avec six points de connexion : deux au séparateur en haut et en bas, deux connexions pour installer les limites switches LAH et LAL, et deux autres connexions pour installer un transmetteur de niveau de type plongeur de marque : Masoneilan 12322-058 avec une carte électronique qui convertis le petit mouvement du plongeur à un signal 4-20 mA. Un signal 24V alimente la carte électronique du transmetteur et transmis en même temps un signal de courant 4-20 mA calibré suivant le niveaux dans le cylindre de transmetteur. Le signal 4 mA correspond à un niveau de liquide 0% ou 0 mm dans le séparateur, et le signal 20 mA correspond à un niveau de 100% ou 813 mm de liquide(Brute) dans le séparateur. La figure III-3 représente le bridle, les switches à flotteur LAH, LAL et le transmetteur de niveau LT-11208 installé [9].

Le câblage va lier le transmetteur LT-11208 vers une entrée analogue de l'automate à travers une boîte de jonction et une barrière intrinsèque MTL.



**Figure III.3 :** a/Transmetteur de niveau LT-11208 b/les switches LAH, LAL

### III.3.2 Transmetteur de niveau LT-11209

Un bridle installé sur le séparateur avec six points de connexion : deux au séparateur en haut et en bas, deux connexions pour installer les limites switches LAH et LAL, et deux autres connexions pour installer un transmetteur de niveau de type plongeur de marque : Masoneilan 12322-058 avec une carte électronique qui convertis le petit mouvement du plongeur à un signal 4-20 mA. Un signal 24V alimente la carte électronique du transmetteur

et transmis en même temps un signal courant 4-20 mA calibré suivant le niveau dans le cylindre de transmetteur. Le signal 4 mA correspond à un niveau de liquide 0% ou 0 mm dans le séparateur, et le signal 20 mA correspond à un niveau de 100% d'eaux dans le séparateur.

Le câblage va lier le transmetteur LT-11209 vers une entrée analogue de l'automate à travers une boîte de jonction et une barrière intrinsèque MTL.

### III.3.3 Transmetteur de pression PT-11208

Un transmetteur de pression de marque Rosemount installé sur le pipe de la sortie de gaz au niveau de l'entrée du bloc de l'orifice Daniel qui va indiquer la valeur de pression de gaz à l'intérieur du séparateur, le transmetteur est calibré à travailler sur l'intervalle 0-20 Bars, et délivre un signal 4-20 mA où 4 mA représente une pression de 0 Bar et 20 mA qui représente une pression équivalente à 20 Bars. Le câblage va lier le transmetteur PT-11208 vers une entrée analogue de l'automate à travers une boîte de jonction et une barrière intrinsèque MTL. La figure III.4 représente le transmetteur PT-11208.

### III.3.4 Transmetteur de DP (différence de pression) PDT-11208

Un transmetteur de différence de pression de marque Rosemount installé sur le pipe de la sortie de gaz au niveau du bloc de l'orifice Daniel, l'entrée HP reliée à la sortie de l'orifice Daniel tandis que l'entrée LP est reliée à l'entrée de l'orifice, pour nous permettre d'avoir une différence de pression DP non nulle en cas d'écoulement de gaz et par la suite on peut calculer son débit, le transmetteur est calibré à travailler sur l'intervalle 0-500 mBars, et délivre un signal Hart 4-20 mA où 4 mA représente une différence de pression de 0 Bar et 20 mA représente une DP de gaz équivalente à 500 mBars. Le câblage va lier le transmetteur PDT-11208 vers une entrée analogue de l'automate à travers une boîte de jonction et une barrière intrinsèque MTL. La figure III.4 représente le transmetteur PDT-11208.



**Figure III.4 :** Transmetteurs de Pression et DP : PT-11208, PDT-11208.

### III.3.5 Transmetteur de température TT-11208

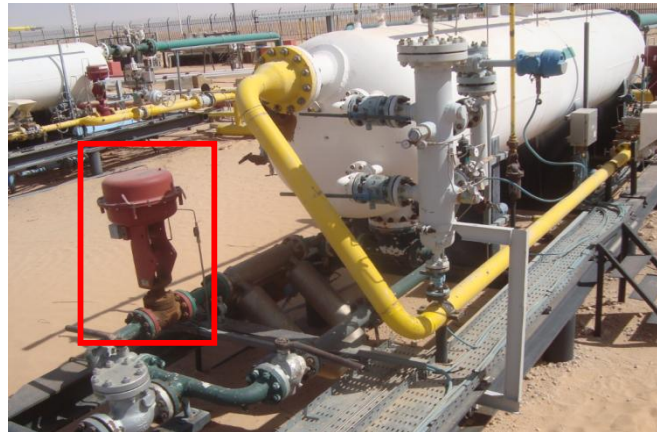
Un transmetteur de température de marque Rosemount modèle 3144P avec un capteur RTD de type PT100 installé sur le pipe de la sortie de gaz qui va indiquer la valeur de température de gaz à l'intérieur de séparateur, le transmetteur est calibré à travailler sur l'intervalle 0-100 degrés, et délivre un signal 4-20 mA où 4 mA représente une température de 0 degré et 20 mA représente une température de gaz équivalente à 100 degrés. Le câblage va lier le transmetteur TT-11208 vers une entrée analogique de l'automate à travers une boîte de jonction et une barrière intrinsèque MTL. La figure III.5 représente le transmetteur TT-11208.



**Figure III.5 :** Transmetteur de température TT-11208.

### III.3.6 La vanne régulatrice LCV-11208

Une nouvelle vanne régulatrice est installée au niveau de la sortie de liquide, de marque Masoneilan de taille 3", modèle 88-21125, la vanne a besoin d'air pour s'ouvrir et se ferme par absence d'air, un convertisseur I/P convertit la commande électrique 4-20 mA à une pression 1.44-3.10 Bar, donc un signal 4 mA représente une pression de 1.44 Bar et 20 mA équivalent à une pression de 3.10 Bar. Le signal de contrôle de la vanne est calculé par l'automate et envoyé au convertisseur I/P (Figure III.8) à travers une carte de sortie analogique. La figure III.6 représente la vanne LCV-11208.



**Figure III. 6 :** La vanne LCV-11208.

### III.3.7 La vanne régulatrice LCV-11209

Une nouvelle vanne régulatrice installée au niveau de la sortie d'eau, de marque Masoneilan de taille 3", modèle 88-21125, la vanne a besoin d'air pour s'ouvrir et se ferme par absence d'air, un convertisseur I/P convertit la commande électrique 4-20 mA à une pression 1.44-3.10 Bar, donc un signal 4 mA représente une pression de 1.44 Bar et 20 mA équivalent à une pression de 3.10 Bar. Le signal de contrôle de la vanne est calculé par l'automate et envoyé au convertisseur I/P (Figure III.8) à travers une carte de sortie analogique.

### III.3.8 La vanne régulatrice PCV-11208

Une nouvelle vanne régulatrice installée au niveau de la sortie du gaz vers Zotti GCR, de marque Masoneilan de taille 4" modèle 87-41635, la vanne a besoin d'air pour se fermer et s'ouvre par absence d'air, un convertisseur I/P convertit la commande électrique 4-20 mA à une pression 0.21-1.03 Bar qui va fermer la vanne, donc un signal 4 mA représente une pression de 0.21 Bar et 20 mA équivalent à une pression de l'air de 1.03 Bar. Le signal de contrôle de la vanne est calculé par l'automate et envoyé au convertisseur I/P (Figure III.8) à travers une carte de sortie analogique. La figure III.7 représente la PCV-11208.



**Figure III.7 : La vanne PCV-11208.**



**Figure III.8 : Convertisseur I/P.**

### **III.3.9 La BDV-11208 (Blow Down Valve)**

Une vanne tout ou rien installé en parallèle avec la vanne PCV-11208, relié au séparateur d'un côté et de l'autre côté vers torche, la vanne a besoin d'air pour s'ouvrir et se ferme par absence d'air. Un positionneur 4-20mA qui va contrôler la vanne, donc dans l'état normal l'électrovanne laisse passer l'air vers le positionneur et celui-ci va varier la pression d'air entrant, dans le cas d'un déclenchement, l'électrovanne va couper l'air allant au positionneur ce qui fait l'ouverture de la vanne.

### **III.3.10 L'ESDV-12000 (Emergency Shutdown valve)**

Une vanne tout ou rien est installée au niveau de l'entrée du séparateur de marque Rotork de taille 8", la vanne a besoin d'air pour s'ouvrir et se ferme par absence d'air, elle est présentée sur l'image de la figure III-9, une électrovanne à trois voies de marque VERSA composée d'une électrovanne électrique 24 Volts avec ressort de retour et un tiroir pneumatique trois voies qui assure le passage de l'air de la voie 1 vers 2 en cas de repos, en cas d'excitation de la bobine de l'électrovanne, le passage de l'air de la voie 3 vers 2. Cette électrovanne est nécessaire pour assurer la fermeture de la vanne ESD en cas d'urgence ; cette électrovanne est commandée par l'automate à travers une carte de sorties digitales.



Figure III-9 : La vanne ESD-12000.

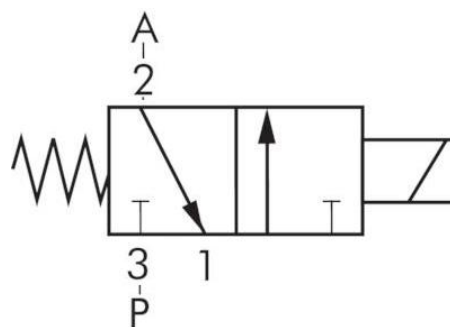
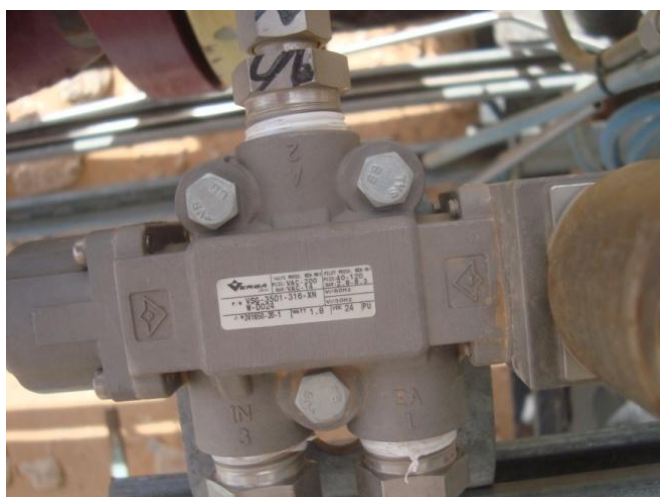


Figure III.10 : Electrovanne pneumatique à trois voies.

## Chapitre III : Rénovation et automatisation du séparateur par Allen Bradley

En récapitulatif, on peut résumer nos besoins en matériels à l'extérieur de la salle armoires de contrôle et à proximité du séparateur dans le tableau ci-dessous : [10]

	description	fabriquant	taille	Range	Pression	Calibré	Modèle
1	Transmetteur niveau TYPE PLONGEUR	Masoneilon	2"	14"			12322-058
2	Transmetteur de différence de pression	Rosemount		2480	250Bar	0-500mBar	3051-3001
3	Transmetteur de Température	Rosemount					3144P
4	Transmetteur de pression	Rosemount		55.2bar	110	0-20 Bar	3051-3001
5	CONNVERTISSEUR I/P	Fisher					I2P-100
6	Régulateur de pression	Fisher		0 -35 Psi	250 Psi		67CFR-235/PM1
7	Vanne PCV Air to close	Masoneilon	4"	0.21 - 1.03bar			87-41635
8	Vanne LCV Air to Open	Masoneilon	3"	1.44- 3.10bar			88-21125
9	SHUTDOWN VALVE ESDV	ROTORK	8"x8"				MOA
10	ELECTROVANNE 3 VOIS (3WAYS)	versa					VSG-3501
11	Capteur Temperature	rosemount					PT100
12	mano indicateur de pression			0-60			
13	mano indicateur de température						
14	Boule de soupape	Neway	8"				
15	Boite de jonction	Weidmuller					
16	Boite de jonction	Cooper					
17	CABLE, INSTRUMENT, 10 PAIRES X 2.5 MM						
18	CABLE, INSTRUMENT, 1 PAIRES X 2.5 MM						
19	CABLE, INSTRUMENT, 2 PAIRES X 2.5 MM						
20	Fusible Link Plug for F&G (124°C)	SWAGELOK				255 DEGREE F (Green)	ADAPTER TUBE TO PIPE, 3/8 IN, FUSIBLE, 316SS SWAGELOK

**Tableau III.2 :** Première liste du matériel nécessaire pour la rénovation du séparateur.

### III.4 L'automatisation par Allen Bradley

L'automate utilisé est de marque Allen-Bradley de la famille control-logix L55 connecté sur un châssis avec une carte d'alimentation 24 volts, une carte de communication Ethernet/IP, un module de communication Prosoft et des cartes entrées/sorties TOR ou analogiques.

#### III.4.1 Choix de l'automate Allen Bradley

Le choix de cet API est en premier lieu le choix d'une société, En deuxième lieu est en fonction de la partie commande à programmer. On doit tenir compte plusieurs critères :

- Nombre d'entrées / sorties.
- Le temps de traitement.
- La capacité de la mémoire.
- Le nombre d'étapes ou d'instructions.
- Le nombre de temporisateurs.
- Le langage de programmation.

#### III.4.2 Structure interne de Allen Bradley

##### III.4.2.1 Châssis 7 slots 1756-A7

C'est une boîte métallique qui contient une carte électronique avec sept (07) connexions pour les cartes et une connexion pour l'alimentation électrique, le châssis est représenté dans l'image de la figure III-11. Pour les sept slots le premier slot est le slot 0, le dernier est le slot 6.



Figure III.11 : Le châssis 1756-A7.

##### III.4.2.2 Module d'alimentation

L'alimentation Allen-Bradley (AB) transforme la tension 220 volts à courant alternatif en tensions à courant continu 24 VDC, 5.1VDC, 3.3VDC et 1.2VDC avec une puissance maximale de 75W. Elle alimente le châssis et toutes les cartes qu'il contient.



**Figure III.12 : L'alimentation électrique (AB).**

### III.4.2.3 Contrôleur PLC AB L55

Le contrôleur qui est installé dans le slot0 exécute le programme qu'il contient, le programme écrit en Ladder et reste implanté dans l'Eeprom du PLC grâce à une batterie de 3 Volts DC, un port RS232 permet au PLC de communiquer avec un PC pour la programmation, une clé est utilisée pour choisir un des trois modes de fonctionnement du PLC, Mode remote, program et Run.



**Figure III.13 : Le contrôleur AB L55.**

### III.4.2.4 Carte Ethernet 1756-ENBT/A

La carte Ethernet qui est installé sur le slot1 assure la communication du PLC avec un autre élément Ethernet connecté à un connecteur RJ45, la carte doit être configuré à une adresse IP fixe, on peut aussi faire la programmation du PLC à travers cette carte.



**Figure III.14 : La carte Ethernet 1756-ENBT/A.**

### III.4.2.5 Cartes d'Entrées /Sorties

Ce sont les cartes connectées aux différents instruments du processus, les cartes entrées permettent l'acquisition des données, deux (2) types de cartes d'entrées sont installées sur notre châssis:

- Carte entrées analogiques AI : 1756-IF16 (slot2)
- Carte entrées digitales DI : 1756-IB32/B (slot5)
- Carte sorties analogiques AO : 1756-OF8 (slot4)
- Carte entrées digitales DO : 1756-OX8I (slot3)



**Figure III.15 : Les cartes E/S sur le châssis 1756-A7.**

### III.4.2.6 Module de communication MVI56E-MCM

Le module de communication MVI56E (le module qu'on a utilisé pour la communication entre le PLC Allen Bradley et le DCS DELTA'V qui est installé dans le slot6) permet à un maître et/ou un esclave Modbus de connecter des processeurs ControlLogix® de Rockwell Automation® à des équipements Modbus RTU/ASCII. Chaque port MVI56E peut être configuré comme un maître ou un esclave.

Le module MVI56E-MCM fonctionne comme un module E/S sur le fond de panier du ControlLogix. Les deux ports série sont configurables indépendamment.

Le MVI56E-MCM est conçu pour des applications de process standards, et fonctionne dans des environnements extrêmes. Il supporte des températures de fonctionnement très élevées, et a un revêtement conforme qui le protège dans tout environnement poussiéreux ou corrosif.[11]



**Figure III.16 :** Module de communication MVI56E-MCM [11].

### III.5 Câblage de l'automate

Des barrières Intrinsèques et non intrinsèques sont nécessaires entre les transmetteurs, les vannes et les cartes Entrées/sorties de l'automate, un écran tactile de marque Allen Bradley utilisé comme HMI connecté à travers son port Ethernet à la carte de communication Ethernet de l'automate à travers un switcher Ethernet, le tableau ci-dessous résume le besoin de matériel à l'intérieur des armoires de contrôle.

	Description	Constructeur	Modèle
A.I (PT/PDT/LT/TT)	Analog Input card, 16 channel, 4-20 ma	Allen-Bradley	1756-IF16
A.O (LCV/PCV)	Analog Ouput card, 8 channel, 4-20 ma,	Allen-Bradley	1756-OF8
D.I (HS/ACK)	Digital Input card, 32 channel, 24VDC,	Allen-Bradley	1756-IB32/B
D.O (ESDV/BDV)	Digital Ouput card, 08 channel 24VDC,	Allen-Bradley	1756-OX8I
Barrières pour les entrées analogiques	MTL-4041B Barrier , 4-20 MA	Measurement Technology LTD (MTL)	MTL-4041B
Barrières pour les sorties analogiques	MTL-4046P Barrier, 4-20MA	Measurement Technology LTD (MTL)	MTL-4046P
Barrière pour les entrées digitales	MTL-4014 Barrier, Switch with LFD (Line fault detector)	Measurement Technology LTD (MTL)	MTL-4014
HMI	Human Machine Interface	Allen Bradley	Panel View 1000
Switcheur	Switcheur Ethernet 04 ports	Phoenix Contact	SF 8TX

**Tableau III.3 :** Deuxième liste du matériel nécessaire pour la rénovation.

## Chapitre III : Rénovation et automatisation du séparateur par Allen Bradley

Chaque instrument est branché à un points choisis au niveau des cartes entrées/sorties de l'automate, le tableau qui suit représente tous les signaux départs et arrivées à l'automate. Ce choix peut être modifié, le tableau ci-dessous va nous faciliter la tâche de programmation.

N	Instrument	Carte E/S	Type de la connexion
1	PT_11208	Slot2 / ch0	Entrée Analogique
2	LT_11208	Slot2 / ch1	Entrée Analogique
3	LT_11209	Slot2/ch2	Entrée Analogique
4	TT_11208	Slot2 / ch3	Entrée Analogique
5	PDT_11208	Slot2 / ch4	Entrée Analogique
6	PCV_11208	Slot4 / ch0	Sortie Analogique
7	LCV_11208	Slot4 / ch1	Sortie Analogique
8	LCV_11209	Slot4 / ch2	Sortie Analogique
9	HS_12000	Slot5 /ch0	Entrée Digitale
10	HS_12001	Slot5 / ch1	Entrée Digitale
11	HS_12002	Slot5 / ch2	Entrée Digitale
12	HS_12003	Slot5 / ch3	Entrée Digitale
13	HS_1506_EMERGENCY	Slot5 / ch4	Entrée Digitale
14	ACK_HS	Slot5 / ch5	Entrée Digitale
15	ACK_ALARME	Slot5 / ch6	Entrée Digitale
16	ACK_STOP	Slot5 / ch7	Entrée Digitale
17	BDV_11208	Slot3 / ch0	Sortie Digitale
18	ESDV_12000	Slot3 / ch1	Sortie Digitale
19	ESDV_12001	Slot3 / ch2	Sortie Digitale
19	ESDV_12002	Slot3 / ch3	Sortie Digitale
20	ESDV_12003	Slot3 / ch4	Sortie Digitale

**Tableau III.4 : Choix des points de connexions des instruments aux E/S.**

### III.6 Conclusion

L'automatisation du séparateur 10-V-120 a pour but d'intégrer un nouveau programme sous l'automate programmable industriel <<Allen Bradley>> pour augmenter les performances, améliorer la sécurité de l'opérateur, augmenter la précision et la rapidité et minimiser l'erreur.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left side and rounded corners at the top and bottom. The text is centered within this border.

## Chapitre IV

### Programmation et supervision

### IV.1 Introduction

Après avoir rénové et automatisé le séparateur avec des instruments intelligents, l'étape suivante consiste à concevoir un programme écrit sous forme de langage Ladder (LD) pour assurer le contrôle et la sécurité du séparateur qui sera implanté dans l'automate Allen Bradley suivi d'une réalisation des interfaces graphiques qui donnent en plus de la visualisation, de l'évolution des Process en temps réel.

### IV.2 Logiciel Allen Bradley RSLogix 5000

Allen-Bradley est le nom de marque d'une gamme d'équipements d'automatisation d'usine fabriqués par Rockwell Automation. La connexion entre le contrôleur et l'ordinateur est faite soit par utilisation d'un câble série, soit un câble Ethernet [12]. La gamme RSLogix (packages de programmation de logique à relais conformes à la norme IEC-1131) nous aide à optimiser les performances, à économiser du temps de développement et à améliorer la productivité.

Dans ce qui suit, nous allons expliquer les étapes de la création d'un projet sur PLC Allen Bradley à l'aide du logiciel RSLogix5000.

#### IV.2.1 Développement d'un projet

##### IV.2.1.1 Création d'un projet

D'abord, on commence par lancer le logiciel RSLogix 5000 par double clic sur l'icône et créer un nouveau projet pour le contrôleur.

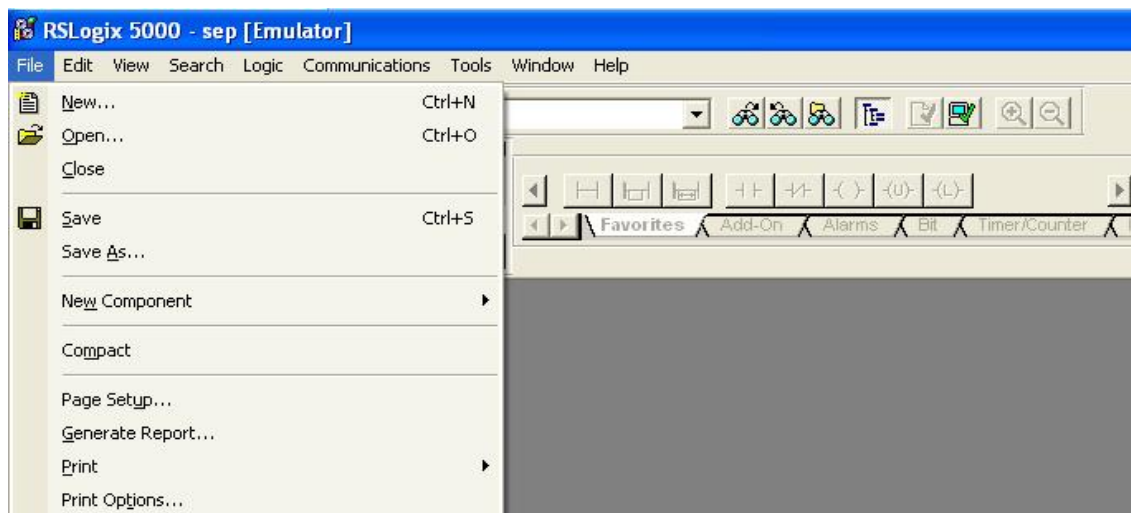


Figure IV.1 : Création du projet.



### f) Sélectionner un module à ajouter

On prend l'exemple d'un module d'entrée. On sélectionne une référence.

Pour cet exemple, sélectionner 1756-IF16.

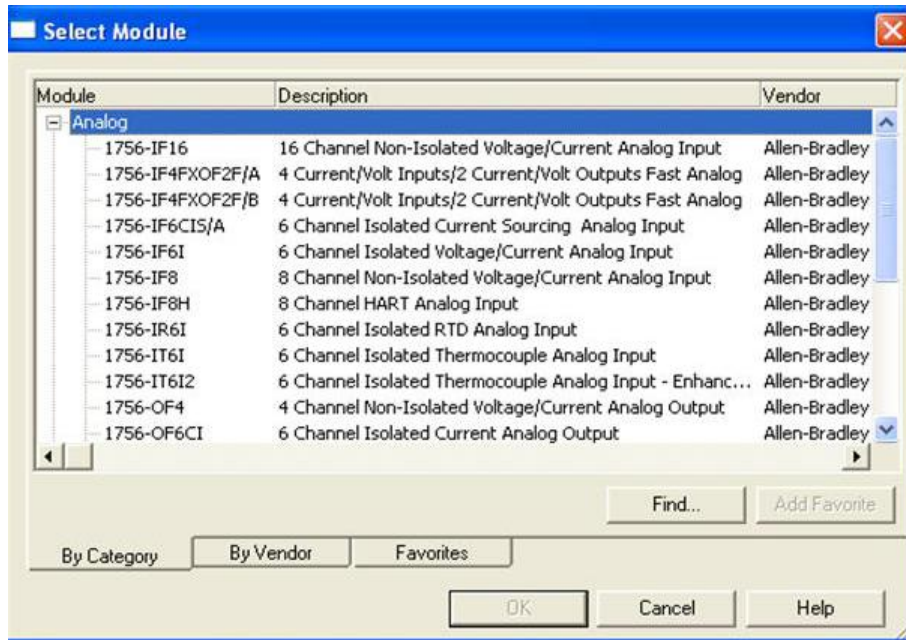


Figure IV.4 : Sélection d'un module.

### g) Identifier le module d'entrées

Nom et numéro d'emplacement

Description du module (optionnel)

Format de communication

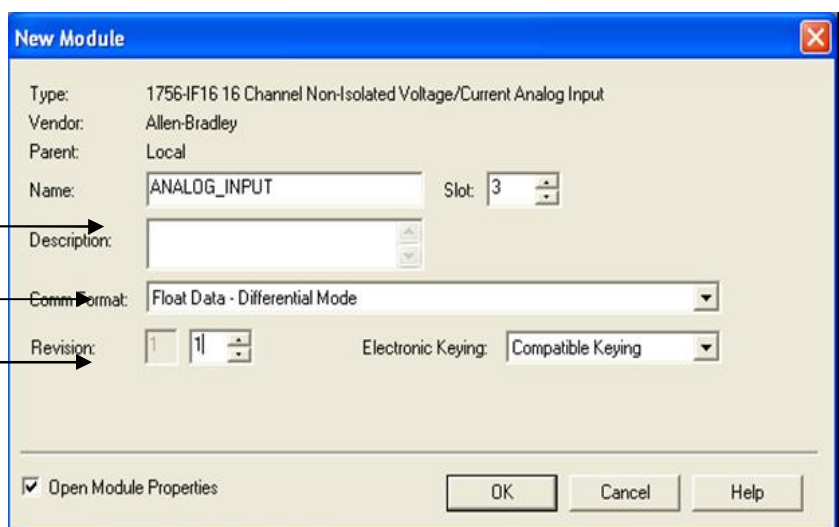
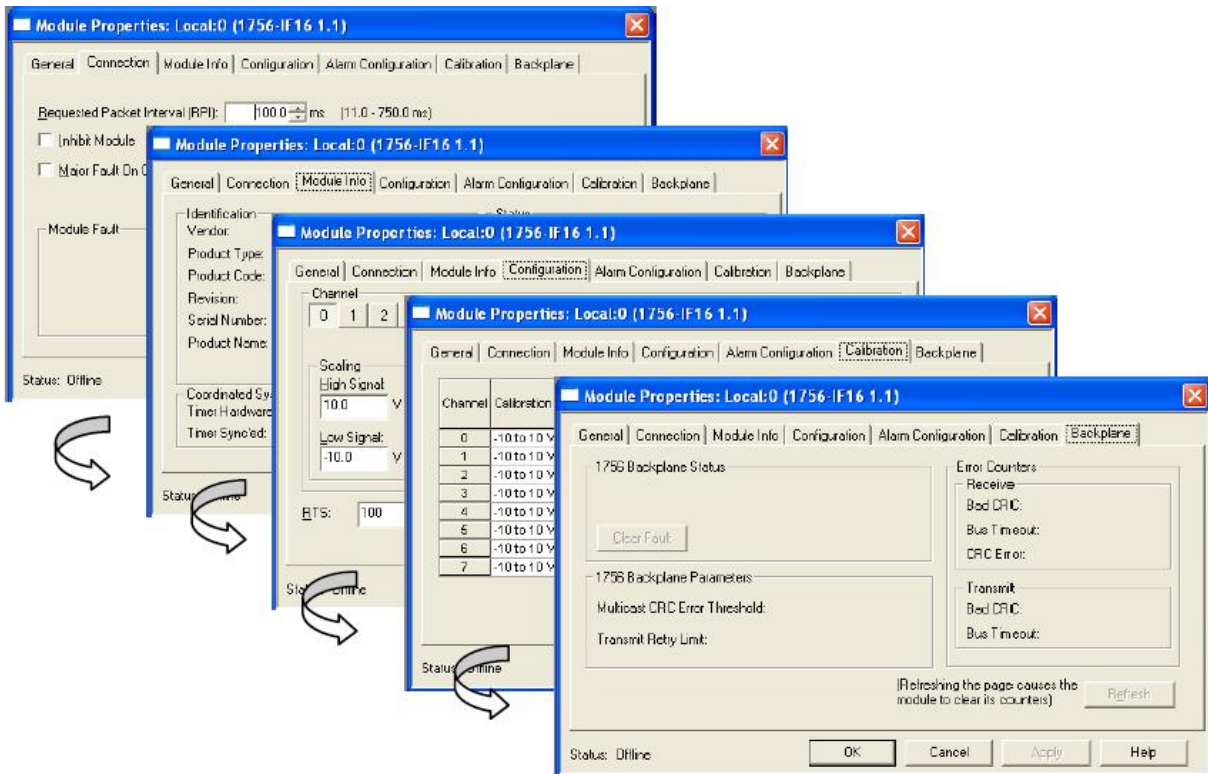


Figure IV.5 : Identification d'un module.

**h) Configurer le module**



**Figure IV.6 :** Configuration d'un module.

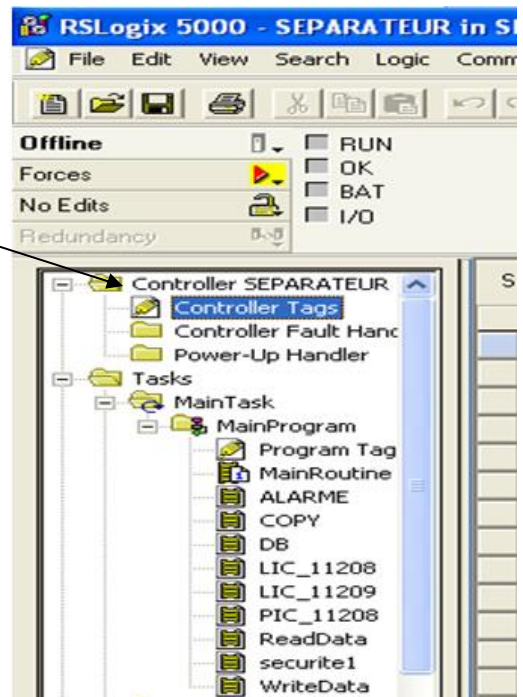
Et c'est les mêmes étapes pour ajouter un module de sortie ou un module de communication.

**IV.2.1.3 Affichage des points d'E/S**

Double-clique sur <<Controller Tags>>

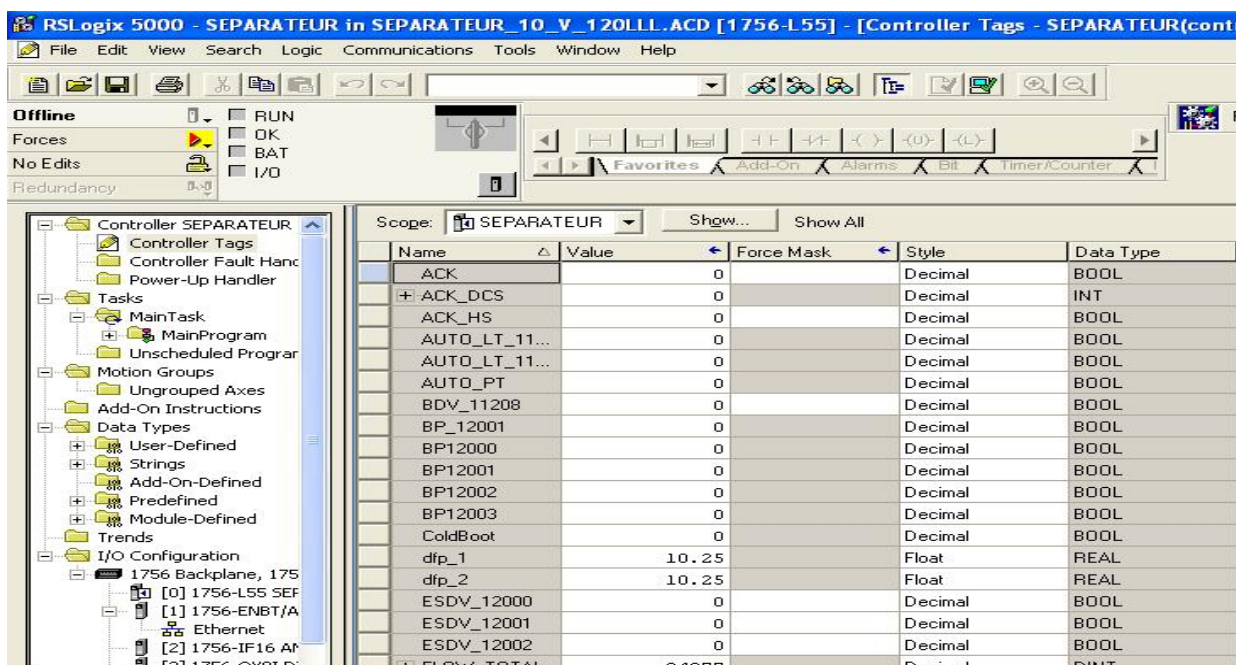
On va avoir les variables globales du système.

Les variables portent le nom de « tags ». Les tags sont soit des variables du système (entrées– sorties directes ou déportées) soit des variables internes (pointeur d'étape, etc.)



**Figure IV.7 :** Table des variables.

Les variables de programmation sont également définies dans les tags. Lors de leur définition, on doit spécifier le nom de la variable, son type (BOOL, INT, TMER, etc.) et même sa valeur initiale lors du démarrage. L'introduction d'une nouvelle variable est réalisée en ouvrant l'onglet « Edit tags » dans les répertoires « Controller tags » et « Program Tags ».



**Figure IV.8 :**Creation des tags.

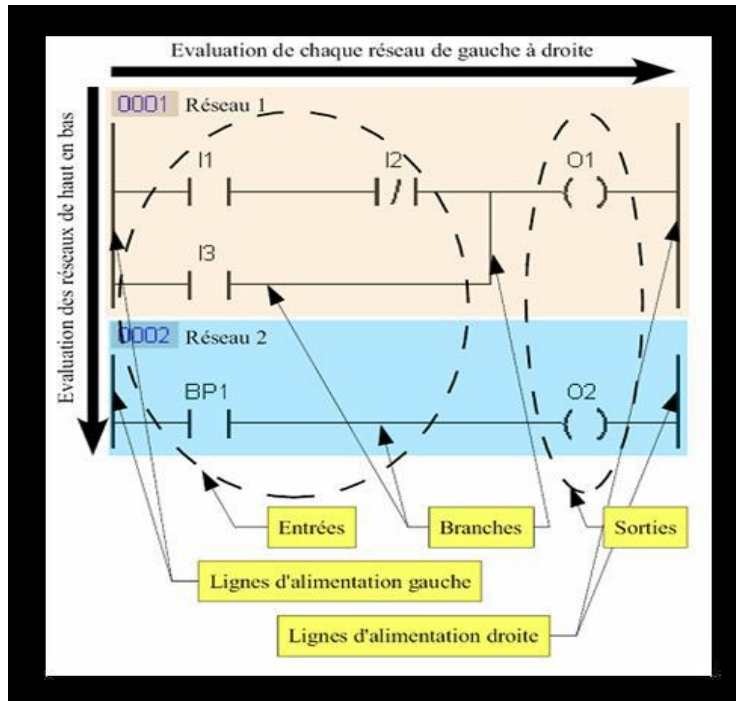
### IV.3 Architecture et hiérarchie des projets (programmes)

La programmation de l'automate se fait via la réalisation de plusieurs tâches (Task). Lors de la création du projet, le logiciel va automatiquement créer les dossiers Main Task qui contiennent le programme à exécuter, MainProgram et le fichier MainRoutine (sous-programme principal) utilisant le langage de programmation en logique à contact.

#### IV.3.1 Structure d'un programme LADDER (Langage à contact)

Le ladder (LD) est un langage graphique de programmation visuel très simple d'utilisation. Associé au Function Block Diagram (FBD) le ladder devient un langage complet de programmation. Un schéma Ladder est constitué de plusieurs réseaux. Comme le montre la figure suivante, chaque réseau possède une ligne d'alimentation à gauche, une ligne d'alimentation à droite et les branches reliant les entrées situées à gauche et les sorties situées à droite.

L'évaluation de chaque réseau se fait de la gauche vers la droite, l'évaluation de l'ensemble des réseaux se fait du haut vers le bas.



**Figure IV.9 :** Structure d'un langage Ladder.

L'avantage de ce langage graphique réside dans le fait qu'il utilise des symboles très proches de ceux utilisés dans les schémas électriques à contact (schéma à relais).

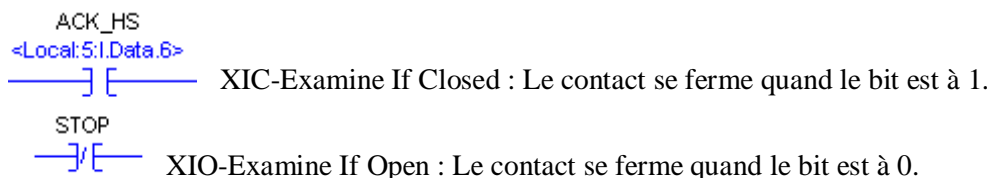
Un ensemble de lignes (réseaux) est un ensemble d'éléments graphiques reliés entre eux par des connexions horizontales et verticales, ces éléments représentent:

- Les entrées/sorties de l'automate (boutons-poussoirs, détecteurs, relais...).
- Des fonctions d'automatismes (temporisateurs, compteurs...).
- Des opérations arithmétiques et logiques et des opérations de transfert.
- Les variables internes de l'automate.

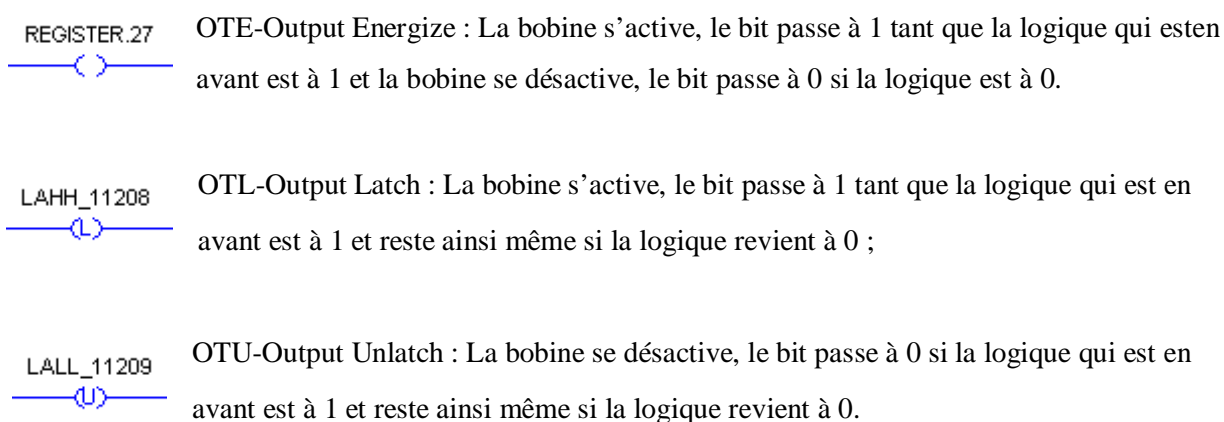
### IV.3.2 Instructions de base dans RSLogix

Voici une liste des instructions de base de la série RSLogix:

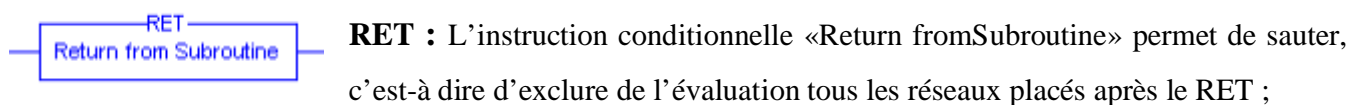
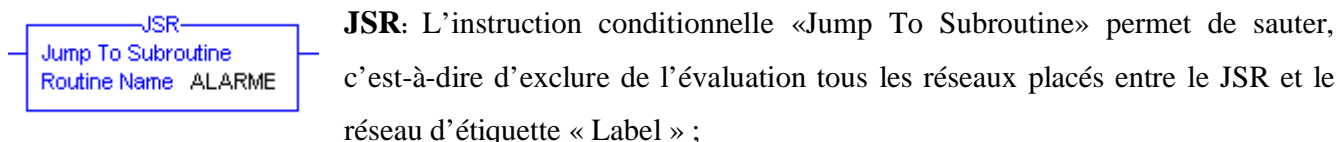
#### IV.3.2.1 Les symboles des entrées en LADDER



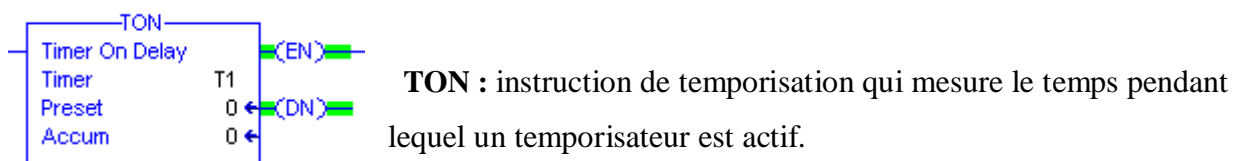
#### IV.3.2.2 Les symboles des sorties en LADDER

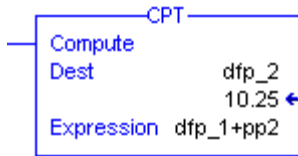


#### IV.3.2.3. Sauts de réseaux



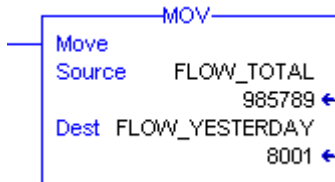
#### IV.3.2.4 Temporisateur et compteur



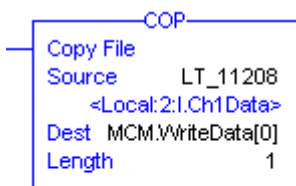


**CPT** : L'instruction CPT effectue les opérations arithmétiques définies dans l'expression.

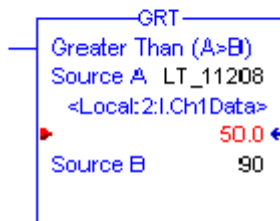
### IV.3.2.5 Comparaison et transfert



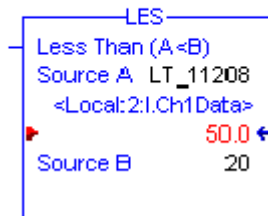
**MOV** : est une instruction de sortie qui copie une valeur de la source vers la destination. La source reste inchangée.



**COP** : cette instruction copie les valeurs de la source vers la destination, La source reste inchangée.

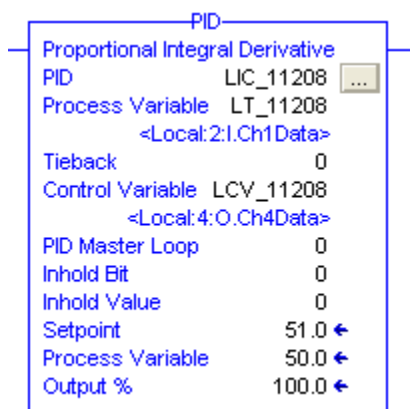


**GRT** : une instruction qui teste si une valeur est supérieure a une autre valeur.



**LES** : une instruction qui teste si une valeur est inférieure à une autre valeur.

### IV.3.2.6 Instructions spéciales



**PID** : une instruction permet de commander une boucle de régulation par une variable qui va vers un dispositif de commande (vanne, clapet...).

### IV.3.3 Connexion au contrôleur

Le logiciel RSLinxClassic gère les communications entre les contrôleurs **Logix L55** et les programmes de logiciels, tels que le logiciel RSLogix 5000. Pour communiquer avec un contrôleur (par exemple, le téléchargement, les données du moniteur), le logiciel RSLinxClassic doit être configuré pour la communication requise.

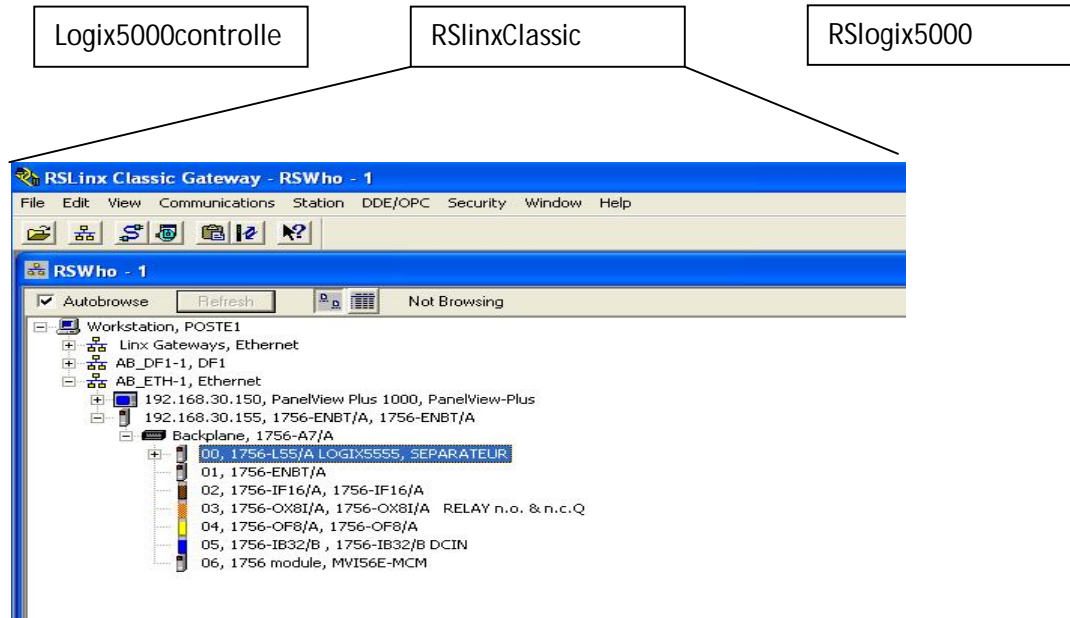


Figure IV.10 : Connexion au contrôleur

### IV.3.4 Programmes et routines

Une routine fournit un code exécutable (logique) pour un programme (similaire à un fichier de programme dans un PLC).

- Il y a une routine principale à affecter pour chaque programme.

- Lorsque le programme s'exécute, sa routine principale s'exécute automatiquement.
- La routine principale est utilisée pour contrôler l'exécution des autres programmes du programme.

- Un sous-programme est une autre routine que la routine principale de routine ou d'une faute. Pour exécuter un sous-programme, utilisez un saut à sous-routine (JSR) dans une autre routine, comme la principale routine.

Pour insérer un nouveau programme ou une nouvelle routine, il suffit de se placer au niveau supérieur à l'entité à créer (soit au niveau tâche si on veut insérer un nouveau programme ou bien au

niveau programme si on veut introduire une nouvelle routine) et faire un « click droit de souris ». L'insertion d'un nouvel élément est alors proposée.

Pour entrer une logique, on fait glisser des boutons de la barre d'outils vers l'emplacement souhaité. Puis entrer une logique sans définir les opérandes. Après avoir entré une section de logique, revenir en arrière et attribuer les opérandes.

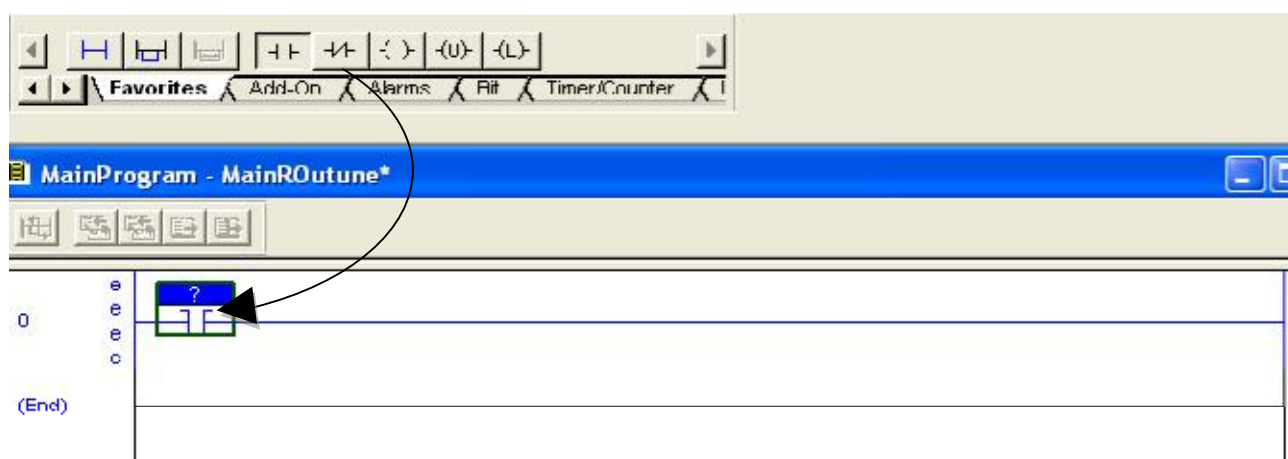


Figure IV.11 : Insertion d'une logique.

### IV.4 Programme de fonctionnement du Séparateur 10-V-120

Notre programme est constitué d'une routine principale MainRoutine et de 10 sous programmes appelés sousroutines (*ALARME*, *COPY\_WRITE*, *COPY\_Read*, *DEBIMETRE*, *LIC\_11208*, *LIC\_11209*, *PIC\_11208*, *ReadData*, *SECURITE*, *WriteData*) chaque sousroutine présente une fonction de contrôle, de calcul ou de protection ESDV.

- **Main routine:** La routine principale du programme MainProgram s'appelle MainRoutine, Cette routine permet pendant l'exécution de sauter vers les sous-routines de façon inconditionnelle en utilisant l'instruction JSR.
- **ALARME :** Cette sousroutine est utilisée pour déclencher une alarme immédiate lorsqu'il y a une très haute ou une très basse pression sur le séparateur, et même chose pour le niveau de brute et le niveau d'eaux.
- **SECURITE :** l'ESD est une sousroutine qui gère toutes les sécurités du séparateur. Le système « cause and effect » est programmé pour la commande des vannes ESDV-12000, ESDV\_12001, ESDV\_12002 et BDV\_11208. En cas d'une situation critique, les vannes ESD se ferment immédiatement et la BDV\_11208 s'ouvre vers torche.

- **DEBIMETRE** : La subroutine DEBIMETRE calcule le débit du gaz dégagé par le séparateur, la lecture est affecté à une variable PDT-11208 puis par des formules de calcul dans le programme, on déduit trois lectures du débit : le débit instantané, le débit total et le débit totale de la journée précédente.
- **LIC\_11208/LIC\_11209** : Un sous-programme pour contrôler le niveau du liquide dans le séparateur, la lecture du niveau se fait par la carte AI et en utilisant un régulateur PID avec des paramètres choisis au début par le programmeur, le set point SP peut être changée par la suite. Le régulateur PID calcule la commande et l'envoi à la vanne LCV à travers la carte AO et les points choisis.
- **PIC\_11208** : Un sous-programme utilisé pour contrôler la pression de séparateur en agissant sur le débit de gaz envoyé vers le centre zotti GCR par la lecture de la pression via la carte AI et les points choisis, puis un régulateur PID calcule la commande de contrôle qu'il envoi vers la vanne PCV\_11208 à travers la carte AO. Le programme régule la pression de séparateur à une pression de consigne SP programmée au début et peut être changé par la suite.
- **Read Data/Write data** : Deux sous-programmes conçu pour la configuration du module de communication Prosoft afin d'avoir un transfert de données entre le PLC Allen Bradley vers DCS DeltaV.
- **COPY-WRITE/COPY Read** : C'est un sous-programme créé pour le transfert de donnée du PLC Allen Bradley vers le DCS delta

### IV.5 Création de l'HMI du séparateur

Dans cette partie nous allons créer une interface graphique du séparateur avec le logiciel Rsview studio, cet interface est l'**HMI** qui va assurer l'interface entre le PLC et l'utilisateur. L'animation se compose de plusieurs images, chacune avec un niveau de sécurité, l'utilisateur peut accéder avec 3 niveaux d'accès : DEFAULT, OPERATOR ou ADMINISTRATOR. Les Accès DEFAULT et OPERATOR sont des accès limités avec lesquels on peut afficher l'état du séparateur, le niveau, la pression, la température, les alarmes, forcer des grandeurs, ouvrir des vannes manuellement et changer les points de consigne (Set Points).

L'accès ADMINISTRATOR est un accès illimité avec lequel on peut accéder à toutes les images de l'animation avec quelques privilèges comme changer les paramètres de régulateur (Kp,Ki,Kd).

Dans les images, les mesures et les commandes sont programmées par des variables (TAGS) qui communiquent avec le programme du contrôleur Rslogix, donc un **Shortcut** qu'on a appelé TAGS est programmé pour lier les variables de l'HMI aux variables du contrôleur.

### IV.5.1 L'image Control

C'est une vue d'accueil qui sert à accéder à toutes les autres vues de l'HMI.



Figure IV.12 : Page de contrôle

### IV.5.2 L'image Séparateur

C'est l'image qui représente une vue globale du séparateur. À partir de cet affichage, on peut :

- Lire les valeurs mesurées par les transmetteurs PT-11208, LT-11208, LT-11209, TT-12000 et les valeurs de contrôle des trois vannes régulatrices LCV-11208, LCV\_11209 et PCV\_11208.
- Sortir de notre programme et revenir au programme initial de configuration de l'écran Allen-Bradley par un bouton SHUTDOWN, un bouton « ALARM » pour voir les alarmes actives. Les boutons Login et Logout sont destinés à changer l'utilisateur « user » dans le programme de DEFAULT à OPERATOR ou ADMINISTRATOR, et le reste des boutons (ESD, GAS, CONTROL) pour accéder aux images d'animation correspondantes.
- Voir l'état des vannes ESDV (fermée ou ouverte) et les différentes alarmes de niveau ou de pression.

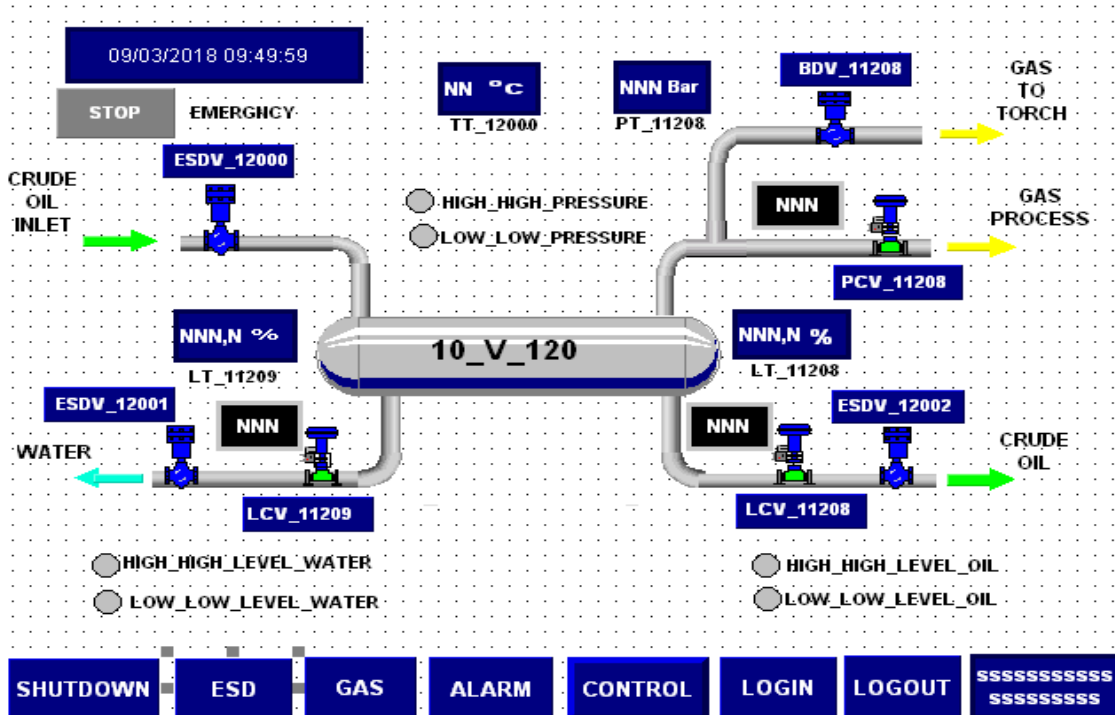


Figure IV.13 : Vue du Séparateur.

Pour changer l'accès à l'utilisateur Administrator, il faut taper un mot de passe. Et pour quitter le mode utilisateur Administrator il faut cliquer sur le bouton revenir.

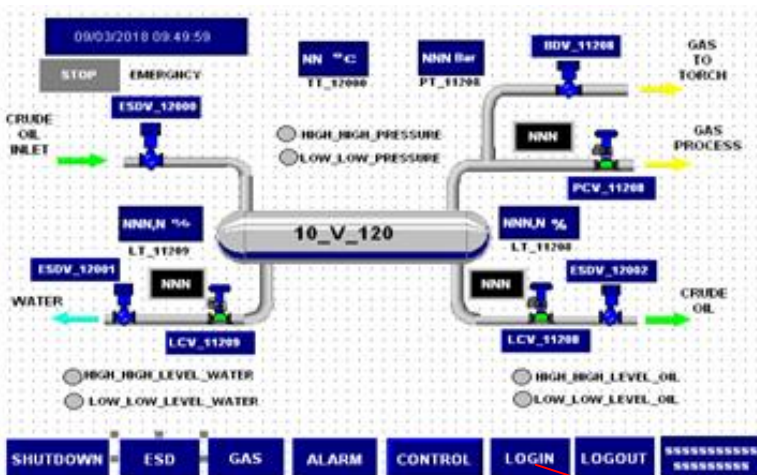


Figure IV.14 : Accès administrateur.



### IV.5.5 L'image PIC\_11208, LIC\_11208, LIC\_11209

En cliquant sur un des boutons LCV\_11208, LCV\_11209 ou PCV\_11208 de la vue d'accueil, on obtient l'image qui affiche le contrôle de cette vanne avec les valeurs PV (process variable), CV (control variable) et SP (Set Point), à droite s'affiche les courbes du PV et CV, et en même temps on peut changer les consignes de notre grandeur SP et ouvrir et fermer les vanne manuellement.

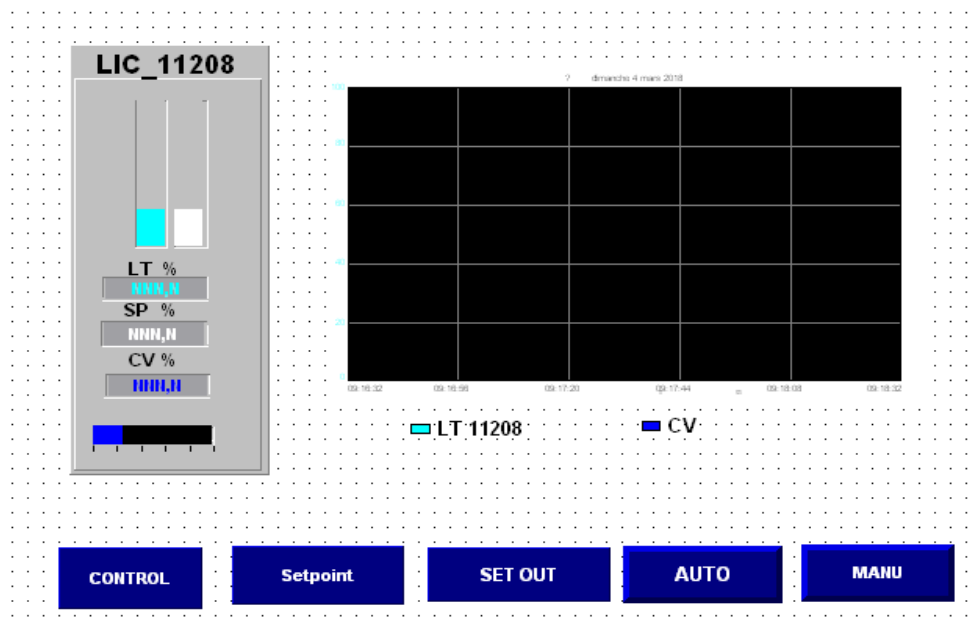


Figure IV.17 : LIC-11208.

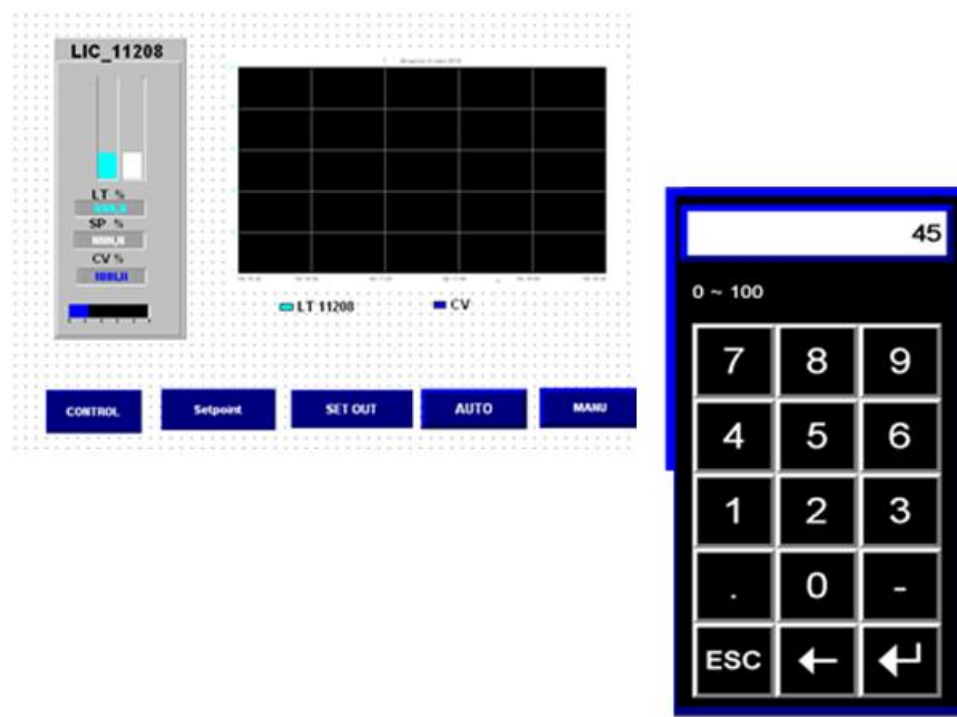


Figure IV.18 : Ouverture d'une vanne à 45% manuellement.

### IV.5.6 L'image PCV\_11208, LCV\_11208, LCV\_11209

En cliquant sur un de ces boutons, ça nous mènera vers des pages à accès limités (Administrator) pour changer les paramètres de régulateur PID ( $K_p, K_i, K_d$ ) en tapant la valeur sur un clavier numérique qui apparait sur le HMI.

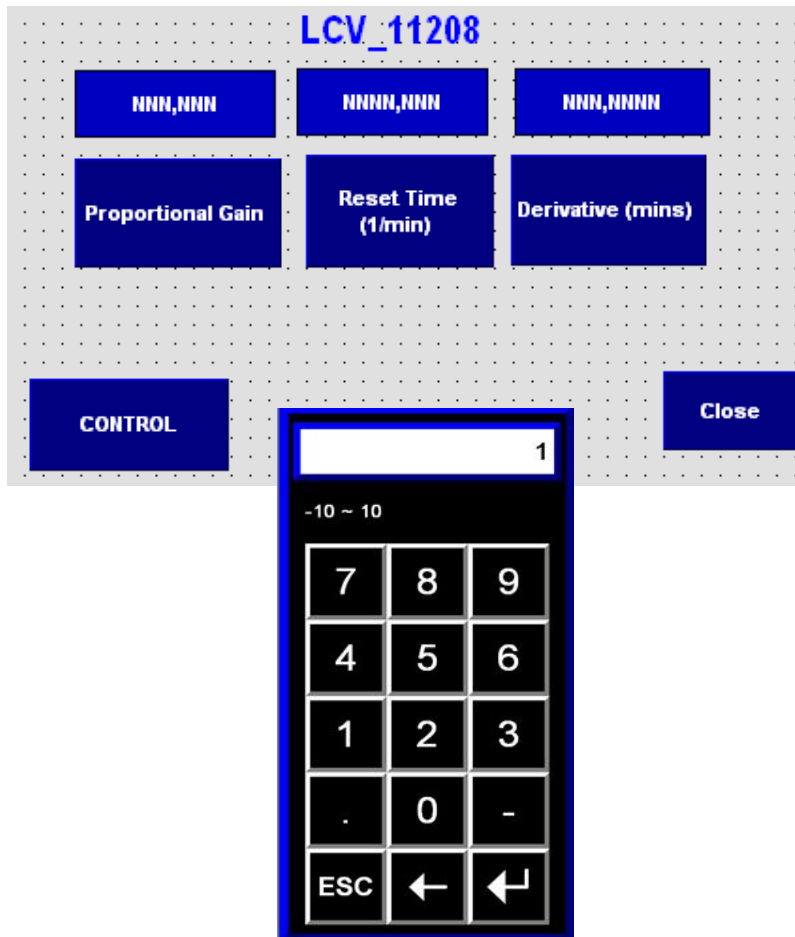


Figure IV.19 : Changement d'un paramètre du PID.

### IV.5.7 L'image GAZ

Image a accès générale pour afficher le débit du gaz de séparateur instantané total de la journée précédente.

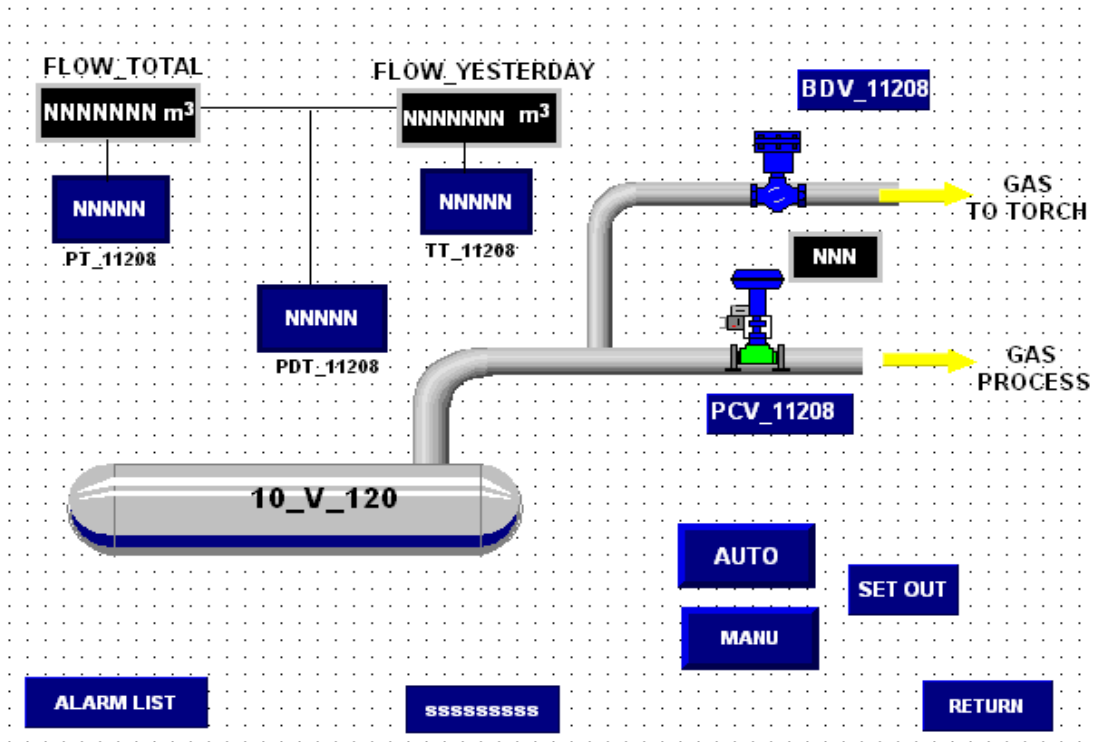


Figure IV.20 : Animation pour le débit de gaz.

#### IV.4 Conclusion

Dans chapitre, nous avons présenté les différents programmes qui nous permettent d'effectuer la tâche d'automatisation pour le contrôle du séparateur, ainsi les vues HMI pour la supervision et la communiquer à l'automate. Ce qui va nous permettre de minimiser l'effort physique et gagner le temps.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left side and rounded corners on the right side.

## Chapitre V

### Intégration du DCS DeltaV

### V.1 Introduction

Après l'étape de programmation et supervision du séparateur nous avons proposé une nouvelle solution de contrôle et de supervision basée sur l'intégration du système de contrôle du séparateur dans le DCS Delta V.

Ce chapitre est divisé en deux parties : La première consiste à décrire le système DCS Delta V, sa conception, sa configuration et son logiciel de programmation. Dans la deuxième partie nous allons décrire les différentes étapes de l'intégration du système de contrôle du séparateur du L'API Allen Bradley vers le DCS Delta V.

### V.2 Le système DCS DELTA V

#### V.2.1 Définition

Le système de contrôle distribué (DCS) de EMERSON (DeltaV ) est un système de contrôle qui utilise un matériel PC standard pour les interfaces utilisateur, couplé avec des contrôleurs propriétaires et des modules d'E/S autour d'une usine de traitement pour contrôler un grand nombre de boucles de contrôle en utilisant un seul grand système dont le matériel peut être distribué à travers toute l'usine et connecté avec une liaison de données numériques [13].

#### V.2.2 Choix du DCS DELTA V

##### - **Besoins du projet**

La série M du DeltaV propose des cartes de bus et d'entrées-sorties traditionnelles très compactes et performantes. Elle a été conçue pour résister à tout type d'environnement, la plage de température de la plupart des composants matériels de la série M est comprise entre -40 °C et +70 °C. La plate-forme est donc parfaitement adaptée aux températures extrêmes.

##### - **Gain de place**

La série M se monte à l'horizontale ou à la verticale, selon le type de support choisi. Le support vertical permet d'optimiser l'espace des armoires qui ne dépassent pas 800 mm de largeur. Les cartes d'entrées-sorties se montant à un angle de 45°, il est possible de limiter au maximum l'espace nécessaire aux conduites de câble entre les différents supports.

### - **Flexibilité**

La série M propose un vaste éventail de cartes Modbus et d'entrées-sorties traditionnelles, ainsi que des cartes d'entrées-sorties de sécurité intrinsèque, qui permettent de raccorder directement tout type de câble de bus ou signal de terrain pour l'automatisation des procédés.

### **V.2.3 Conception modulaire du système delta V**

Le système Delta V est composé de :

#### **A. Contrôleur**

Une gamme:

- ✓ M5Plus,
- ✓ MD (Ethernet 100Mbit/s).

#### **B. Cartes E/S**

Entrées / Sorties Analogiques :

- ✓ 4-20 mA / 1-5 Vcc / mV / Thermocouples / RTD,
- ✓ 2 fils / 4 fils,
- ✓ Protocol Hart / Non Hart,

Entrées / Sorties Logiques :

- ✓ 24 Vcc / 120 VAC / 220 VAC • Isolées / Contacts secs,

#### **C. Interface série**

- ✓ Communication vers automates, balances, analyseurs, ...
- ✓ RS232C, RS422, RS485 (multi points),
- ✓ Modbus Maître / Esclave,
- ✓ Diagnostics complets,
- ✓ vitesse jusqu'à 115 kbauds,
- ✓ Lectures/Écritures individuelles ou groupées,
- ✓ Interface Programmable.



Figure V.1 : Les modules DeltaV.

Capacité du système DCS DeltaV :

- 120 Nœud redondants,
- 60 stations de travail de tout type,
- 01 Station ingénieur (appelée pro+) maximum,
- 10 stations professionnelles maximum,
- 59 Stations Operateur,
- 10 Stations Application,
- 42 Station de travail distantes,
- 05 Serveurs de données distants,
- 02 stations déportées de configuration (Client) par station ingénieur
- 04 Stations déportées de contrôle (clients) par station Operateur avec Windows 2003 Server,
- 100 contrôleurs simplex/redondant,
- 30,000 DSTs,
- Nombre de tags SCADA non limité,
- 15,000 Advanced Unit Management DSTs (BATCH).

### V.2.4 Différents terminaux du système delta V

Le système de procédé évolutif DeltaV comporte les différentes stations suivantes :

**Station Pro Plus** : Station contenant la Base de données. Cette station est indispensable pour le bon fonctionnement du DeltaV.

**Station Opérateur** : Station de conduite. Typiquement utilisée pour surveiller et conduire le procédé à l'aide de l'interface opérateur.

**Station Professionnelle** : Station de configuration et d'exploitation.

**Station d'Application** : Station d'Historique. Cette station est utilisée pour les sauvegardes des historiques des équipements configurés pour avoir des données d'historisés. Elle n'est pas utilisée pour la configuration ni pour le contrôle. Aussi utilisé en tant que serveur OPC (Object Process Control) pour échanger des informations avec différents systèmes (ESD, F&G).

### V.2.5 Concepts du système DeltaV

Le système DeltaV aide les utilisateurs à créer des systèmes de contrôle de procédé faciles à régler et à exploiter, cohérents et sûrs. Pour atteindre ces objectifs, le système DeltaV utilise les éléments suivants :

- Un système de configuration du matériel prêt à l'emploi.
- Une bibliothèque de modules de contrôle réutilisables pour simplifier le travail de configuration initial.
- Des techniques telles que "glisser-déplacer" pour simplifier la configuration et la Modification du système, une interface graphique cohérente similaire à celle de l'environnement d'exploitation Microsoft Windows nt,
- Un système d'aide contextuel et une documentation en ligne intégrés,
- Des approches matérielles et logicielles garantissant la sécurité et l'intégrité du système,
- Un assistant de configuration qui guide à travers le processus de configuration et configure le système tout en enseignant les principes de base.

### V.2.6 Configuration du logiciel

Le système DeltaV propose un logiciel puissant et facile d'utilisation grâce auquel on peut mieux concevoir et exploiter des applications de contrôle de procédé. Ce logiciel comprend diverses applications qui permettent de configurer, exploiter, documenter et optimiser les procédés industriels. Les principales applications sont les outils techniques et les outils opérateur. Des outils supplémentaires sont disponibles pour le Contrôle Avancé, l'Installation et l'Aide en ligne.

#### V.2.6.1 Outils techniques

Les principaux outils techniques sont :

- Le DeltaV Explorer,
- Le Control Studio.

Les autres outils sont :

- Le Gestionnaire des Utilisateurs,
- L'Administrateur de Base de Données.

##### a) Explorateur DeltaV

L'Explorateur DeltaV (DeltaV Explorer) est une application qui permet de définir les éléments de votre système (tels que les zones, les nœuds, les modules ou les alarmes) et de visualiser la structure générale et l'agencement du système.

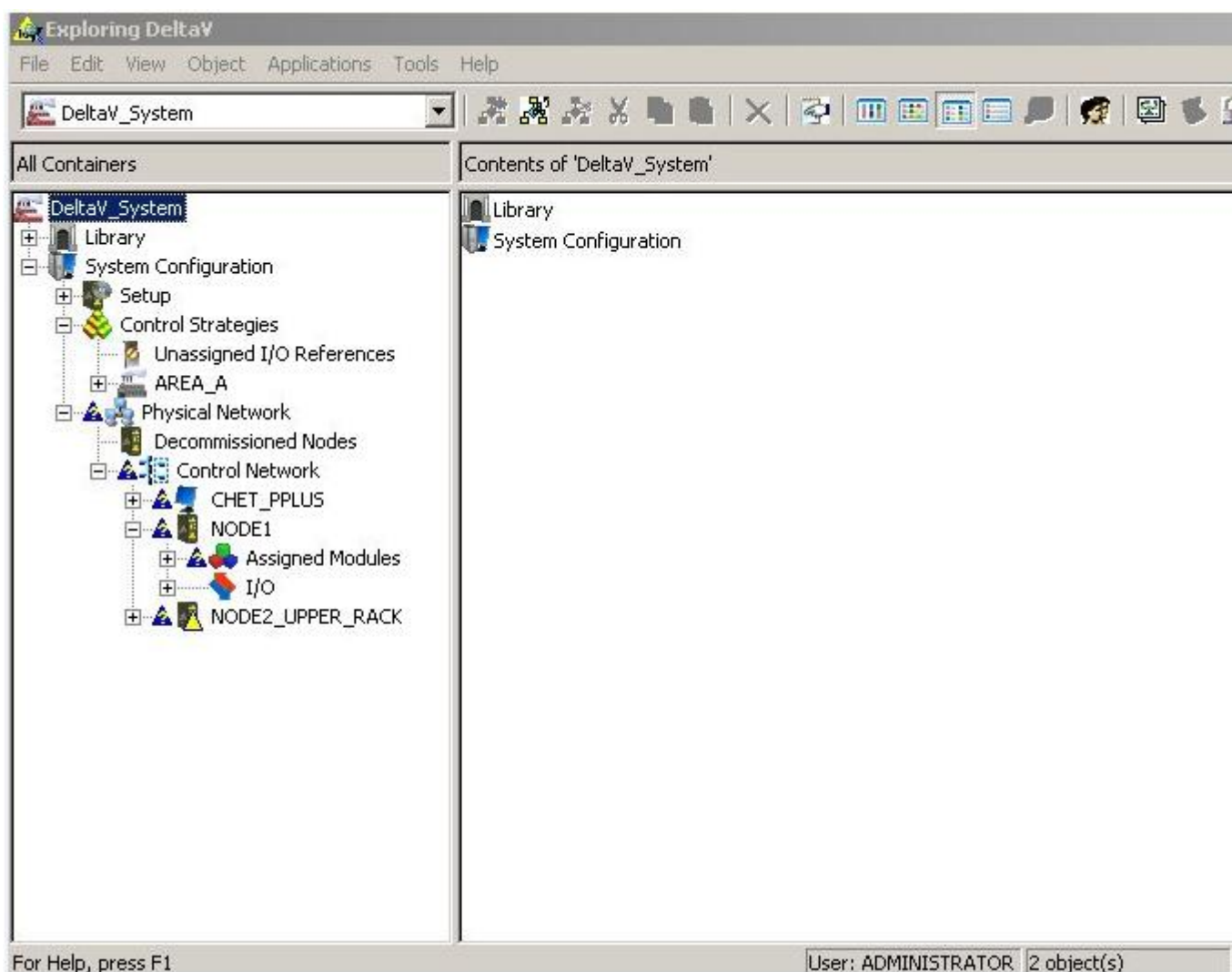
On peut faire de nombreuses opérations avec cette application, notamment :

- ✓ créer, copier ou déplacer des modules,
- ✓ configurer le matériel système,
- ✓ définir les types et les priorités des alarmes,
- ✓ ouvrir Control Studio ou d'autres applications.

Le DeltaV Explorer est composé de :

- **Library** : Contient la bibliothèque avec des propositions de modules (AI, PID,...).
- **System Configuration** : Contient la configuration du système (configuration de la base de données, Licences, alarmes, modules et du hardware).
- **Setup**: Contient les configurations des alarmes, des clés de sécurité,... ainsi que les Licences.

- **Control Stratégies** : Contient toutes les Area, ainsi que tout le module configuré.
- **Physical Network** : Contient l'architecture hardware du système DeltaV.

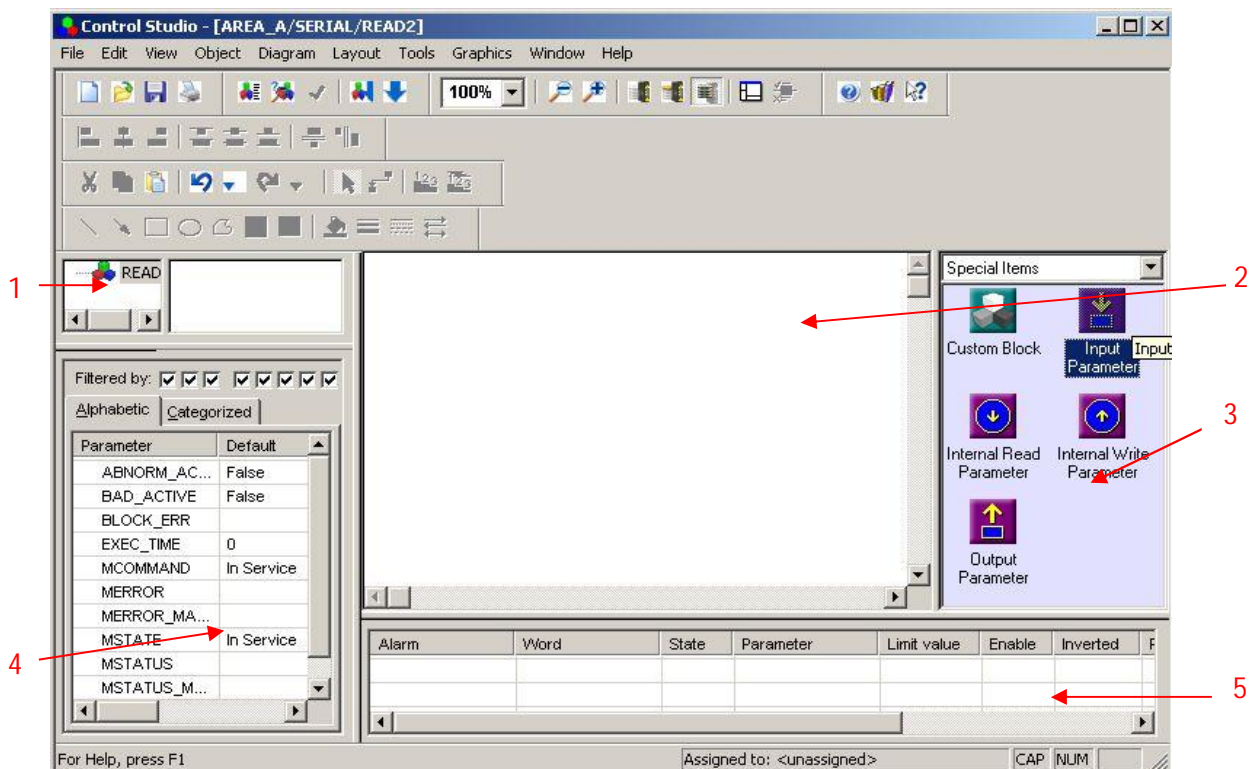


**Figure V.2:** Vue général du DeltaV Explorer.

### b) Control Studio

Le Delta V Control Studio permet de créer et de modifier les modèles représentant les stratégies de contrôle. Il permet aussi de créer et de gérer ces stratégies sous forme modulaire (modules de configuration réutilisable pour le contrôle des équipements). Cet aspect modulaire permet la modification d'un module sans affecter les autres, même s'ils sont en cours d'exécution. Les stratégies de contrôle sont facilement créées par un glisser-déposer des blocs de fonction en se basant sur la norme de langage de programmation CEI 61131- 3 qui contient des diagrammes de blocs fonction, des fonctions séquentielles SFC, des fonctions

continues CFC, ... Delta V control Studio permet de faire de la régulation, du contrôle avancé et de la logique basique et séquentielle.



**Figure V.3 :** Vue général du DeltaV Explorer.

- 1 *Hierarchy View*— Affiche le contenu du diagramme de bloc de fonction ou le Sequential Function Chart.
- 2 *Diagram View*— La vue de travail où vous construisez les stratégies pour le module de contrôle.
- 3 *Palette* — La vue sélectionnable qui contient les différents blocs de fonction, paramètres et blocs personnalisés utilisés pour construire les stratégies pour le module de contrôle.
- 4 *Parameter View*— La fenêtre où le bloc de fonction sélectionné ou les modules du diagramme de bloc de fonction sont affichés.
- 5 *Alarm View*— La zone dans laquelle les alarmes prédéfinies est créé ou affichée.

### c) Gestionnaire des utilisateurs

Le Gestionnaire des Utilisateurs permet de définir les niveaux d'accès des groupes et des individus. Il définit les rôles que les utilisateurs peuvent jouer (administrateur, opérateur, technicien, etc.) et les droits et fonctions affectés à chaque rôle. Ensuite, lorsque nous créons des comptes individuels pour les utilisateurs, nous définissons les rôles affectés aux utilisateurs.

### d) Administrateur de bases données

Les outils de l'Administrateur de Bases de Données permettent aux utilisateurs dotés des droits d'administration nécessaires d'effectuer des opérations de maintenance telles que créer, effacer, copier ou enregistrer dans les bases de données.

### V.2.6.2 Outils opérateurs

Les outils opérateur sont utilisés pour l'exploitation quotidienne du système de contrôle de procédé. Les principaux outils opérateur sont DeltaV Operate, la Vue d'Historique, les Diagnostics et l'Interface Opérateur Batch. L'application DeltaV Login affiche l'utilisateur actuel et permet aux opérateurs d'ouvrir et de fermer des sessions dans le système DeltaV et de modifier leur mot de passe système.

#### a) DeltaV Operate

L'application DeltaV Operate fonctionne sous deux modes distincts. En mode configuration, cette application permet de construire des graphiques de procédé en haute résolution et en temps réel. En mode fonctionnement, les opérateurs du système de contrôle utilisent ces graphiques lors des opérations quotidiennes de surveillance et de maintenance du procédé, opérateurs communiquent avec le système de contrôle de procédés par l'intermédiaire de l'application DeltaV Operate. En mode de configuration, il permet d'insérer des images numérisées de l'installation, des textes, des graphiques, des animations et des sons dans les graphiques de procédé. Un modèle prédéfini simplifie le travail de conception des vues opérateur.

#### b) Diagnostics

L'application Diagnostics fournit des informations sur le statut et l'intégrité des appareils du système. Nous pouvons visualiser les informations de diagnostic à tout moment une fois que nous avons placé les appareils du système sur le réseau de contrôle et chargé les stations de travail

### V.2.7 Utilisation du DeltaV Explorer

#### V.2.7.1 Création de la base de données

La stratégie de contrôle de commande DeltaV nécessite le suivi des étapes suivantes:

- Créer et nommer une zone (AREA) pour tenir les modules de contrôle.
- Créer les modules qui spécifient la saisie, le traitement, les alarmes et les conditions de contrôle des boucles et d'autres parties du processus.
- Créer un Diagramme de Fonction Séquentiel (SFC) pour automatiser le processus.

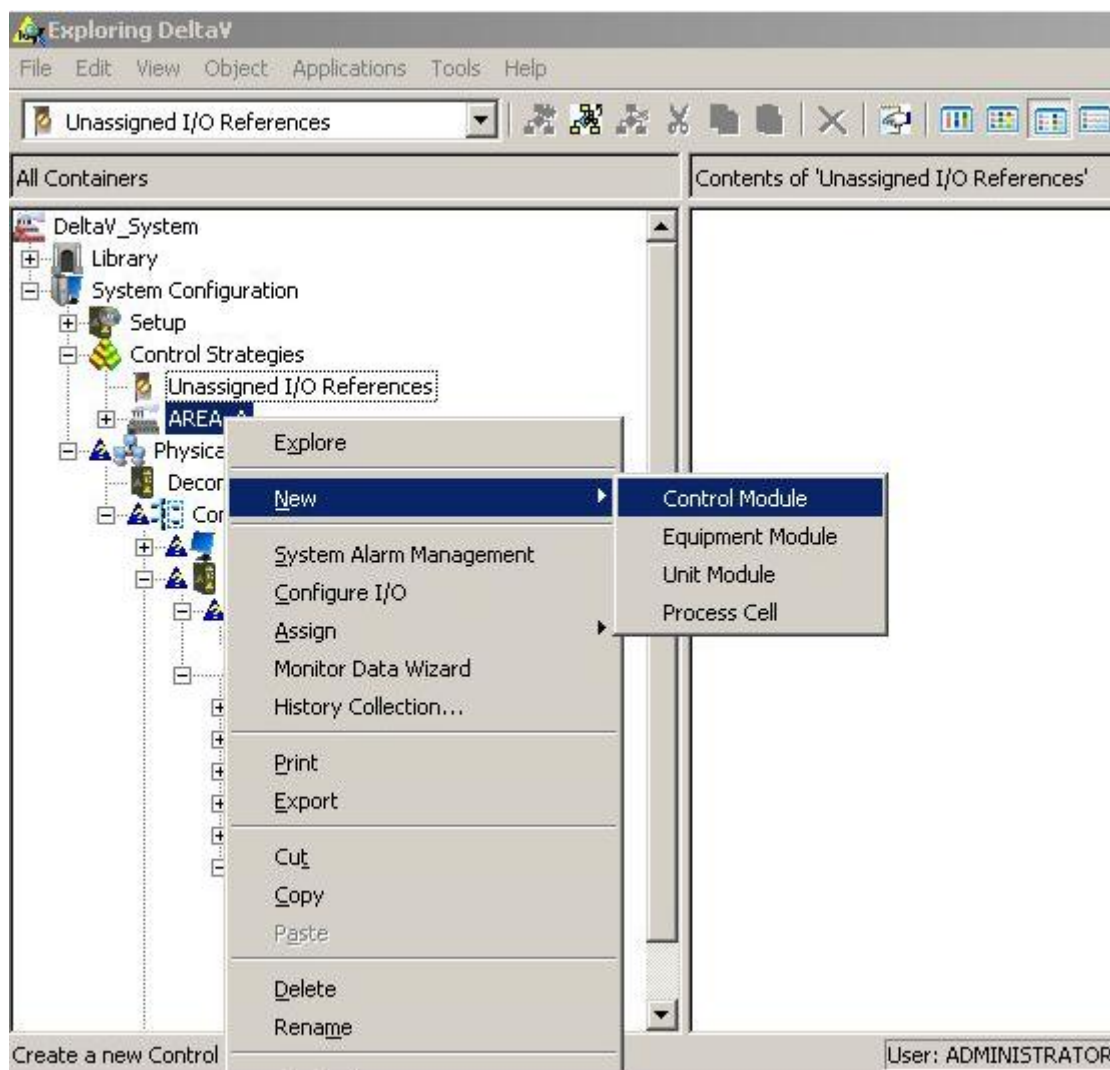
#### V.2.7.2 Création et nommage d'une nouvelle zone

La sécurité de tout le système dépend largement des définitions des zones sur lesquelles sont basées les autorisations d'accès au système. Ces Zones contiennent les modules qui composent la stratégie de contrôle. Le système DeltaV fournit une Zone par défaut appelée AREA-A que nous ne pouvons pas supprimer car elle est essentielle pour des opérations de système et pour exécuter certaines fonctions de DeltaV. Cependant, en cas de création d'une Zone supplémentaire, nous pouvons mettre les modules de contrôle dans d'autres Zones et réserver AREA\_A seulement pour les opérations et fonctions système.

#### V.2.7.3 Création d'un module de contrôle

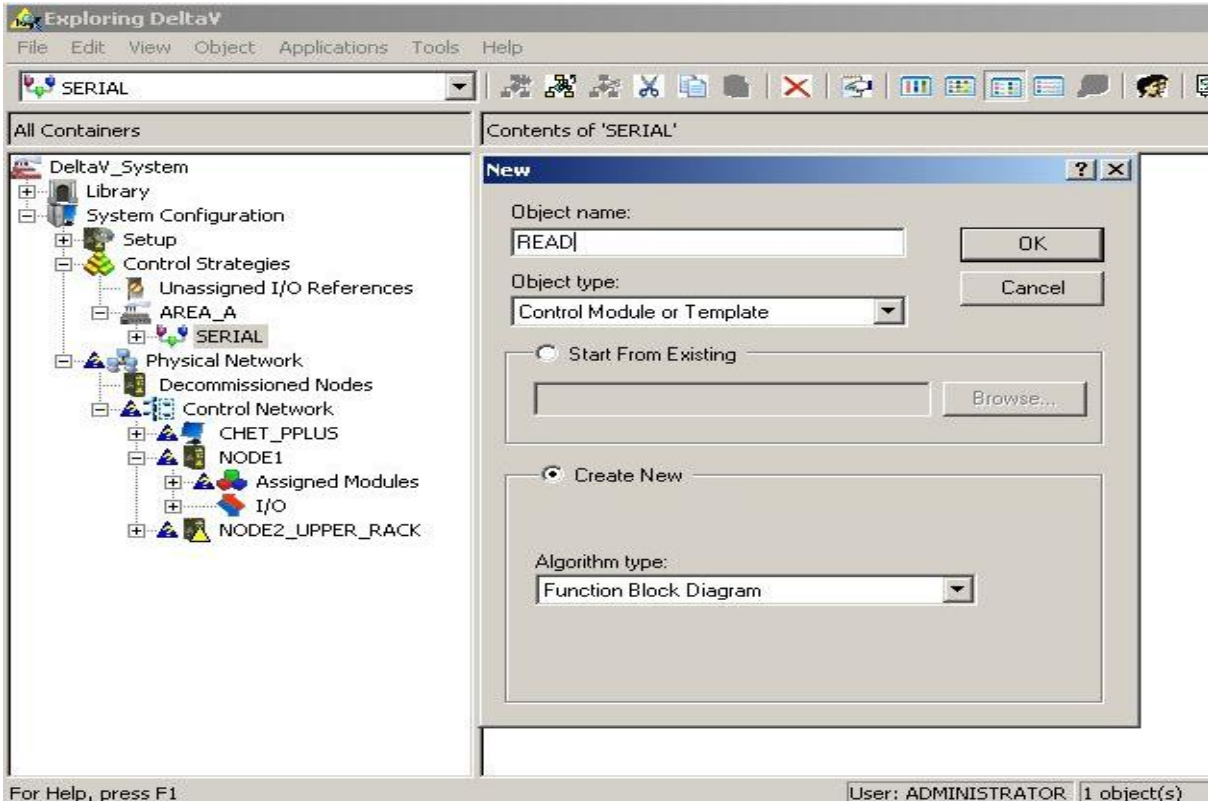
L'Explorateur DeltaV, qui ressemble à l'Explorateur Windows, est une application qui permet de définir les éléments du système (tels que les zones, les noeuds, les modules ou les alarmes) et de visualiser la structure générale et l'agencement de ce dernier.

Dans l'Explorateur DeltaV, nous ouvrons notre zone SERIAL et nous y introduisons les types modules nécessaires.



**Figure V.4 :** Création d'un Module de Contrôle.

Ainsi on aura qu'à configurer le module de contrôle afin qu'il soit créé, puis créer et configurer le module Read comme le montre la figure ci-dessous :



**Figure V.5 :** Configuration du module de contrôle.

### V.2.7.4 Création du contrôleur

Le contrôleur assure le contrôle local et gère les communications entre le sous-système d'E/S et le réseau de contrôle. On peut ajouter un contrôleur supplémentaire pour assurer la redondance du contrôleur.

Quatre étapes sont indispensables à chaque fois que nous créons un module de contrôle.

- ✓ Identifier les images d'opérateur qui seront associées au module.
- ✓ Assigner le module à un contrôleur.
- ✓ Sauvegarder le module dans la base de données.
- ✓ Vérifier la configuration du module.

## V.2.8 Utilisation du Delta V Operate

### V.2.8.1 Création d'une nouvelle vue

La création d'une nouvelle vue se fait en sélectionnant dans la barre d'outils le bouton New Picture. Par la suite, on sélectionne main template et on spécifie le nom de vue (ex : tank101) ensuite on clique sur OK pour continuer.

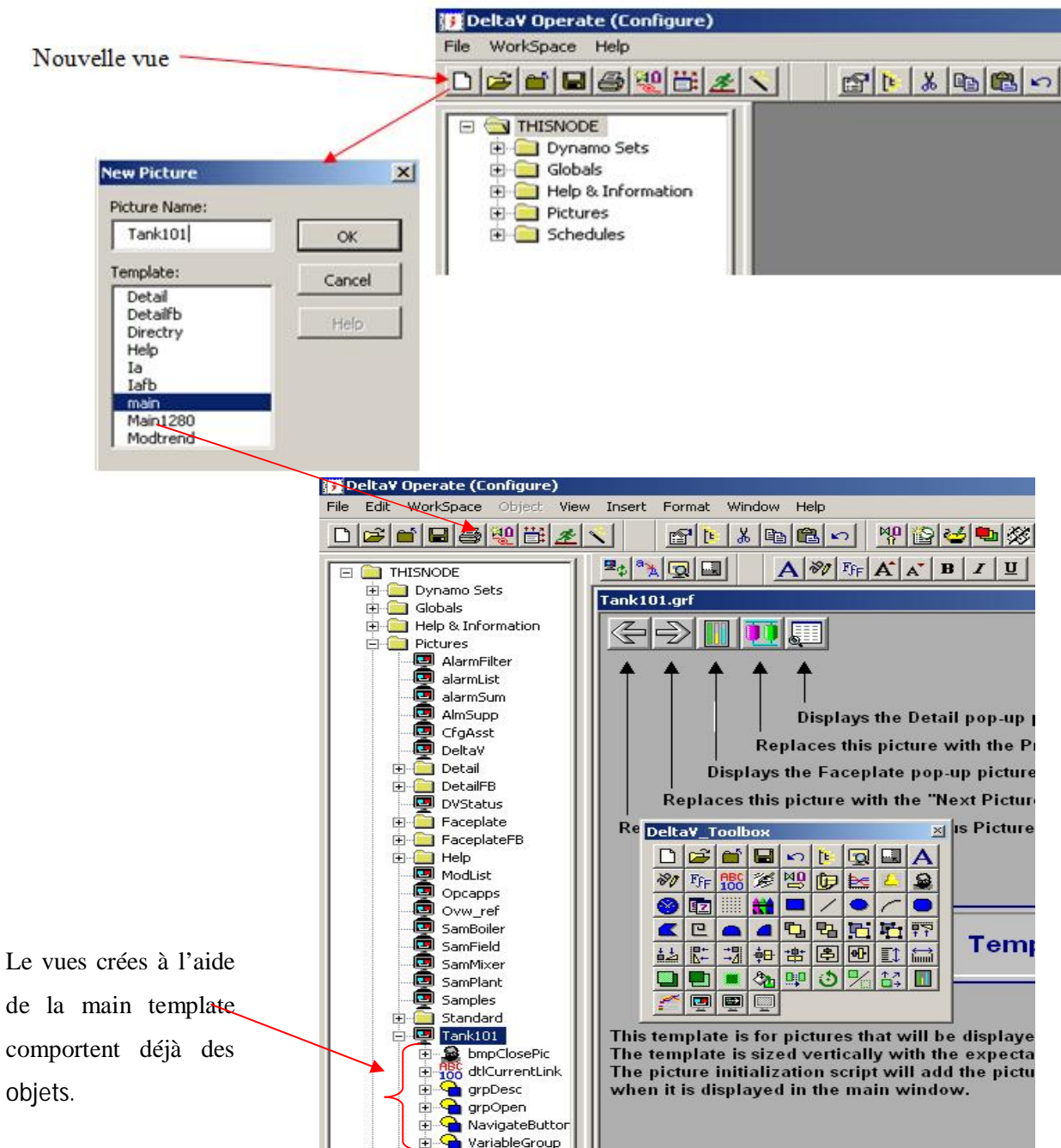


Figure V.6 : Les étapes de Création d'une nouvelle vue.

### V.2.8.2 Ajout d'un objet

Pour ajouter un objet on double clic sur la famille de l'objet qu'on veut ajouter puis on sélectionne l'objet :

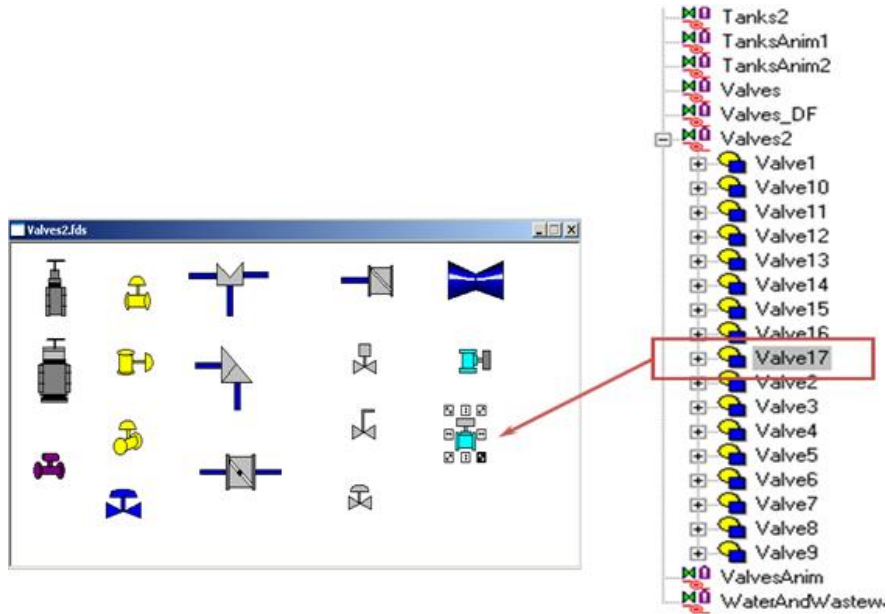


Figure V.7 : Ajout d'un objet.

### V.3 Intégration du DCS DeltaV : Interconnexion entre L'API et DCS

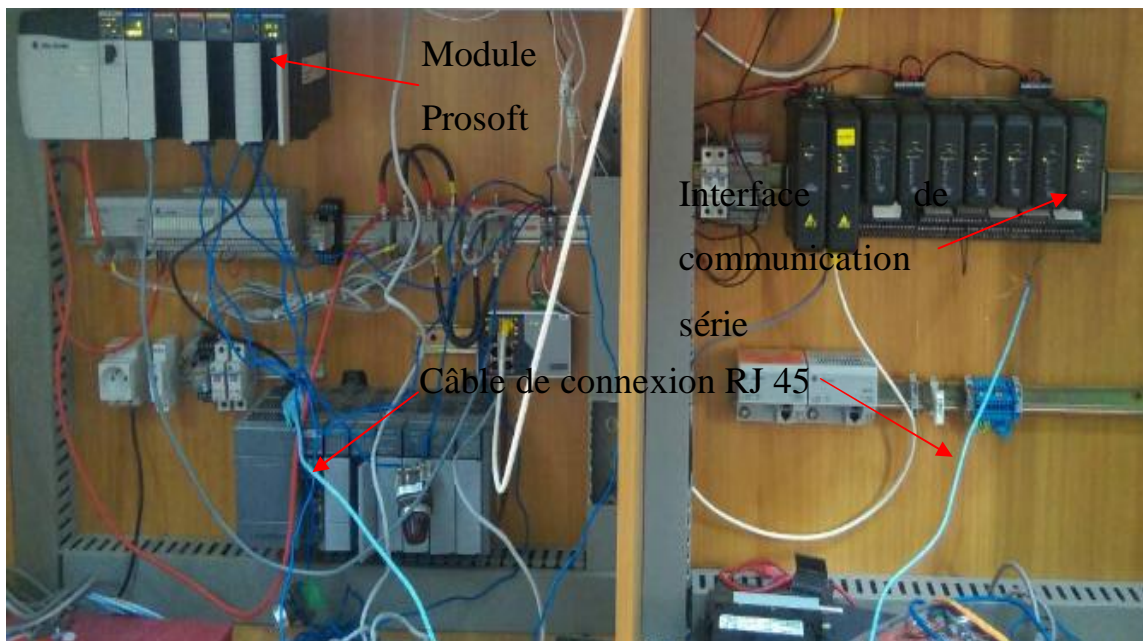


Figure V.8 : Communication entre L'API et DCS.

Après l'établissement d'une connexion hardware (Câblé), comme le montre la figure ci-dessus, entre l'API de contrôle et le DCS, vient la partie configuration qui permettra d'établir un transfert de données entre les deux entités (API & DCS).

### V.3.1 Configuration sur API Allen Bradley

Sur l'API et en utilisant le software de configuration RS logix5000, on ajoute le nouveau module de communication (PROSOFT). Une fois le module est sélectionné, les propriétés du module doivent être changés, Un port configuré comme un esclave Modbus permet à un maître décentralisé de lire à partir de ou d'écrire vers des registres qui constituent la base de données de mémoire de données utilisateur.

Lorsqu'un nouveau module est sélectionné, des boites de dialogue apparaissent afin de choisir le type de module ainsi que la configuration comme le montre la figure ci-dessous.

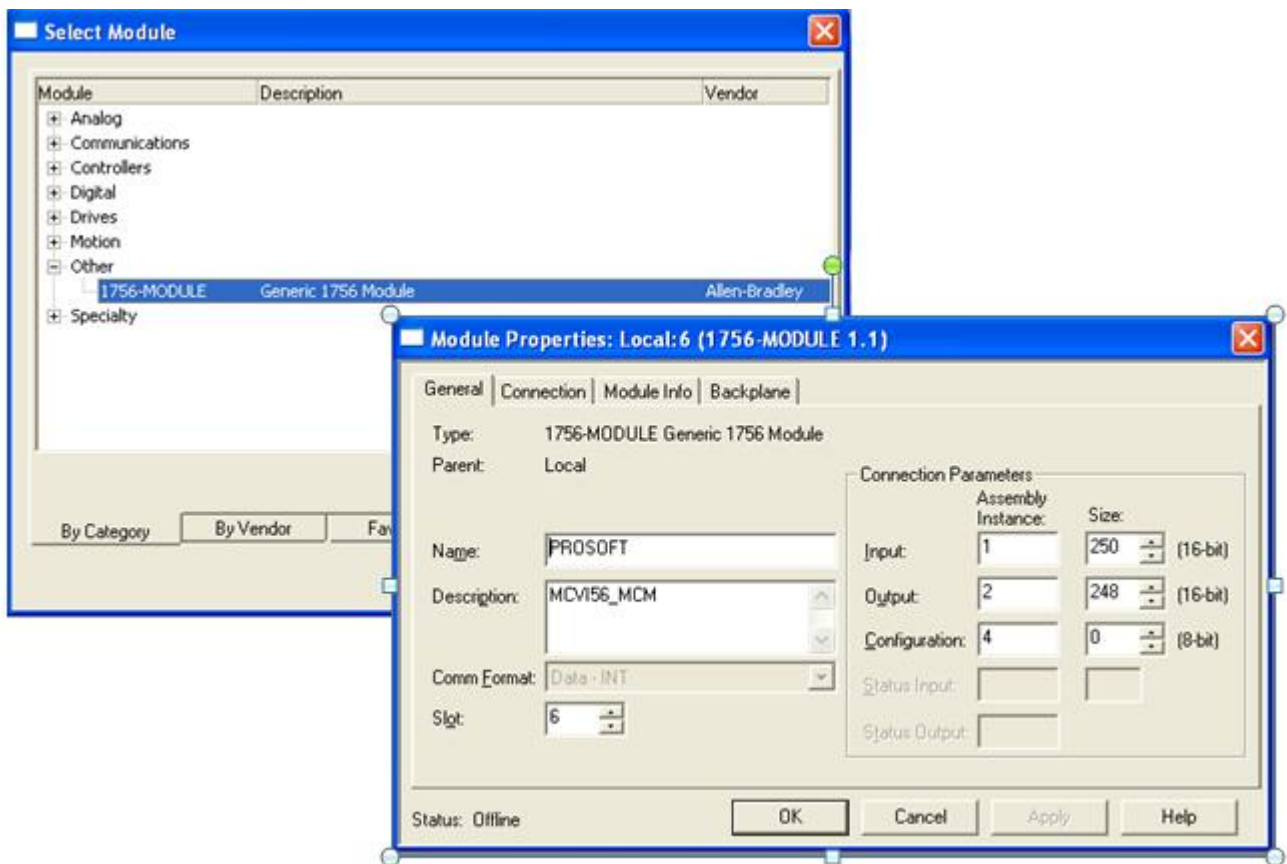


Figure V.9 : Configuration du module Prosoft.

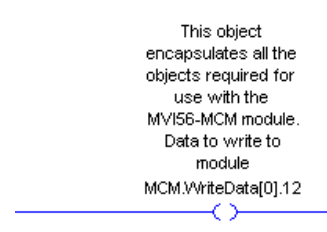
Après avoir configuré le module Prosoft, des commandes sont automatiquement créés pour configurer les ports (maitre/esclave) ainsi que pour lire et écrire des données... etc.

[-] MCM	{...}	{...}		MCMModuleDef
[+] MCM.ModDef	{...}	{...}		MCMModule
[+] MCM.CFG_Port	{...}	{...}		MCM_CfgPort
[+] MCM.Port1	{...}	{...}		MCMPort1
[+] MCM.Port2	{...}	{...}		MCMPort2
[+] MCM.P1Cmd	{...}	{...}		MCMCmd[100]
[+] MCM.P2Cmd	{...}	{...}		MCMCmd[100]
[+] MCM.InStat	{...}	{...}		MCMInStat
[+] MCM.ReadData	{...}	{...}	Decimal	INT[600]
[-] MCM.WriteData	{...}	{...}	Decimal	INT[600]
[+] MCM.WriteData[0]	243		Decimal	INT
[+] MCM.WriteData[1]	256		Decimal	INT
[+] MCM.WriteData[2]	0		Decimal	INT
[+] MCM.WriteData[3]	0		Decimal	INT

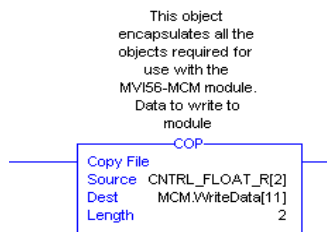
**Figure V.10** : Configuration du module de communication.

Les commandes MCM.Write.Data/ MCM.Read.Data sont les deux commandes utilisées pour le transfert de données entre API (Allen Bradley) et le DCS (Delta V).

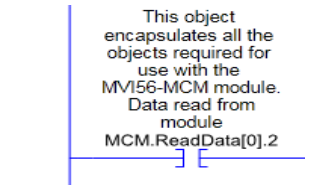
C'est la commande qui sert à écrire une donnée booléenne.



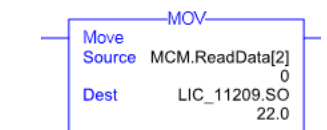
C'est la commande qui sert à écrire une donnée analogique.



C'est la commande qui sert à lire une donnée booléenne.



C'est la commande qui sert à lire une donnée analogique.



### V.3.2 La configuration sur le DCS Delta V

#### V.3.2.1 Programmation sur DeltaV Explorer

Dans l'explorateur Delta V une nouvelle carte devra être configurée avec une carte de type « serial card » (une carte qui comporte de ports programmable soit RS232 ou RS485).

Une fois cette carte serie est configurée, des information spécifique à cette configuration au nouveau périphérique serie telque l'adresse du périphérique et le champ de descriptionsont necessaire.

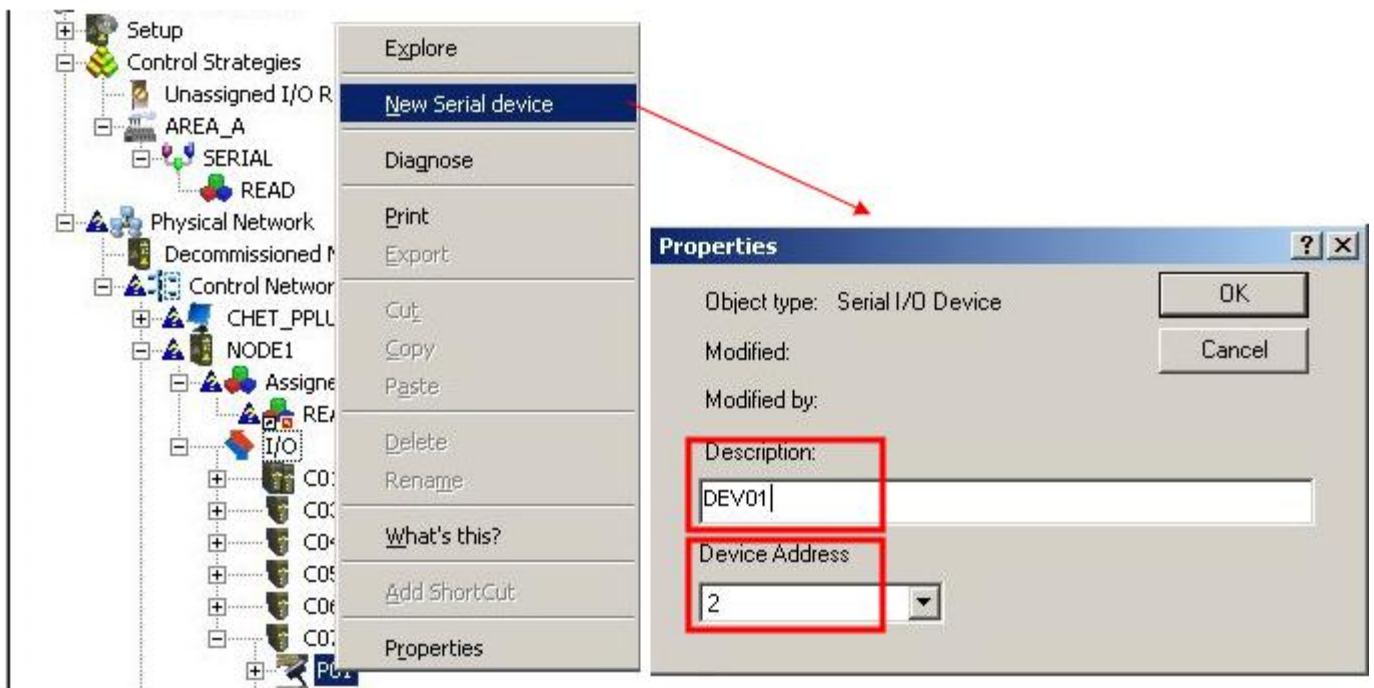
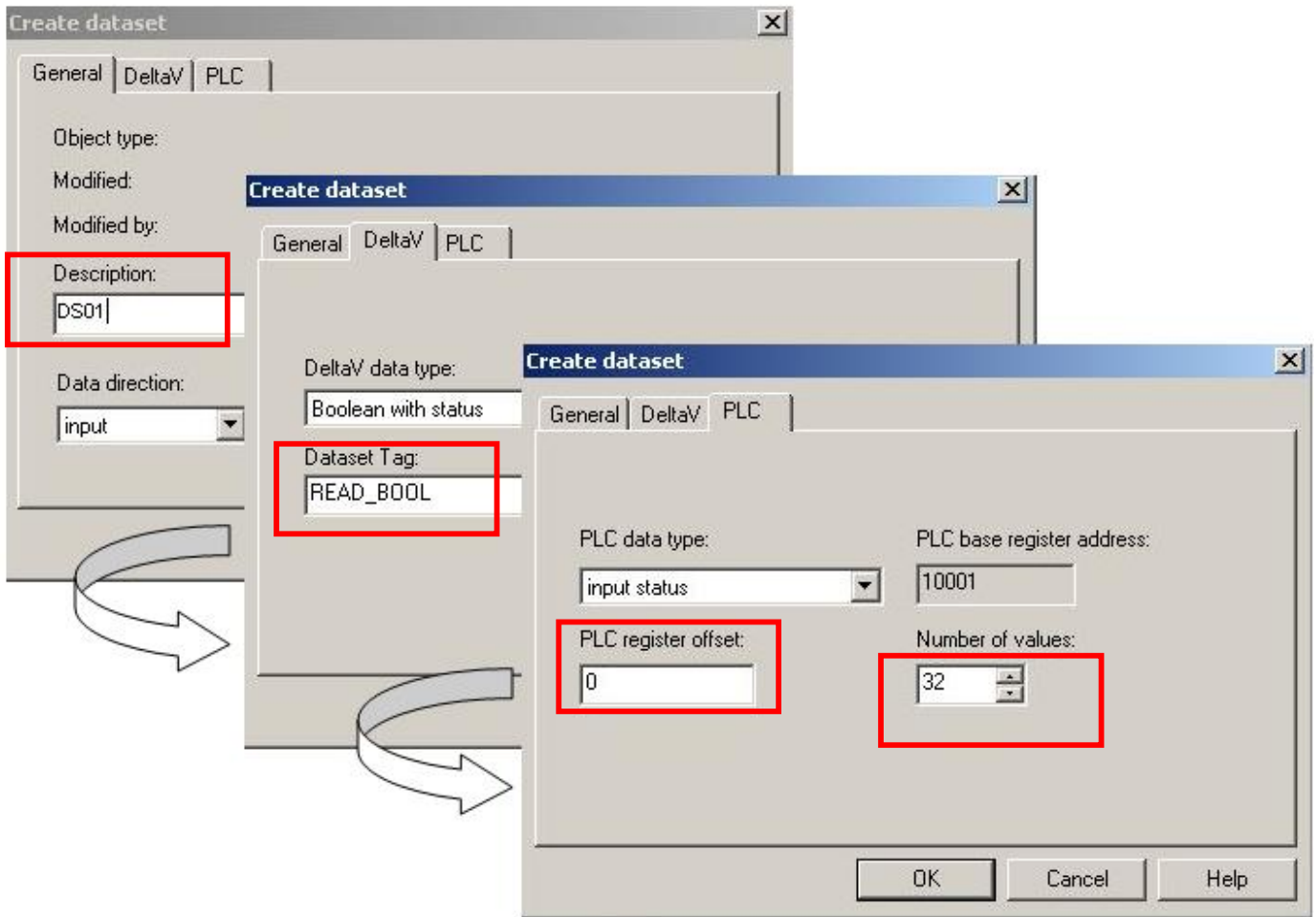


Figure V.11 : Configuration de la carte série.

#### V.3.2.2 Création des dataset

Lors de la création des datasets dans l'ongle « General », la direction des données doit être défini par rapport au deltaV, c'est à dire les données en entrée et en sortie sont détectées, l'ongle « Deltav » sert à définir le type de données sur le deltaV et l'ongle « PLC » sert à définir le type de données de périphérique, donc on doit régler l'adresse de début des données et définir le nombre de valeurs.



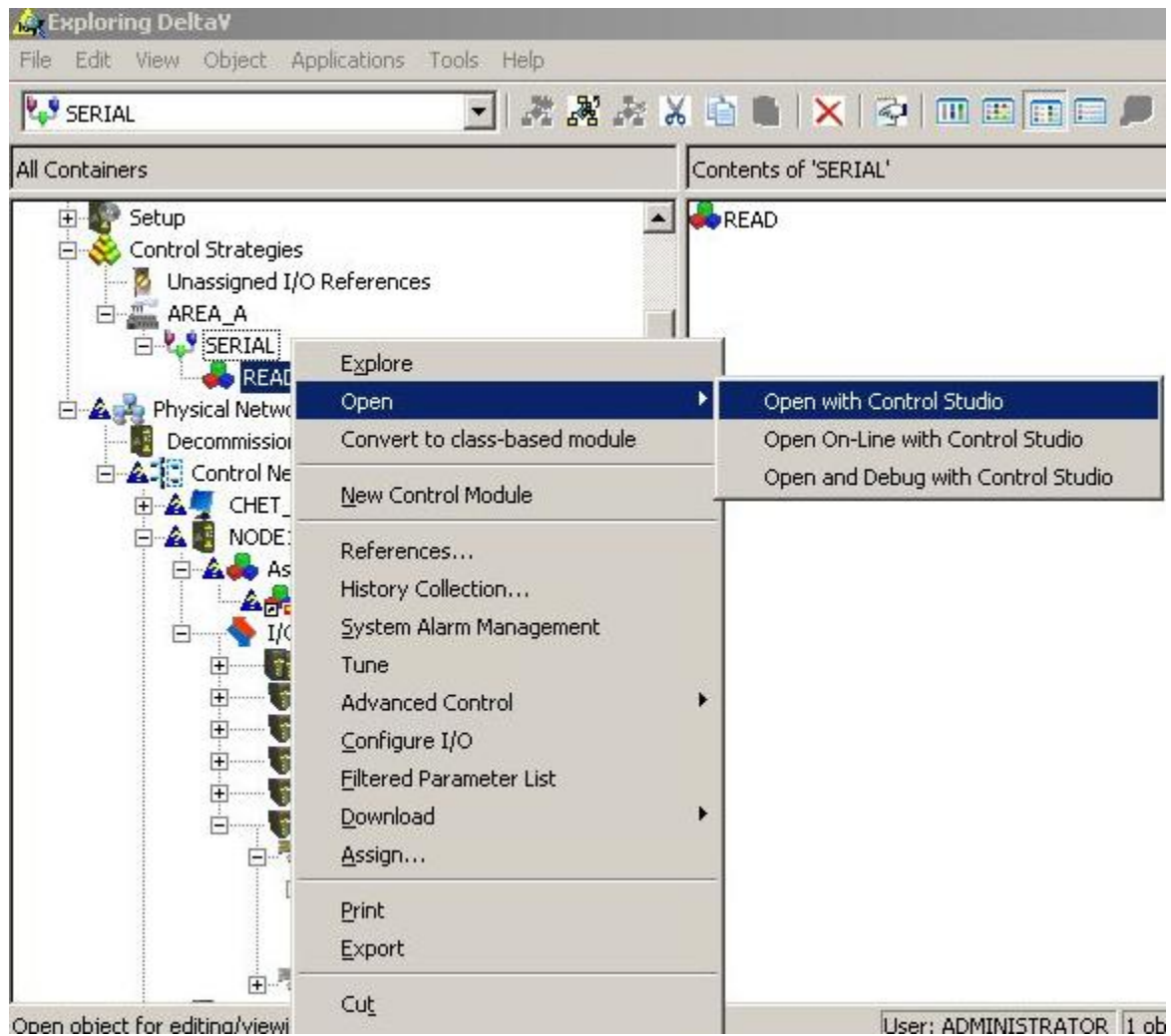
**Figure V.12 :** Exemple de Création du Dataset.

Une fois que la carte est créée et configurée, on passe à la programmation de cette dernière par DeltaV control studio.

### V.3.2.3 Programmation de la carte via DeltaV Control Studio

Control Studio sert à créer et à modifier les modules et les modèles qui constituent la stratégie de contrôle. Avec cette application, un module de contrôle se construit en important des objets d'une palette vers le diagramme du module. Il faut ensuite relier ces objets entre eux pour créer un algorithme pour le module.

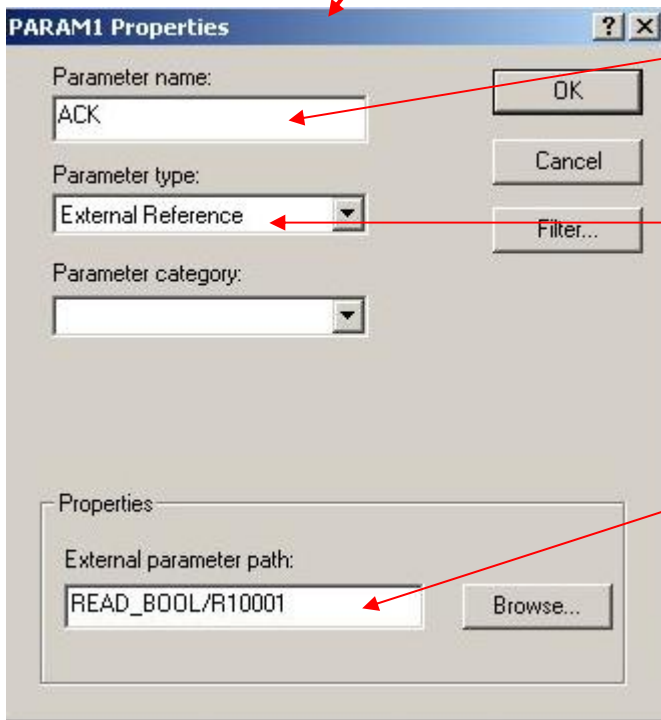
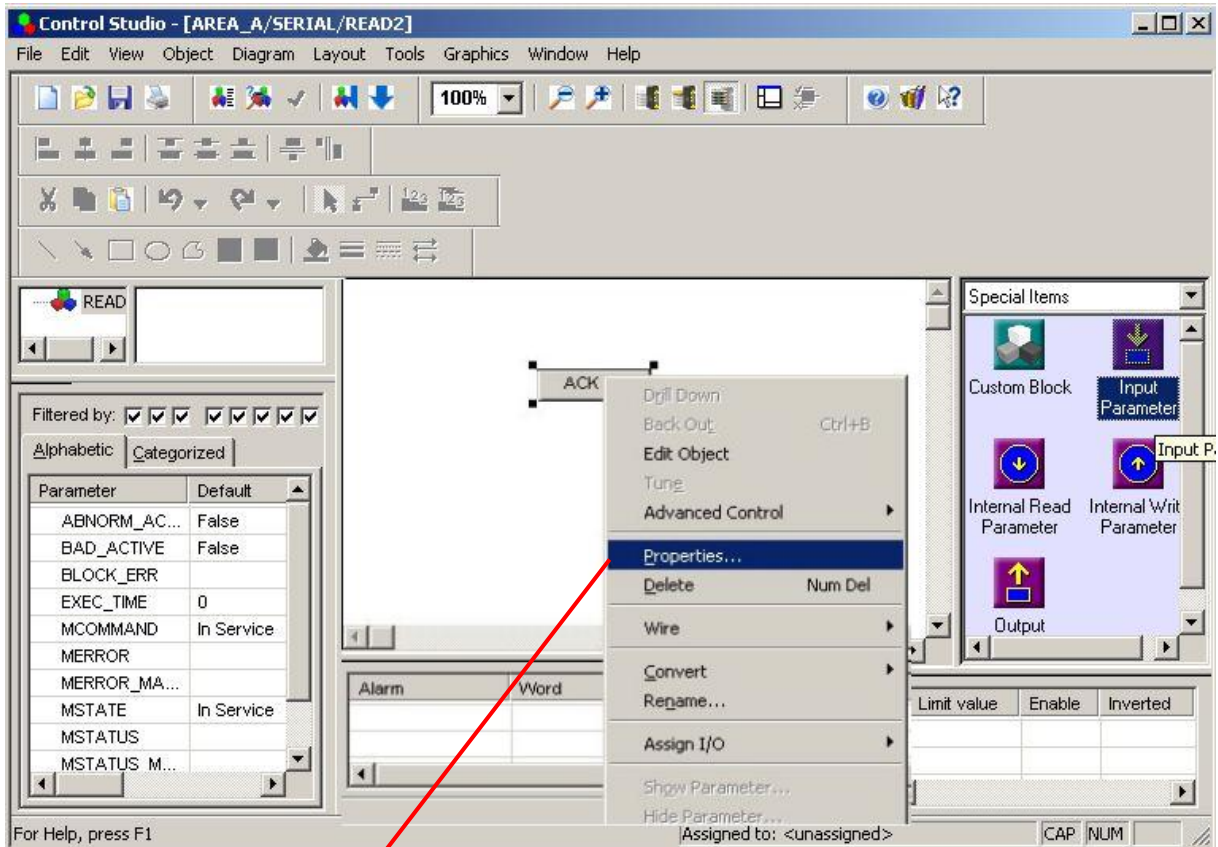
Control Studio prend en charge une gamme de concepts industriels tels que les blocs de fonction (pour le contrôle continu) et les diagrammes séquentiels (pour le contrôle séquentiel).



**Figure V.13:** Ouverture du Control Studio

Ayant ouvert le module, nous commençons la programmation. Tout d'abord, il faut:

- Créer des nouveaux paramètres,
- Modifier les propriétés de ces paramètres.



Donner le nom pour le paramètre

Sélectionner le type de paramètre

Assigner le paramètre au registre créé dans les dataset

Figure V.14: Création des registres sous contrôle studio.

### V.3.2.4 La configuration pour la lecture

Pour effectuer la lecture des données nous avons besoin des registres suivant :

- ✓ Holding register pour la lecture des données analogiques.
- ✓ Input register pour la lecture des données booléennes.

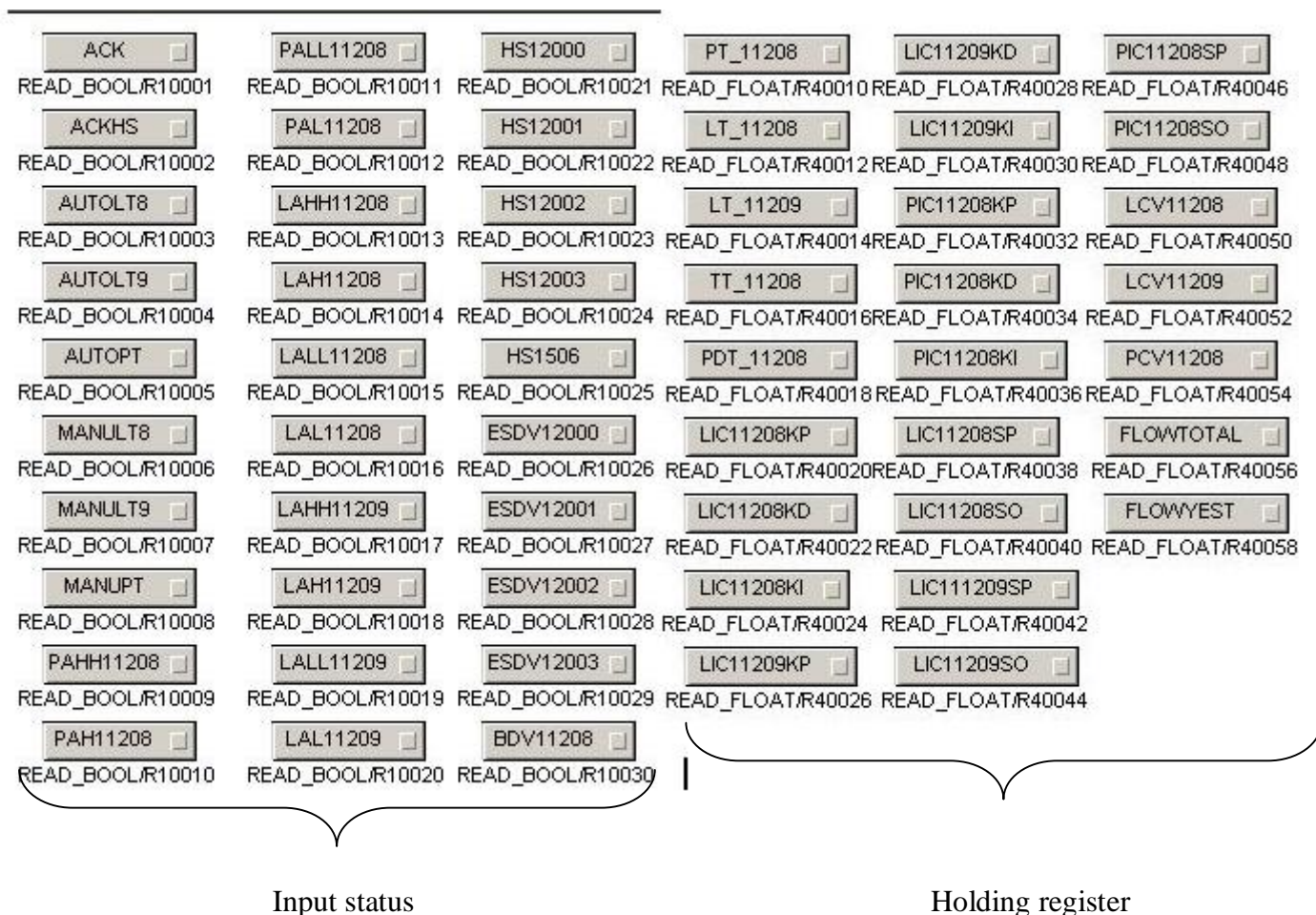
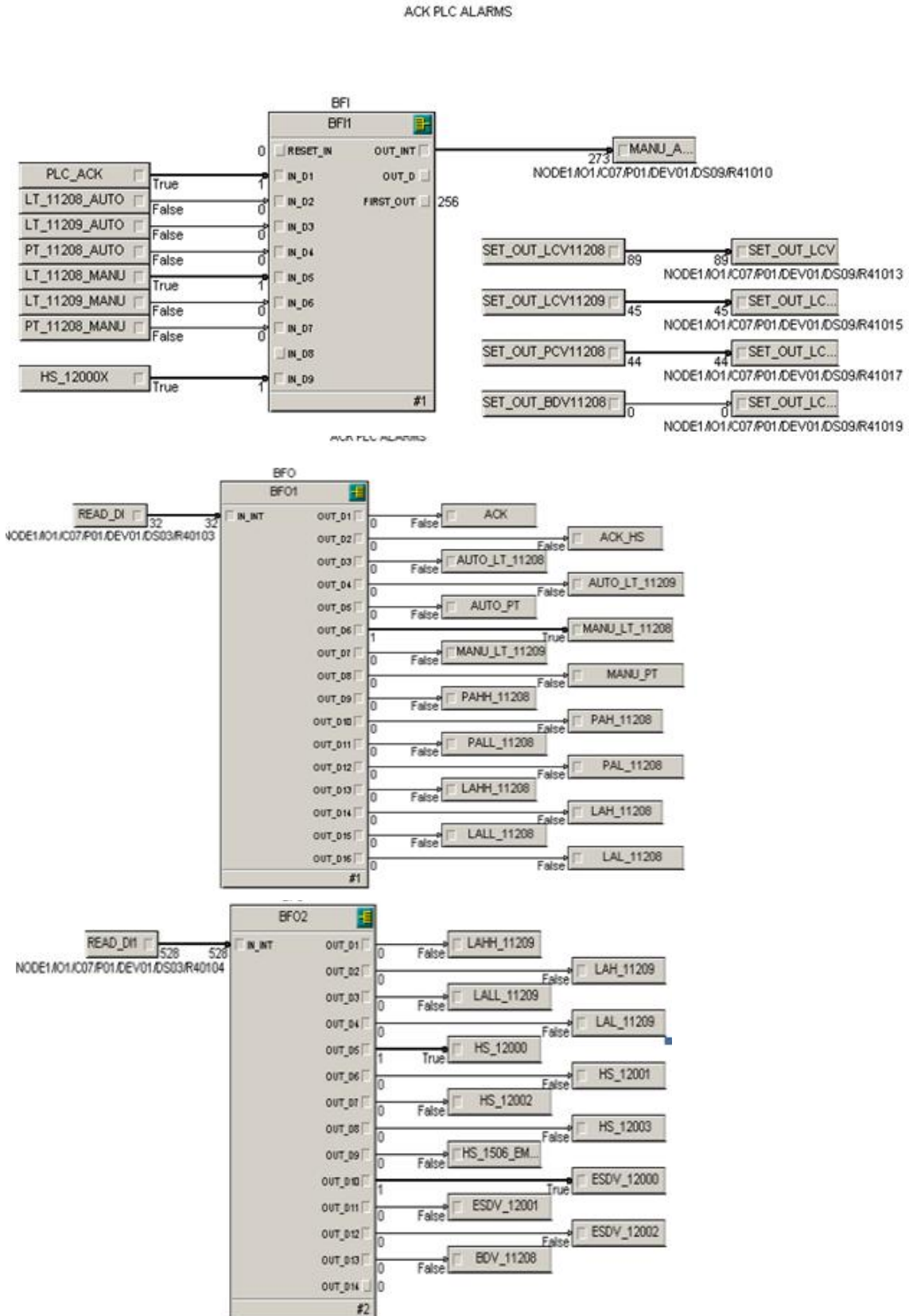


Figure V.15 : Une vue des registres de communication.

### V.2.3.5 La configuration pour écriture

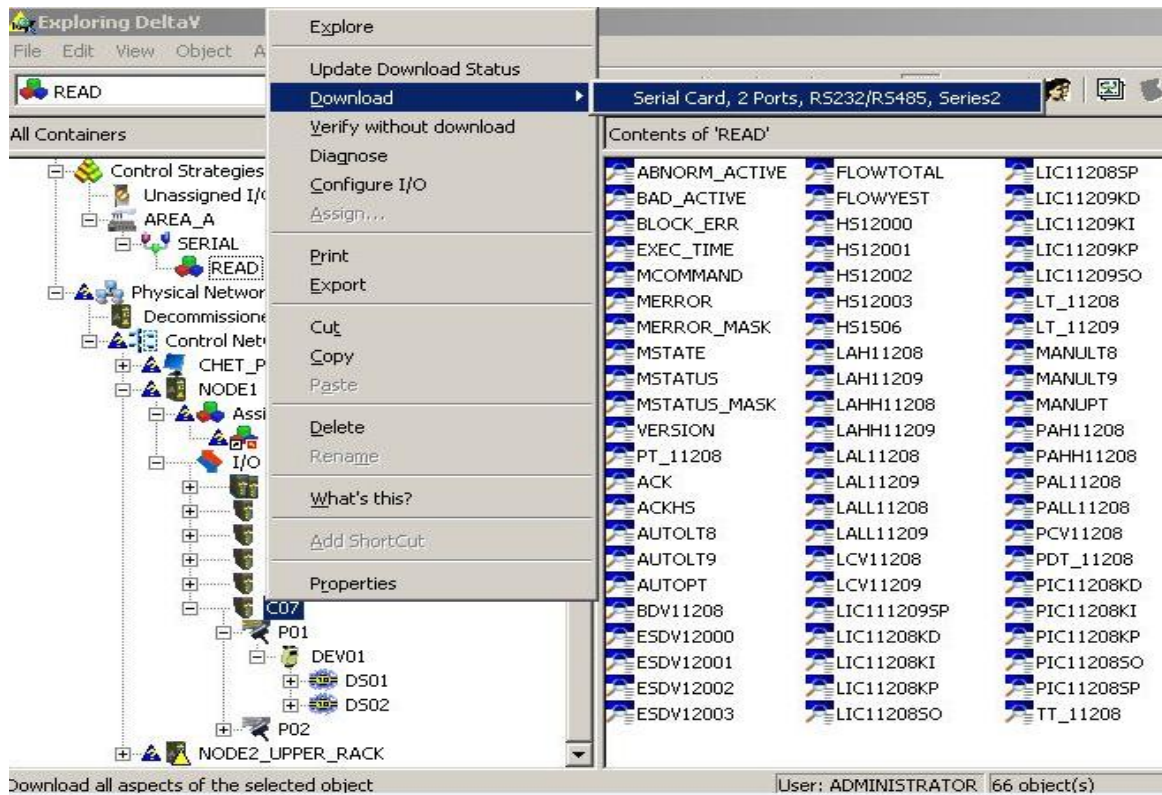
Pour effectuer l'écriture des données nous avons besoin des blocs suivants :

- ✓ Un bloc BFO sert à copier les valeurs booléennes dans un registre pour les écrire sur API Allen Bradley.
- ✓ Un bloc BFI sert à copier les valeurs analogiques dans un registre pour les écrire sur API Allen Bradley.



**Figure V.16 :** Blocs BFO (BFO1 & BFO2) et BFI.

Après avoir programmé, configuré la carte de communication et créé les Datasets, nous allons simuler et télécharger la carte pour avoir une connexion entre l'API et le DCS DeltaV.



**Figure V.17 :** Téléchargement de la carte de communication.

En cliquant de droite sur les Datasets puis Diagnose, on aura une page qui nous affiche tous les détails concernant les Datasets. Puis en cliquant une autre fois de droite sur les Datasets qui sont affichés puis View Dataset Registers, on aura les résultats de la communication entre l'API Allen Bradley et le DCS DeltaV.

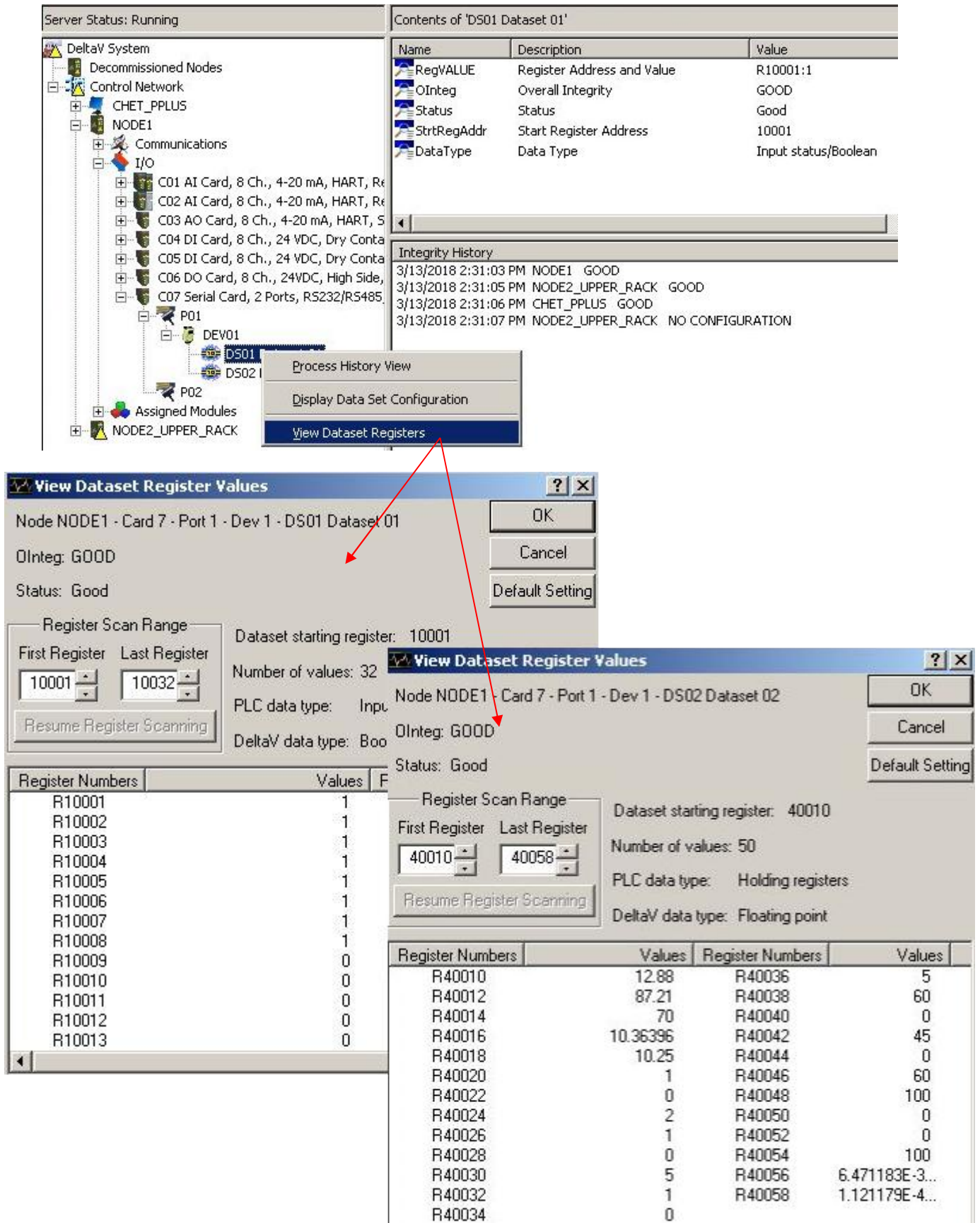


Figure V.18 : Ouverture des Datasets.

V.3.2.6 La lecture des données transférées

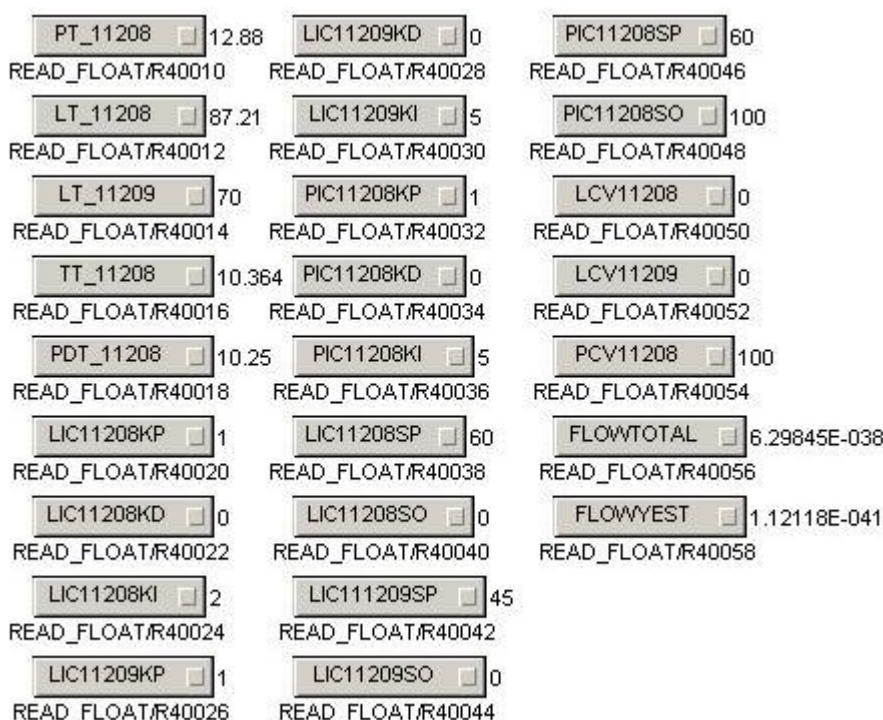


Figure V.19: Lecture des Valeurs analogiques

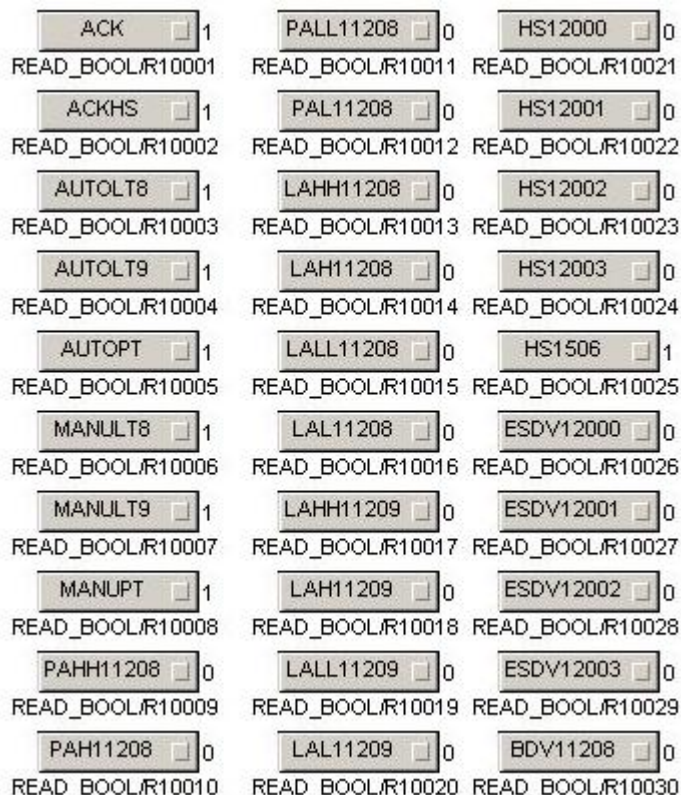


Figure V.20 : Lecture de valeurs booléennes.



### **V.4 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons commencé à décrire le DCS DeltaV d'une façon générale, sa conception, ses différentes stations, et son logiciel (principe de fonctionnement). Ensuite, nous avons donné tous les détails nécessaires et les différentes étapes qui nous ont menés vers l'intégration du système de contrôle du séparateur d'un API Allen Bradley vers le DCS DeltaV. Pour conclure, nous avons donné la procédure à suivre pour simuler le déroulement de la communication afin d'avoir les résultats de transfert.



Conclusion générale

### Conclusion générale

Notre passage à la division de production SONATRACH à Hassi Messaoud nous a été très bénéfique puisqu'il nous a permis de découvrir tous les systèmes installés, d'élargir notre champ de connaissance et de faire le rapprochement entre la théorie et la pratique dans le milieu industriel. Ainsi, nous avons pu enrichir notre savoir sur les procédés industriels, l'instrumentation et les systèmes de contrôle dans le domaine pétrolier.

La tâche qui nous a été confiée dans le cadre de notre projet est d'effectuer en deux actions complémentaires visant l'amélioration du système de control et de sécurité d'une unité de séparation dans les installations de production au sein de la division de SONATRACH à Hassi Messaoud :

- La première étape est basée sur une étude de rénovation et automatisation programmable d'une unité de séparation avec des nouveaux instruments, une modélisation du fonctionnement du séparateur avec le Langage Ladder(LD). Un programme personnalisé basé sur l'automate Allen Bradley a été développé par la suite, suivi d'une conception d'HMI en vue de la supervision afin de résoudre les problèmes liés à la sécurité du personnel et des instruments ainsi qu'aux tâches répétitives.
- La deuxième partie de notre travail a été basée sur l'intégration du système de control du séparateur dans un nouveau système de contrôle plus fiable qui est le DCS DeltaV afin d'améliorer l'exploitation de processus et de réduire le cout de maintenance grâce à un diagnostic plus efficient.

Cette étude nous a permis d'approfondir nos connaissances théoriques et pratiques, de bien comprendre le fonctionnement du séparateur et d'apprendre à maîtriser les outils de programmation industrielle.

Enfin, nous espérons que notre travail sera une meilleure solution à la problématique posée et servira comme base de départ pour notre vie professionnelle et être bénéfique aux futures promotions.



## Références bibliographiques

### Références Bibliographiques

[1] : C. jossin. <<Auto \Buts de l'automatisme >>

[2] : L. BERGOUGNOUX, « *Automates Programmables Industriels* », POLYTECH' Marseille Département de Mécanique Energétique, 2004–2005.

[3] : AZAIEZ Houssam, « *Introduction aux A.P.I* », 13 Septembre 2007.

[4] : Michel G, « Architecture et application des automates programmables industriels », DUNOD, Paris, 1987.

[5] : André SIMON, «Automates programmables, programmation, et logique programmé », Edition L'ELANE, 1983.

[6] : R.SABKI : «Présentation générale DCS et SCADA», division production RhourdeNouss, SONATRACH, Septembre 2007.

[7] : « La séparation : Support de formation », TOTAL EXP-PR-PR070-FR 13/04/2007

[8] : L.BELAMRI, « *Equipements statiques* » Polycop I.A.P, Institut Algérien Du Pétrole Ecole De BOUMERDES–UFRTMI

[9] : **Le MOC 00573**“*revamping du séparateur 10-V-120*“, tous les documents inclus dans ce MOC :

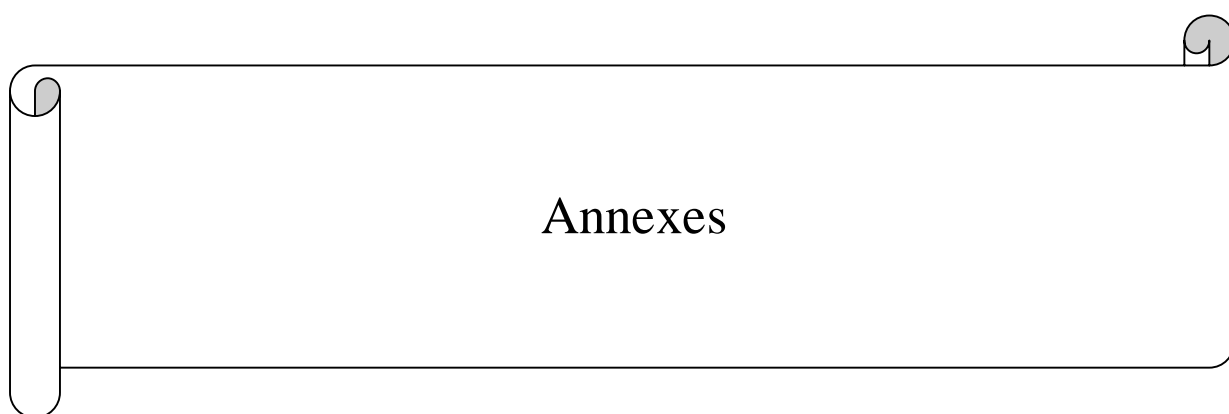
- Cause and effect diagram
- Process and Instrumentation diagram
- Liste des besoins de matériel à installer
- Les schémas de câblage électrique

[10] : **MOC 0217**, 14/12/2010.

[11] : document MVI56-MCM « Prosoft technologie, user manuelle », Octobre 27,2011.

[12] : Document ALLEN BRADELEY "*Automates Logix5000™, Guide de mise en route*", Rockwell Automation.

[13] : "[\*DeltaV Success Stories\*](#)". Emerson Process Management.



Annexes