

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche**  
**Scientifique**  
**Université 8 Mai 1945 Guelma**

**Faculté des Mathématiques et de l'Informatique**  
**et des Sciences de la Matière**  
**Département de Mathématiques**



## **Mémoire**

Présenté pour l'obtention du diplôme de **Master Académique**

**Domaine: Science technologie**

**Filière: Automatique**

**Spécialité : Automatique et Informatique Industrielle**

**Par : KAMOUCHE Khawla et ALAIMIA Lamis**

## **Thème**

**Commande et supervision d'une unité de**  
**déshydratation de gaz**  
**à base de DCS YOKOGAWA CS 3000**

**Dirigé par : SEBBAGH Abdennour**

**Devant le jury**

<b>PRESIDENT</b>	<b>MOUSSAOUI Abd el Krim</b>	<b>Prof</b>
<b>RAPPORTEUR</b>	<b>SEBBAGH Abdennour</b>	<b>MCA</b>
<b>EXAMINATEUR</b>	<b>DEBECHE Mehdi</b>	<b>MAA</b>

**Session septembre 2020**

# Remerciement

Nul travail n'est exaltant que celui réalisé avec le soutien des personnes qui nous sommes proches.

Tout d'abord nous remercions Dieu qui nous a donné le courage et la force pour réaliser ce modeste travail.

Nous remercions le Dr SEBAGH ABDENNOR pour l'opportunité donnée en acceptant de diriger notre mémoire, pour ses conseils et ses critiques tout le long de l'élaboration de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à toute l'équipe de Z.CINA SONATRACH-Hassi- Messouad.

Nous voulons saisir cette occasion Monsieur pour remercier chaleureusement Monsieur AYAB AHMED ingénieur en instrumentation chez SONATRACH Hassi-Rmel qui a attribué son soutien et qui a consacré son temps précieux à nous.

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble des enseignants du département de génie électrique et Automatique de l'université de Guelma.

Nous remercions vivement le Professeur AISSAOUI MOHAMMED EZZINE, Professeur GUEBBAI HAMZA et toute l'équipe de laboratoires mathématique appliqué et modélisation (LMAM) pour leur accueil durant notre travail.

En fin nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

## **Dédicace**

**Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents je vous dois ce que je suis aujourd'hui grâce à votre amour, à votre patience vos innombrables sacrifices. Que ce modeste travail, soit pour vous une petite compensation et reconnaissance envers ce que vous avez fait d'incroyable pour moi.**

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

**A mon très chers Beba qui ma toujours soutenu et encouragé dans mon parcours aucune dédicace ne serait exprimer assez profondément ce que je ressens envers vous, grand merci.**

**A mes frères ZINOU et MOUMOU je vous aime.**

**A mes très chers amis HASNA, NADA, SOUMIA, DALLEL, MARWA et ILHEM sans oublier mon binôme KHAWLA, en témoignage de l'amitié sincère qui nous a liées et des bons moments passe ensemble. Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux et plein de bonnes promesses.**

**A.LAMIS**

# DÉDICACE

*Je dédie ce mémoire avec fierté, amour et une immense joie, À mes parents, la prunelle des mes yeux, ceux qui ont toujours été à mes côtés pour me rassurer, m'encourager, me soutenir, me gâter et surtout pour me remplir la vie de joie. Je vous dois tout dans ce monde j'espère que je vous ai rendu fiers de moi avec ce que j'ai réussi à accomplir avec ce modeste travail.*

*À mes frères, ma sœur soumia qui m'a toujours poussé à être forte et à ne jamais baisser les bras.*

*À Kassa Ait Hamouda qui a consacré son temps précieux à nous.*

*À LAMIS mon binôme ma moitié et ma meilleure amie, celle qui m'as accompagnée durant les pires et les meilleures moments de ma vie. À HESSNA ma source de motivation qui est toujours là pour moi, ma sœur de cœur que j'aime tant. À MOUNIA, IHEM, MARWA, MEN ET NADA qui m'ont tant encouragée à toujours donner de mon mieux pour y arriver. À toute ma famille, mes amis, et toute personne qui m'a souhaité le succès.*

*K. HAWLAK*

## **Résumé :**

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre de la supervision et le contrôle des systèmes industriels. L'idée est de développer un système de contrôle distribué de l'unité de production d'air comprimé de l'entreprise nationale SONATRACH en utilisant le logiciel de programmation DCS YOKOGAWA CS3000. L'objectif étant de réaliser une interface graphique permettant le contrôle de l'état de fonctionnement de l'unité de déshydratation du gaz tout en facilitant l'intervention de l'opérateur en cas de dysfonctionnements ou d'anomalies.

**Mots clés :** Supervision ; Système de Contrôle Distribué; télégestion ; YOKOGAWA CS3000.

## **Abstract:**

The presented work in this Master's thesis focuses on the supervision and control of industrial systems. The idea is to develop a distributed control system of the compressed air production unit of the SONATRACH national company using YOKOGAWA CS3000 DCS programming software. The aim is to create a graphical interface for controlling the functional behavior of the gas dehydration unit

while facilitating the operator intervention in the malfunctions case.

**Keywords:** Supervision; Distributed Control System; Remote management; YOKOGAWA CS3000.

العمل المقدم في هذه الأطروحة هو جزء من الإشراف والرقابة على الأنظمة الصناعية. تتمثل الفكرة في تطوير نظام تحكم موزع لوحدة إنتاج الهواء المضغوط التابعة لشركة SONATRACH الوطنية باستخدام برنامج DCS YOKOGAWA CS3000، والهدف هو إنشاء واجهة رسومية تتيح التحكم في حالة تشغيل وحدة تجفيف الغاز مع تسهيل تدخل المشغل في حالة حدوث أعطال أو حالات شذوذ.

## Liste des Abréviation

**AP :** Application Processor

**API:** Application Programming Interface

**AW:** Application Workstation

**CIM :** Computer Integrated Manufacturing

**CINA:** Centre industriel Naili Abdelhalim

**CIS:** Centre industriel saharien

**CMS:** Content Management System ou un Système de Gestion De Contenu  
ou SGS

**CP:** Control Processor

**CPU:** Central Processing Unit

**DAS:** Data Acquisition System ou Système d'acquisition de données

**DCS:** Distributed Control System ou système de contrôle distribué

**DEC:** Digital Equipment Corporation

**DNP:** Distributed Network Protocol

**DSI:** Directeur des Systèmes d'Information

**EPA:** Enhanced Performance Architecture

**ERP:** Entreprise Ressource Planning

**EWS:** Engineering Work Station.

**FCS:** Field Control Station

**FCU:** Field Control Unit

**GPL:** gaz pétrole liquéfié

**GTC:** Gestion Technique Centralisée

**HEH:** station hors fourniture

**HM :** History Module

**HMD:** Hassi Messaoud

**ICS:** Information Commande Station

**IHM:** Interface Homme Machine or **HIS :** Human Interface Station

**IOM:** Input Output Module  
**IP:** Internet Protocol  
**LAN:** Local Area Network  
**LCN:** Local Control Network  
**LDHP:** Ligne direct haute pression  
**MES:** Manufacturing Execution System  
**MLD:** Manuel Loader  
**MTU:** Remonte Master Unit  
**MV:** Manipulated Value  
**MODBUS:** Protocole de communication non-propritaire  
**OHS:** Operateurs Humains de Supervision  
**OSI:** Open Systems Interconnection  
**Profibus:** Process Field Bus (bus des processus de terrain )  
**PC :** Partie Commande  
**PLC :** Programmable Logic Controller  
**PO :** Partie Opérative  
**PR :** Partie Relation  
**PV :** Process Value  
**RIO :** Remote Input Output  
**RTU :** Remote Terminal Unit  
**SCADA :** Supervisory Control And Data Acquisition  
**SED :** Systèmes à événements discrets  
**SFC :** Sequential Function Chart  
**SGS :** Standard Global Services ou Société Générale de Surveillance  
**SNCC :** Systèmes Numériques de Contrôle-Commande  
**SU :** Superviseur  
**SV :** Set Value  
**TCP :** Transmission Control Protocol  
**UDP :** User Datagram Protocol

**UCN** : Universal Control Network

**US** : Universal Station

**V-NET** : Bus de Contrôle en Temps Réel

**WP** : Workstation Processor

**ZCINA**: Nouvelle zone centre industriel Naili Abdelhalim

**[M]**: Mètre

**[°C]**: Degré Celsius

**[Km]**: kilomètre

**[Mm]**: Millimètre

**[m<sup>3</sup> /J]**: Débit M4 : condensa

**[m<sup>3</sup>]**: Mètre cube

**[Bar]** : L'unité de pression

**[µm]**: Micro mètre

**[Min]**: Minute

**[H]**: Heure

## Table des matières

Remerciements.....	i
Dédicaces .....	ii
Résumé .....	iv
Liste des acronymes .....	v
Table de matières.....	vii
Liste des figures .....	
Liste des tableaux .....	
<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Présentation et objectifs du champ de Hassi Messouad (unité ZCINA)</b>	
<b>I.1 Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>I.2 Présentation de l'entreprise SONATRACH .....</b>	<b>3</b>
<b>I.3 Vue générale de GPL ZCINA .....</b>	<b>4</b>
I.3.1 Unité GPL/LDHP ZCINA .....	4
I.3.2 Présentation de l'usine GPL ZCINA .....	5
I.3.3 Description générale de l'unité GPL .....	5
<b>I.4 Description des unités .....</b>	<b>6</b>
I.4.1 Unité de séparation .....	6
I.4.2 Unité de compression .....	7
I.4.3 Unité de déshydratation .....	8
I.4.4 Unité de refroidissement d'expansion / compression et du dééthanise .....	9
I.4.5 Unité de récupération LPG et condensats.....	10

I.4.6 Stockage LPG .....	10
I.4.7 Stockage condensats.....	10
<b>I.5 Unité de déshydratation du gaz de charge .....</b>	<b>10</b>
I.5.1 Introduction.....	10
I.5.2 Description générale.....	10
I.5.3 Rôle de l'unité.....	11
I.5.4 Fonctionnement de l'unité.....	12
I.5.5 Les équipements.....	14
<b>I.6 Conclusion.....</b>	<b>19</b>
 <b>Chapitre II : Concepts généraux sur la supervision industrielle (SCADA, DCS)</b> 	
<b>II.1 Introduction.....</b>	<b>21</b>
<b>II.2 L'automatisme.....</b>	<b>21</b>
<b>II.3 Présentation des Systèmes industriels.....</b>	<b>22</b>
II.3.1 Structure générale d'un système de contrôle.....	22
<b>II.4 Supervision industrielle.....</b>	<b>23</b>
II.4.1 Supervision des procédés.....	24
II.4.2. Supervision dans un environnement SCADA.....	27
<b>II.5 Systèmes de contrôle distribué DCS (Distributed Control Système)...</b>	<b>31</b>
II.5.1. Présentation du système DCS .....	32

II.5.2 Aavantages de DCS .....	33
II.5.3 Historique du système de contrôle .....	34
II.5.4 Architecture d'un DCS.....	36
II.5.5.Interface de communication Homme/ <b>Machine</b> .....	39
<b>II.6 Programmation d'un projet sur le Yokogawa CENTUM CS 3000.....</b>	<b>41</b>
II.6.1 Le démarrage.....	41
II.6.2 Fonction De Test Virtuel.....	41
II.6.3 Création de drawing .....	42
II.6.4 Dessin de contrôle.....	42
II.6.5 Bloc de fonction.....	44
<b>II.7 Interface homme machine (HIS).....</b>	<b>48</b>
<b>II.8 Conclusion .....</b>	<b>48</b>

**Chapitre III : Simulation de l'unité de déshydratation sous DCS  
YOKOGAWA CS3000**

<b>III.1 Introduction.....</b>	<b>49</b>
<b>III.2 Section de déshydratation de gaz .....</b>	<b>49</b>
<b>III.3 Développement du système de supervision de l'unité de déshydratation de gaz .....</b>	<b>50</b>
III.3.1 Définition du cahier des charges .....	50
III.3.2 Analyse fonctionnelle de l'unité	

III.3.3 Configuration et programmation de la séquence de l'unité de déshydratation.....	59
III.3.4 Boucles de régulation.....	63
<b>III.4 Programmation des séquences de fonctionnement de l'unité .....</b>	<b>63</b>
III.4.1 Programmation de la séquence de démarrage et d'arrêt par la logique chart LC64.....	64
III.4.2 Programmation Blocs calculateurs « CALCU».....	66
III.4.3 Programmation Blocs SIMILATEUR « PG-L13 » .....	67
III.4.4 Programmation des annonceurs par la séquence table « ST16 ».....	67
III.4.5 Programmation de la boucle de régulation de température .....	68
III.4.6 Cas de déclenchement total .....	69
<b>III.5 Développement des graphes et Supervision de l'unité de déshydratation.....</b>	<b>69</b>
III.5.1. Création et de programmation d'un graphique dans la « HIS ».....	70
III.5.2. Description des vues.....	71
<b>III.6 Conclusion .....</b>	<b>76</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>77</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>78</b>

## Liste des figures

### Chapitre 1 :

<b>Figure 1.1 :</b> Vue générale de GPL ZCINA .....	05
<b>Figure 1.2 :</b> Description des unités .....	06
<b>Figure 1.3 :</b> Unité de séparation.....	06
<b>Figure 1.4 :</b> Unité de compression.....	07
<b>Figure 1.5 :</b> Unité de déshydratation.....	08
<b>Figure 1.6 :</b> Unité de refroidissement d'expansion / compression et du dééthaniseur .....	9
<b>Figure 1.7 :</b> Unité Déshydratation du gaz de charge.....	11
<b>Figure 1.8 :</b> Rôle de l'unité Déshydratation du gaz.....	12
<b>Figure 1.9 :</b> Fonctionnement de l'unité Déshydratation du gaz.....	12

### Chapitre 2 :

<b>Figure 2.1.</b> Structure générale d'un système de contrôle.....	23
<b>Figure 2.2.</b> Pupitre de commande.....	24
<b>Figure 2.3.</b> Architecture du système de supervision.....	26
<b>Figure 2.4.</b> Poste de pilotage muni d'un système SCADA.....	28
<b>Figure 2.5.</b> Exemple d'HMI générer par un logiciel SCADA.....	29
<b>Figure 2.6.</b> Les différentes tâches du logiciel SCADA.....	30
<b>Figure 2.7.</b> Cycle de vie d'un système.....	36
<b>Figure 2.8.</b> Le schéma de principe de base.....	37
<b>Figure 2.9.</b> Carte E/S.....	38
<b>Figure 2.10.</b> Schéma du système DCS.....	39
<b>Figure 2.11.</b> HIS avec Démarrage (pour CENTUM) sélectionné.....	41
<b>Figure 2.12.</b> Le démarrage de la fonction de test pour FCS0101 à partir du système.....	42
<b>Figure 2.13.</b> Ouvrir le fichier de dessin de contrôle DR0001.....	43
<b>Figure 2.14.</b> Drawing.....	43
<b>Figure 2.15.</b> La barre d'outils.....	44
<b>Figure 2.16.</b> Boîte de dialogue du bloc fonctionnel.....	44
<b>Figure 2.17.</b> Détails de bloc PID.....	45

<b>Figure 2.18.</b> Exemple de table de séquence.....	46
<b>Figure 2.19.</b> Exemple de LC64.....	47
<b>Figure 2.20.</b> Bloc PBS5C.....	48

### **Chapitre 3**

<b>Figure 3.1.</b> Profil de la température du gaz en phase de régénération.....	51
<b>Figure 3.2.</b> Vue générale du projet.....	64
<b>Figure 3.3.</b> Bibliothèque des blocks logiques.....	65
<b>Figure 3.4.</b> Exemple de séquence sécheur A avec LC64.....	66
<b>Figure 3.5.</b> Edit détail d'un bloc CALCU .....	66
<b>Figure 3.6.</b> Boucle PG-L13.....	67
<b>Figure 3.7.</b> Annonceur par ST16.....	67
<b>Figure 3.8.</b> Détail de régulateur TIC .....	68
<b>Figure3.9.</b> Programmation du bloc calcul de déclenchement total.....	69
<b>Figure 3.10.</b> Bibliothèque des objets graphiques.....	70
<b>Figure 3.11.</b> Configuration de l'animation des variables.....	71
<b>Figure 3.12.</b> Vue unité déshydratation .....	72
<b>Figure 3.13.</b> Courbe de température TIC1013.....	73
<b>Figure 3.14.</b> Vue Alarmes procès.....	74
<b>Figure3.15.</b> Vue Rapport historique .....	75
<b>Figure 3.16.</b> Vue de maintenance .....	75
<b>Figure 3.17.</b> Vue générale de déclenchement .....	76



## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> Les trois positions possibles des 3 sécheurs .....	51
<b>Tableau 2 :</b> Impact de défaut sur la production .....	52
<b>Tableau 3 :</b> Les positions possibles des sécheurs en cas de défaut .....	53
<b>Tableau 4 :</b> Les entrées /sorties de la séquence de l'unité .....	62
<b>Tableau 5 :</b> Les entrées /sorties analogiques de la séquence de l'unité .....	62
<b>Tableau 6 :</b> TIC1013 (Boucle de régulation) .....	63

## Introduction générale

Les hydrocarbures restent la source d'énergie la plus utilisée pour le bon fonctionnement de l'économie mondiale et ils continueront à jouer ce rôle stratégique aussi longtemps que l'homme n'aura pas trouvé d'autres sources d'énergies, qui pourront remplir leurs rôles avec plus de rentabilité et efficacité.

Le gaz naturel utilisé dans différents domaines n'est pas tout à fait celui qui a été extrait du puits de production pour prétendre au titre de combustible. Le gaz naturel doit être sec, il ne contient ni eau ni hydrocarbure à l'état liquide, donc il faut se débarrasser de ses composés acides, et récupérer séparément les hydrocarbures qui pourraient être commercialisés comme l'éthane, les G.P.L (gaz de pétrole liquéfiés) ou condensât.

La présence d'eau dans le gaz naturel corrode les canalisations et bloque les détendeurs par formation du givre (glace). Pour éviter cette multitude des problèmes, on fait appel aux procédés de déshydratation basés sur les différentes technologies de traitement, tels que, la déshydratation par absorption et adsorption par tamis moléculaires. L'élimination de l'eau par la déshydratation du gaz est le but de notre projet au sein de l'usine de Z.CINA (Hassi messouad).

La complexité et la croissance des systèmes et des procédés industriels dans le secteur des hydrocarbures, poussent les entreprises pétrolières à intégrer de nouveaux systèmes de commande plus compactes et flexibles dans leurs installations, dans le but de maîtriser les nouvelles technologies qui leur permettront d'augmenter leur productivité, pour couvrir la forte demande en énergie tout en améliorant sa qualité et diminuant ses coûts. Outre cela, elles doivent également garantir et améliorer les conditions de travail, la sécurité des biens et des personnes ainsi que la sûreté de fonctionnement, et l'automatisation des tâches pénibles et répétitives.

L'automatisation a pris une grande place dans le milieu industriel. Elle est devenue la nouvelle stratégie de production choisie par les plus grandes entreprises actuelles, en particulier le secteur de la production pétrolière qui joue un rôle très important dans notre pays. Ces dernières années, la SONATRACH a pris un peu d'avance avec l'installation des nouveaux systèmes numériques de contrôle très performants, la rénovation des équipements, la modernisation de l'instrumentation et des machines afin d'améliorer la fiabilité, d'assurer la sécurité industrielle, ainsi que permettre d'optimiser la production ce qui agit positivement sur l'économie du pays.

Pour mener à bien notre projet nous avons reparti notre travail en trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à la description générale de la région Hassi Messouad et Centre de traitement de gaz (Z.CINA) avec toutes ses unités et ses objectifs, ainsi les techniques du traitement de gaz utilisé pour l'unité de déshydratation du gaz et des instruments utilisés actuellement.

Au deuxième chapitre nous avons décrit le système de supervision industrielle SCADA et DCS YOKOGAWA CS 3000.

Au troisième chapitre, et en premier lieu nous avons étudié le fonctionnement de la station de déshydratation du gaz. En second lieu nous avons élaboré une modélisation cohérente de notre procédé à l'aide du DCS YOKOGAWA CS 3000 et ces différents blocs en proposant des solutions pertinentes en cas de panne au niveau de l'un des sécheurs, ensuite nous avons présenté et commenté les différentes vues de notre application.

Enfin nous avons terminé notre travail par une conclusion générale et quelques perspectives.

# **Chapitre I : Présentation et Objectifs du Champ de Hassi Messouad (unité ZCINA)**

## **I.1 Introduction**

Le gaz naturel est de plus en plus utilisé de nos jours, vu les avantages qu'il apporte, tels que : la souplesse d'utilisation, le prix compétitif, l'intérêt écologique et autres.

Avant qu'il soit commercialisé, le gaz passe par plusieurs étapes de traitement, dont l'étape de déshydratation, qui est une étape cruciale du traitement du gaz naturel, et qui fera l'objet de notre étude. Toutes ces opérations se déroulent dans le champ de Hassi Messouad, situé au sud de l'Algérie.

Dans ce chapitre, nous allons donner un petit aperçu sur l'entreprise qui assure ces différents traitements du gaz naturel, ainsi ses différentes unités qui la compose, nous allons ensuite parler du gaz naturel et de différentes étapes de traitement du gaz naturel avant qu'il soit prêt à des utilisations diverses.

## **I.2 Présentation de l'entreprise SONATRACH**

La SONATRACH (Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures) a été créée en 1963. C'est la plus importante compagnie d'hydrocarbures en Algérie et en Afrique.

Elle intervient dans l'exploration, la production, le transport par canalisations, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Adoptant une stratégie de diversification, SONATRACH se développe dans d'autres activités telles que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables, le dessalement d'eau de mer, et la recherche et d'exploitation minière. Pour suivre sa stratégie d'internationalisation, SONATRACH opère dans plusieurs régions du monde en Afrique : (Mali, Niger, Libye, Egypte), en Europe (Espagne, Italie, Portugal, Grande Bretagne), en Amérique Latine (Pérou) et aux USA. Avec un chiffre d'affaires de près de 64,975 milliards de US\$ réalisé en 2008, SONATRACH est classée :

- 1ère Compagnie Africaine (réserves et production).
- 6ème Compagnie Mondiale en matière de Gaz Naturel (réserves et production).
- 12ème Compagnie pétrolière Mondiale.
- 13ème Compagnie Mondiale concernant les hydrocarbures liquides (réserves et production).

## I.3 Vue générale de GPL ZCINA

### I.3.1 Unité GPL/LDHP ZCINA

ZCINA (nouvelle Zone Industriel Naili Abdelhalim) est une nouvelle unité d'extraction des liquides de gaz associés sur le champ de Centre Hassi Messaoud nord ; Cette nouvelle zone est située à environ 5 km au nord de CINA contenant deux unités :

➤ **Unité de GPL :**

Cette unité comprend notamment :

- Des connexions à la ligne existante de gaz associés de CINA, pour amener le gaz de charge et exporter le gaz résiduel.
- Une section de réception du gaz de charge
- Une unité de compression du gaz de charge
- Trois trains de traitement de gaz incluant une section de déshydratation du gaz, une section de récupération des liquides, une section de séparation des GPL et des condensats et un système d'huile chaude
- Des stockages et une pomperie d'expédition des GPL
- Des stockages et une pomperie d'expédition des condensats
- Des systèmes d'utilités
- Des systèmes de torche
- Des lignes d'expédition des produits (GPL, condensats)
- Unité de traitement des eaux huileuses
- Des infrastructures et des bâtiments. [1]

➤ **Unité de séparation LDHP : (Ligne Directe Haute Pression)**

Cette unité comprend :

- Un réseau de collecte de production d'huile multiphasique composé de 20 MFDs et 20 collecteurs, raccordé à 200 puits HP (actuellement 88 puits qui sont raccordés, plus d'autres futurs puits qui seront raccordés ultérieurement).
- Une batterie de 03 séparateurs tri-phasique identiques destinés à prendre en charge la séparation de brut à 32 bars.
- Un Ballon Dégazeur d'eau.

- Un ballon de torche et une torche chaude.
- Deux pipelines d'expédition d'huile et d'eau vers CINA.
- Local Technique. [1]

### I.3.2 Présentation de l'usine GPL ZCINA

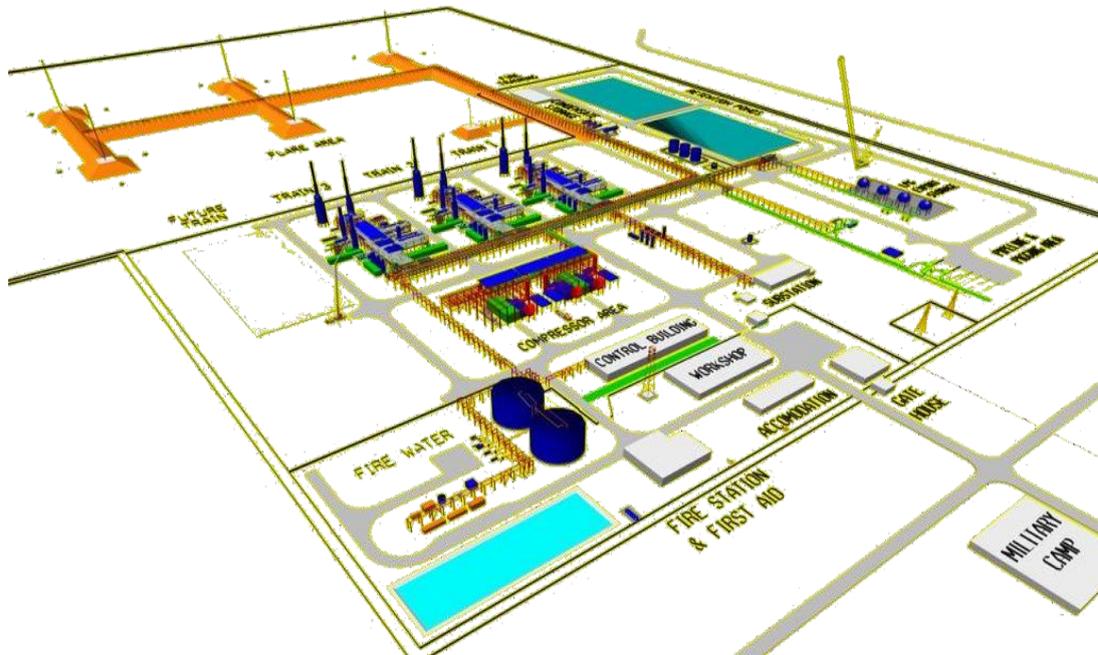


Figure 1.1. Vue générale de GPL ZCINA

### I.3.3 Description générale de l'unité GPL

Le traitement du gaz consiste, après réception du gaz depuis la ligne existante allant aux sections de réinjections de gaz situées au CIS, à comprimer le gaz à haute pression, puis à le déshydrater, pour ensuite le détendre dans un turbo-expandeur. Le gaz obtenu est rectifié et le liquide obtenu est strippé dans un dééthaniseur pour extraire les liquides contenus dans le gaz de charge. Un train d'échange thermique permet d'intégrer l'ensemble de ces opérations. Le complément de chaleur nécessaire est fourni par un système d'huile chaude. Le gaz résiduel appauvri est re-comprimé dans la ligne existante de gaz allant aux sections de réinjections de gaz situées au CIS, par couplage direct avec le turbo-expandeur. Les liquides extraits sont finalement séparés dans un débutaniseur pour obtenir les GPL et condensats aux spécifications voulues. [1]

### I.4 Description des unités

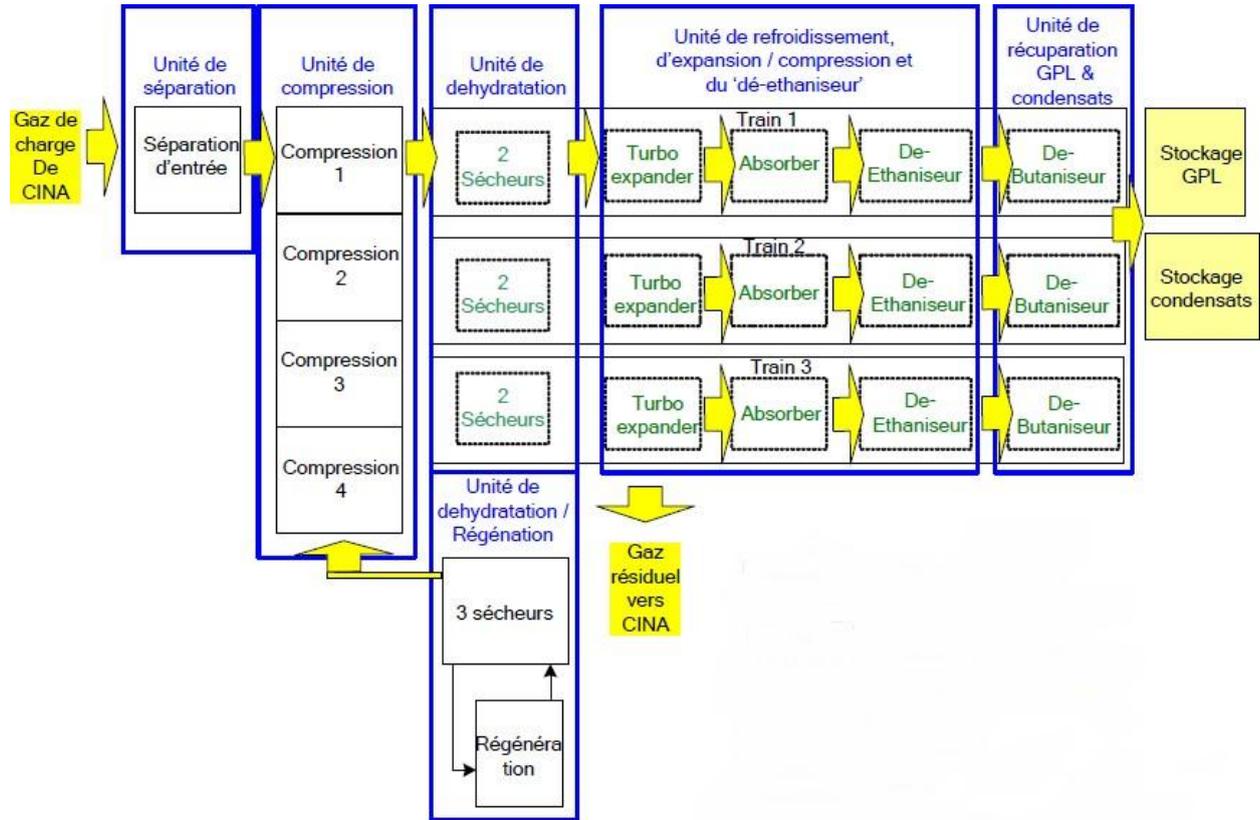


Figure 1.2. Description des unités

#### I.4.1 Unité de séparation

a. Schéma :

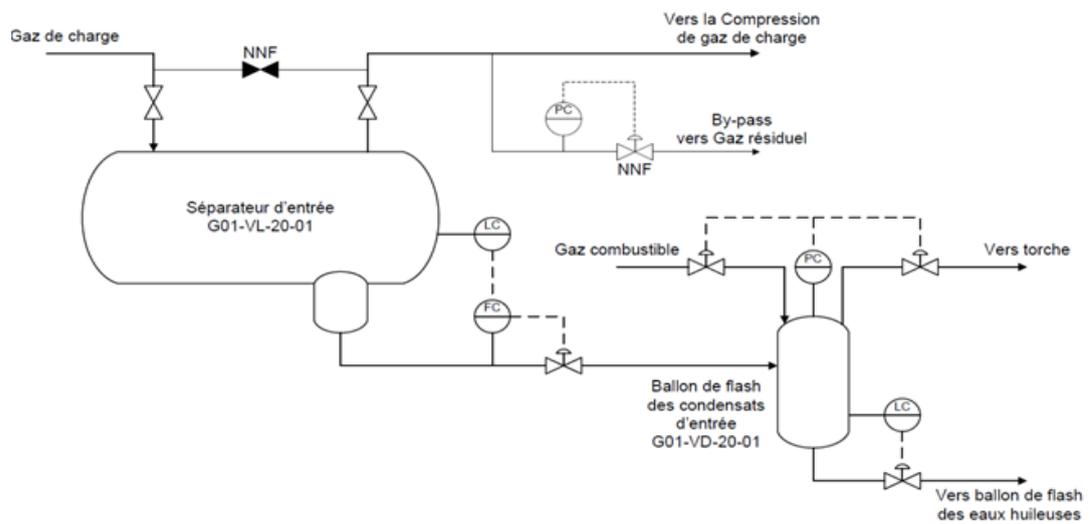


Figure 1.3. Unité de séparation

### b. Description :

Le gaz est dirigé vers le séparateur d'entrée ou l'alimentation est séparée en gaz et en phase aqueuse avant d'être dirigée vers la section de compression. Les eaux huileuses issues de la séparation d'entrée sont traitées dans la station de traitement des eaux huileuses. [1]

### I.4.2 Unité de compression

#### a. Schéma :

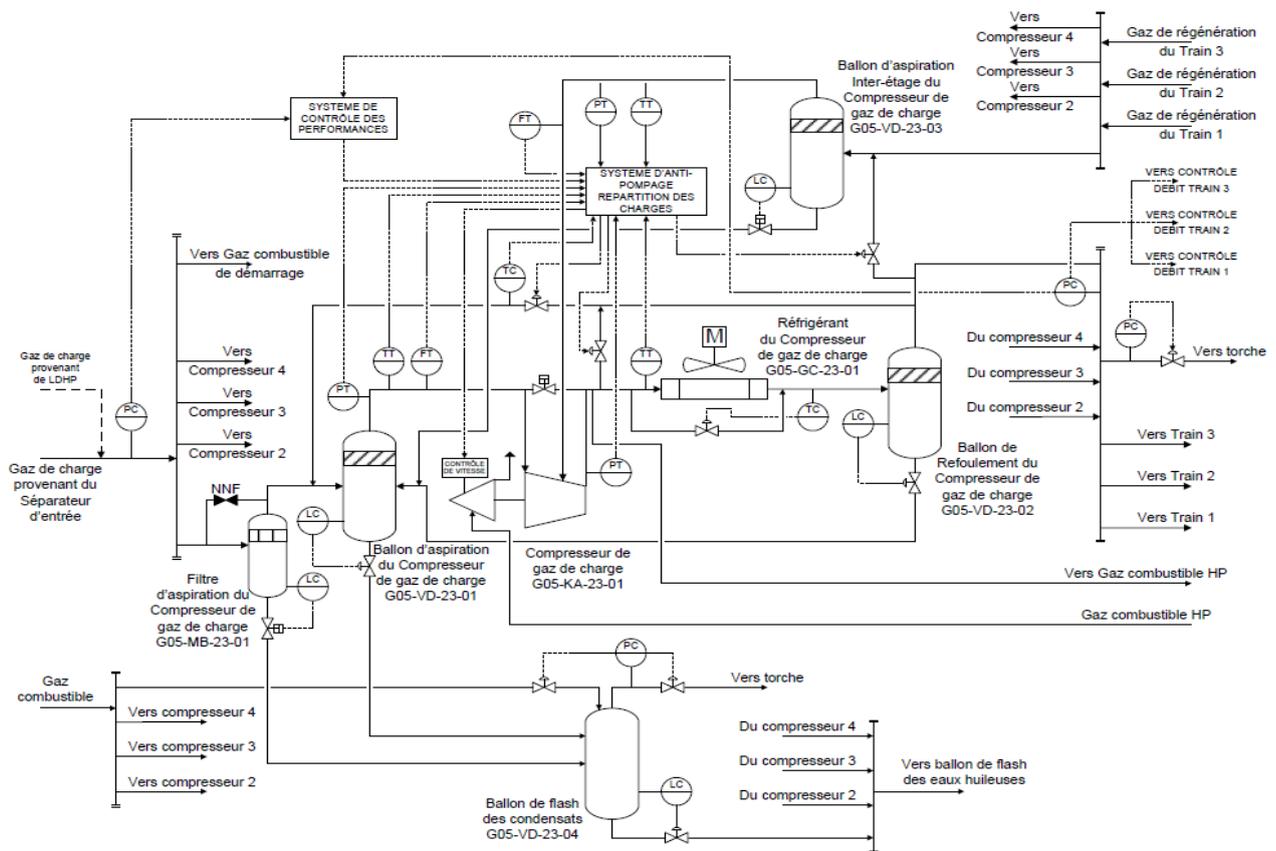


Figure 1.4. Unité de compression

### b. Description :

Cette unité a pour fonction la compression du gaz provenant du séparateur d'entrée (environ 32bar) et de la régénération des sécheurs (environ 77 bar) jusqu'à une pression d'environ 95 bar.

Au refoulement du compresseur, le gaz est refroidi à 55°C en été (ou 35°C en hiver) dans un aéro-réfrigérant.

Le liquide condensé lors du refroidissement est séparé du gaz dans le ballon de refoulement

(G05-VD-23-02). Le gaz comprimé est envoyé vers un collecteur commun aux quatre trains pour être ensuite redistribué vers les trains de déshydratation. [1]

### I.4.3 Unité de déshydratation

#### a. Schéma :

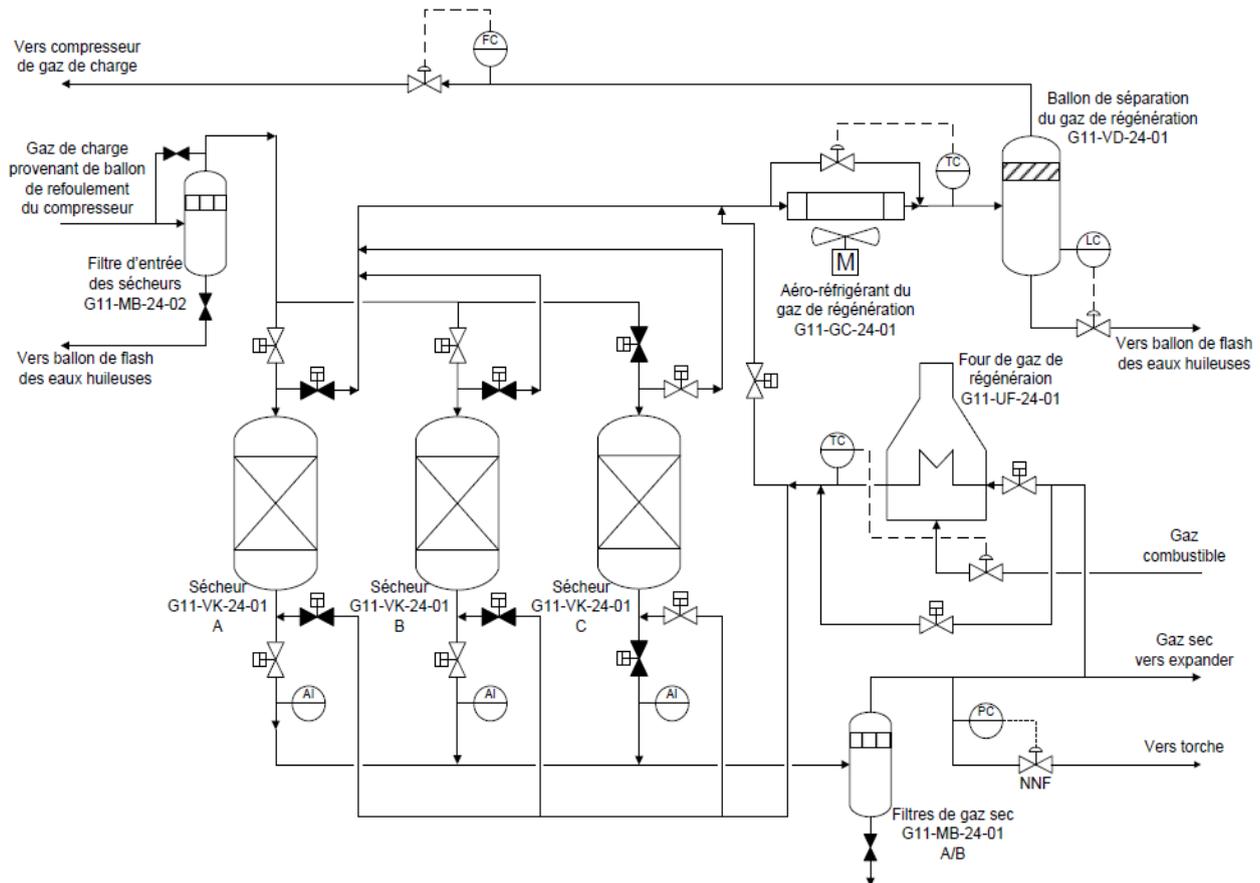


Figure 1.5. Unité de déshydratation

#### b. Description :

Le gaz provenant du filtre séparateur d'alimentation de déshydratation (G11/G12/G13-MB-24-02) est séché dans deux sécheurs opérant en parallèle en mode d'adsorption où l'eau est éliminée du gaz humide pour éviter la formation d'hydrate dans la section froide de l'installation. Une concentration importante d'eau risque de geler et de boucher la section cryogénique des trains de récupération des LPG. Le troisième sécheur (saturé) est en régénération.

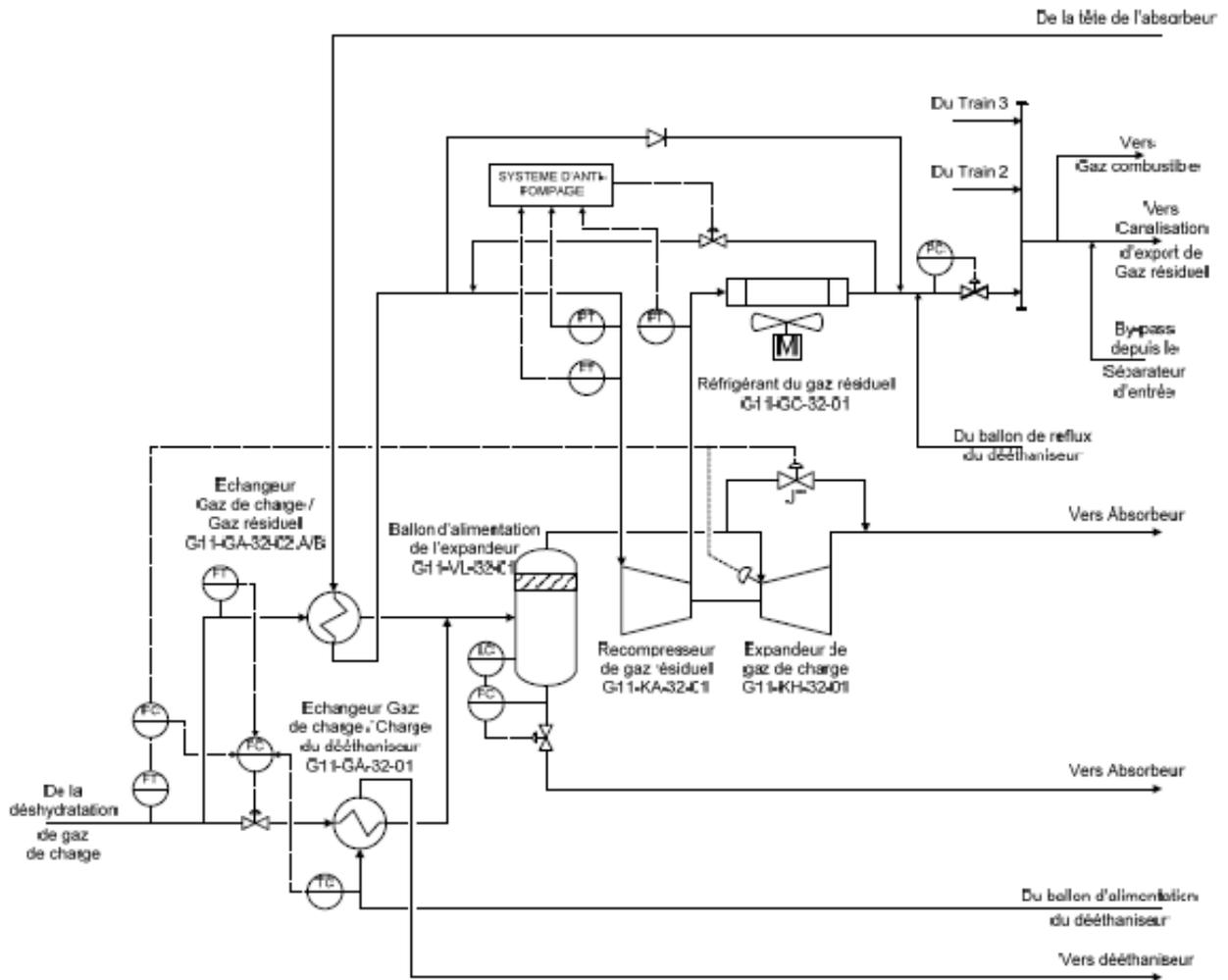
Après un cycle d'adsorption, le sécheur passe à la phase de régénération dans lequel il est régénéré pour enlever l'eau adsorbée. Un autre sécheur, pour qui les étapes de régénération sont terminées, remplace-le précédant en mode d'adsorption. La durée de la régénération est divisée en 3 étapes : chauffe, refroidissement, repos.

Lors de l'étape de refroidissement, le gaz de régénération 'by-pass' le système de chauffe et le gaz froid est envoyé à travers les sécheurs de bas en haut. Le gaz de régénération froid est envoyé à l'inter étage du compresseur de gaz d'alimentation G05/G06/G07/G08-KA- 23-01.

Pendant l'étape d'échange des lits, le système de chauffe et les sécheurs sont by-passés.

**I.4.4 Unité de refroidissement d'expansion / compression et du dééthaniseur**

**a. Schéma :**



**Figure 1.6. Unité de refroidissement d'expansion / compression et du dééthaniseur**

**b. Description :**

Le gaz déshydraté est divisé en deux flux et passe par deux échangeurs. Les deux flux refroidis sont alors combinés en sortie des échangeurs pour alimenter le ballon d'alimentation de l'expandeur.

Le fluide froid provenant de l'expandeur et du liquide provenant du ballon d'alimentation de l'expandeur alimente l'absorbeur. [1]

L'absorbeur est une colonne à garnissage à reflux et sans rebouillage ou la majorité de l'éthane et des composants plus légers sont séparés en tête de l'absorbeur.

Le liquide récupéré en fond de colonne est envoyé par la pompe d'alimentation du dééthaniseur vers le condenseur du dééthaniseur.

#### **I.4.5 Unité de récupération LPG et condensats**

Le débutaniseur est une colonne de distillation à reflux total à 43 plateaux à deux alimentations.

#### **I.4.6 Stockage LPG**

L'unité a pour fonction le stockage et l'expédition du LPG et le stockage temporaire du LPG hors spécification avant traitement.

#### **I.4.7 Stockage condensats**

L'unité a pour fonction le stockage et l'expédition du condensat et le stockage temporaire du condensat hors spécification avant traitement. [1]

### **I.5 Unité Déshydratation du gaz de charge**

#### **1.5.1 Introduction**

La présence d'eau entraîne différents problèmes pour les exploitants, suivant les conditions de température et de pression qui règnent dans une installation. Donc il est nécessaire de réduire la teneur en eau du gaz, cette partie sera consacrée à la description et le fonctionnement de l'unité de déshydratation du gaz.

#### **1.5.2 Description générale**

Le gaz de charge comprimé, en provenance des compresseurs de gaz de charge, est transféré vers le collecteur de distribution de gaz de charge qui alimente les trois trains de traitement. La pression au niveau du collecteur de refoulement des compresseurs de gaz de charge (c'est-à-dire à l'entrée de l'unité de déshydratation de chaque train de traitement) est contrôlée par le système de répartition de charge des expandeurs via le débit "aspiré" par chaque expandeur. C'est l'expandeur qui régit le débit de gaz entrant dans chaque train de traitement. Le

système de répartition de charge de l'expandeur permet de contrôler la pression tout en répartissant vers les trains de traitement à disposition le gaz délivré par les unités de compression de gaz de charge. [1]

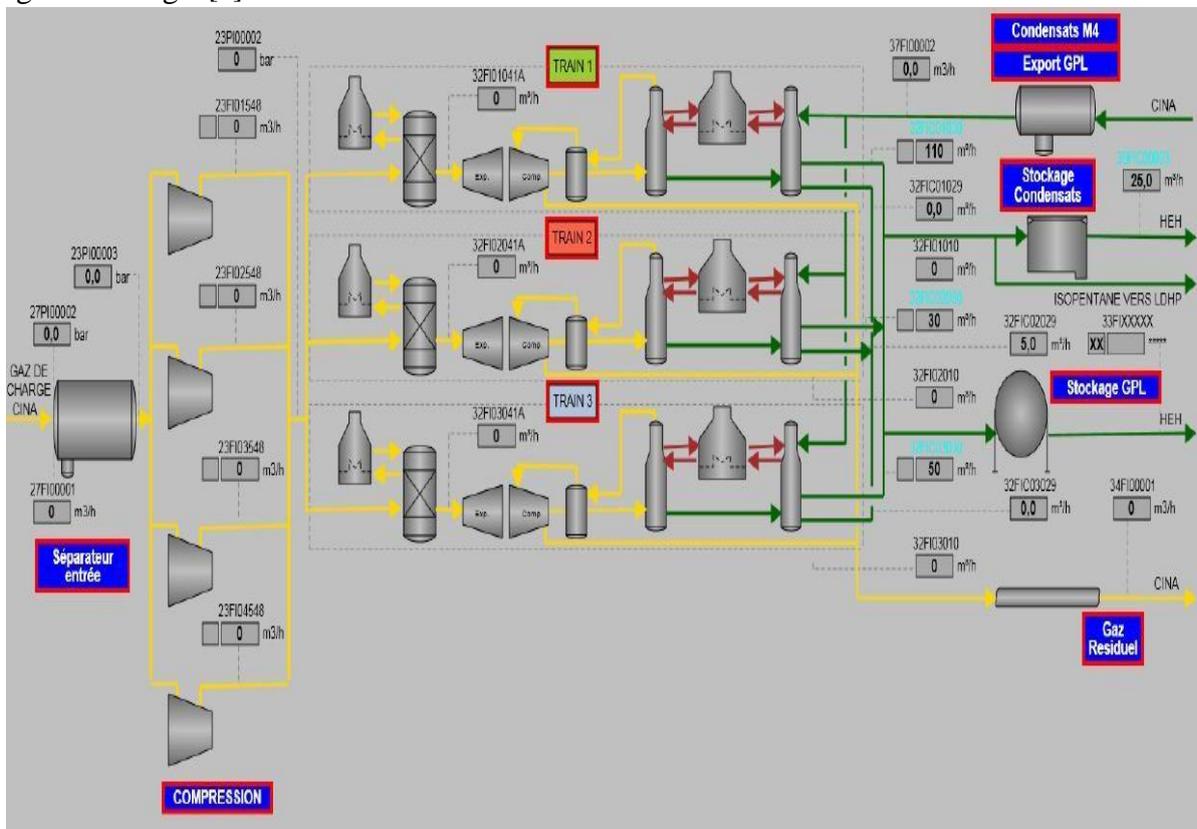


Figure 1.7. Unité Déshydratation du gaz de charge

### I.5.3 Rôle de l'unité

L'unité de déshydratation de chaque train a pour fonction de diminuer la quantité d'eau dans le gaz d'alimentation (saturé en eau) pour atteindre la valeur spécifiée de 1 ppm vol. En sortie d'unité. L'eau est ôtée du gaz humide pour éviter la formation d'hydrates dans la section froide de l'installation. Les trois trains de traitement sont identiques. La description de fonctionnement qui suit s'applique à n'importe lequel des trains de traitement. La valeur de X dans la numérotation des équipements correspond au numéro du train de traitement concerné (X=1 pour le train 1, X=2 pour le train 2 et X=3 pour le train 3). [1]

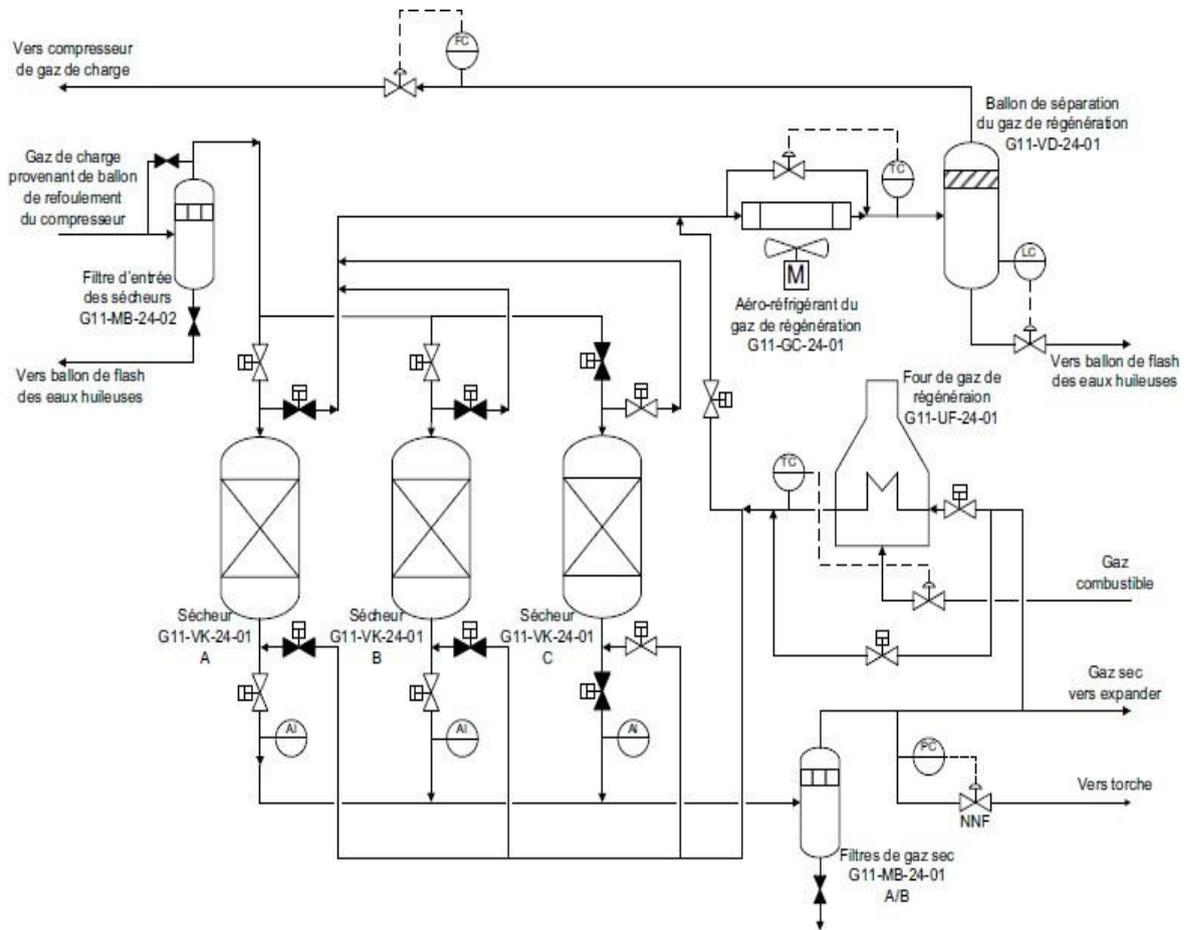


Figure 1.8. Rôle de l'unité Déshydratation du gaz

### 1.5.4 Fonctionnement de l'unité

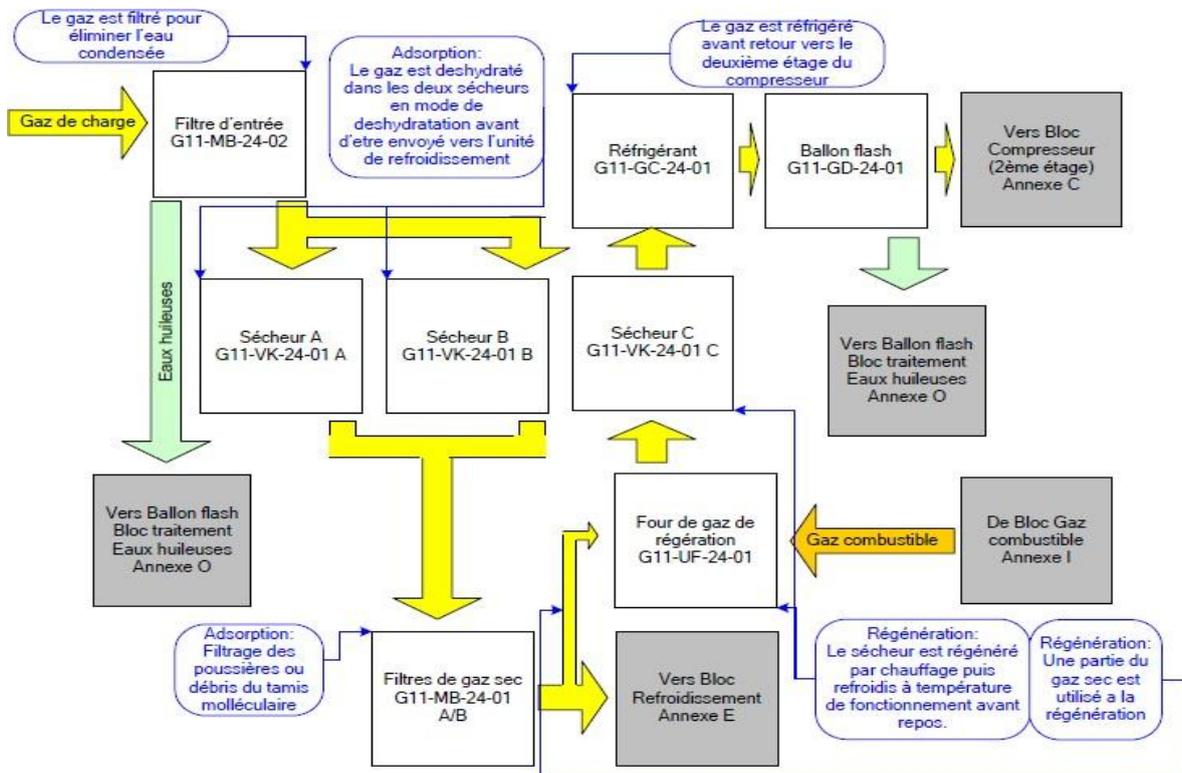


Figure 1.9. Fonctionnement de l'unité Déshydratation du gaz

#### **I.5.4.1 Adsorption**

Le gaz humide entrant dans le train de traitement est envoyé au filtre coalesceur G1X-MB-24-02 pour éliminer l'eau libre condensée en ligne depuis la section de compression. L'eau récupérée est envoyée après détente à l'unité de traitement des eaux huileuses.

Le gaz issu du filtre coalesceur G1X-MB-24-02 est envoyé sur deux des trois sécheurs de gaz G1X-VK-24-01 A/B/C pour être déshydraté. En effet, en opération normale, deux sécheurs opèrent en parallèle en mode d'adsorption (adsorption de l'eau par le tamis moléculaire par circulation du gaz humide dans le sens descendant), pendant que le troisième est en régénération (circulation de gaz sec chaud à travers le sécheur dans le sens ascendant)

Chaque sécheur opère selon un cycle d'une durée de 24 heures, divisé entre phase d'adsorption (16 heures) et phase de régénération (8 heures). Après un cycle d'adsorption (où l'eau s'est accumulée dans le sécheur), le sécheur passe à la phase de régénération au cours de laquelle il est régénéré pour extraire l'eau adsorbée. Un autre sécheur, pour lequel les étapes de régénération sont terminées, remplace le sécheur précédemment en mode d'adsorption.

La séquence de déshydratation du gaz est pilotée de façon automatique (cas normal) ou manuelle. Chaque sécheur est équipé d'un analyseur d'humidité pour assurer le bon fonctionnement et détecter un éventuel problème sur les tamis moléculaires. La teneur en eau du gaz sec provenant des sécheurs G1X-VK-24-01 A/B/C doit être inférieure à 1 ppm vol.

A la sortie des sécheurs, le gaz est filtré à travers les filtres de gaz sec G1X-MB-24-01 A/B afin d'éliminer les particules de taille supérieure à 10  $\mu m$  (poussières ou débris de tamis moléculaire entraînés par le flux gazeux en adsorption) pouvant endommager la roue de l'expandeur (inclus dans la section de refroidissement du gaz). Le gaz sec et filtré alimente ensuite la section de refroidissement du gaz. [1]

#### **I.5.4.2 Régénération**

Une partie du gaz sec est utilisée en tant que gaz de régénération. Le débit constant, correspondant environ à 17 % du débit nominal de gaz déshydraté, est collecté à la sortie des filtres de gaz sec G1X-MB-24-01 A/B.

La phase de régénération d'un sécheur est divisée en trois étapes : la chauffe (pendant environ 5 heures), le refroidissement (pendant environ 2 heures) et le repos (pendant environ 40 min). Le passage d'une étape à l'autre nécessite l'ouverture et la fermeture des plusieurs vannes (environ 20 minutes au total).

Pendant l'étape de chauffe, le gaz sec de régénération est chauffé dans le four G1X-UF-

24- 01 puis traverse le sécheur en régénération dans le sens ascendant. Une première rampe de montée en température (15 minutes) permet de réchauffer progressivement le tamis moléculaire de la température opératoire du gaz jusqu'à 120 °C, température à laquelle est observé un palier pour assurer une chauffe homogène dans le sécheur pendant 30 minutes. Une seconde rampe de montée en température de 15 minutes est alors réalisée pour porter le gaz à 275 °C. Une étape finale de chauffe à 275 °C est alors observée pendant 4 heures pour permettre une régénération complète du tamis moléculaire.

L'effluent gazeux humide et chaud récupéré en sortie des sécheurs est refroidi à 60 °C par l'aéro-réfrigérant de gaz de régénération G1X-GC-24-01. L'eau condensée est ensuite récupérée dans le séparateur de gaz de régénération G1X-VD-24-01, puis envoyée vers l'unité de traitement des eaux huileuses (sous contrôle de niveau dans le séparateur). Le gaz de régénération est envoyé sur le collecteur commun de gaz de régénération qui alimente l'inter-étage des compresseurs de gaz de charge G05/G06/G07/G08-KA-23-01 (via les ballons d'aspiration inter-étage G05/G06/G07/G8-VD-23-03).

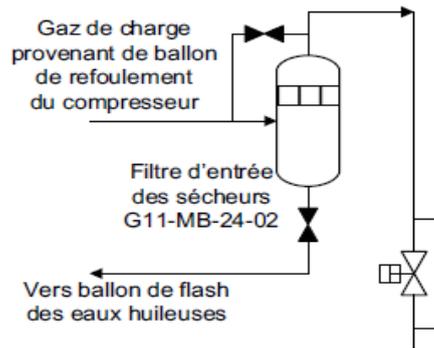
Lors de l'étape de refroidissement, le gaz de régénération bypassse le système de chauffe (le four est arrêté) et le gaz froid et sec est envoyé à travers le sécheur en régénération pendant 2 heures afin de ramener la température du tamis moléculaire à sa valeur opératoire en phase d'adsorption. A la sortie du sécheur, le gaz de régénération suit le même traitement de refroidissement à 60 °C et séparation que précédemment.

Pendant l'étape de repos et de permutation des sécheurs, le système de chauffe et les sécheurs sont bypassés et le gaz de régénération est envoyé à l'entrée de l'aéro-réfrigérant G1X-GC-24-01 pour être recyclé vers l'inter-étage des compresseurs gaz de charge. Il y a ainsi un débit permanent et constant qui retourne à l'inter-étage des compresseurs pour éviter les perturbations. [1]

### **I.5.5 Les équipements**

#### **I.5.5.1 Filtre d'entrée des sécheurs de gaz (G11- MB-24-02)**

Le gaz de charge comprimé passe tout d'abord dans le filtre coalesceur G11-MB-24-02 pour éliminer l'eau qui pourrait se condenser en ligne par effet des échanges thermiques avec l'air ambiant.

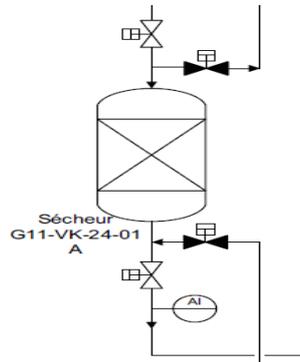


### I.5.5.2 Sécheurs de gaz (G11-VK-24-01 A/B/C)

Le gaz provenant du filtre coalescent G11-MB-24-02 est déshydraté dans les sécheurs de gaz G11-VK-24-01 A/B/C. En opération normale, deux sécheurs opèrent en parallèle en mode d'adsorption pendant que le troisième est en régénération. Les sécheurs fonctionnent par cycles de 16h d'adsorption suivis de 8h de régénération pour extraire l'eau adsorbée.

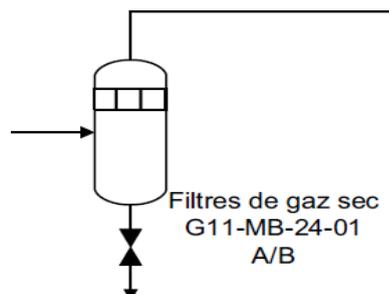
Le contrôle de la séquence d'adsorption/régénération des sécheurs est géré par le CMS.

Le choix du mode de fonctionnement des sécheurs, automatique ou manuel, est fait par l'opérateur. [1]



### I.5.5.3 Filtres du gaz sec (G11-MB-24-01 A/B)

A la sortie des sécheurs, le gaz est filtré à travers le filtre de gaz sec G11-MB-24-01A/B (qui retient les poussières ou débris de tamis moléculaire entraînés par le flux gazeux en adsorption), avant d'être envoyé vers la section de refroidissement et séparation du gaz. [1]



#### I.5.5.4 Four du gaz de régénération (G11-UF-24-01)

Une partie du gaz sec, collecté à la sortie du filtre G11-MB-24-01A/B, est utilisée en tant que gaz de régénération.

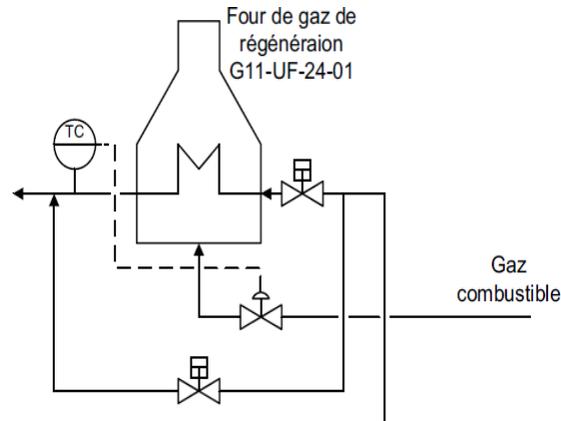
La phase de régénération est divisée en 3 étapes : chauffage (pendant environ 5h), refroidissement (pendant environ 2h) et attente (pendant environ 1h).

Pendant l'étape de chauffage, le gaz de régénération est chauffé dans le four G11-UF-24-01.

Une première rampe de montée en température permet de réchauffer progressivement le tamis moléculaire de la température opératoire du gaz (36°C en hiver, 56°C en été) jusqu'à 120°C. Une seconde rampe de montée en température est ensuite réalisée pour porter le gaz à 275°C.

Le contrôle de la phase de chauffe est entièrement géré par le système de contrôle de la séquence d'adsorption/régénération des sécheurs.

Lors de l'étape de refroidissement, le gaz de régénération bypass le système de chauffe et le gaz froid est envoyé à travers le sécheur pendant 2 heures pour ramener la température du tamis moléculaire à sa valeur opératoire d'adsorption. [1]

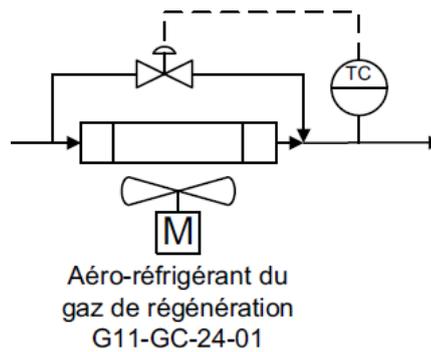


#### I.5.5.5 Aéro-réfrigérant du gaz de régénération (G11-GC-24-01)

L'effluent gazeux humide et chaud récupéré en sortie du sécheur en régénération est refroidi à 60°C par l'aéro-réfrigérant de gaz de régénération G11-GC-24-01.

En opération normale, tous les ventilateurs sont en marche en continu.

Le démarrage et l'arrêt des moteurs des ventilateurs sont faits manuellement par l'opérateur si nécessaire. [1]

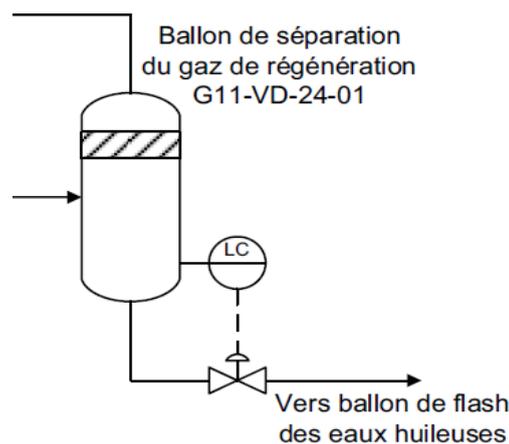


### I.5.5.6 Séparateur du gaz de régénération (G11-VD-24-01)

L'eau condensée dans l'aéro-réfrigérant est ensuite séparée dans le séparateur de gaz de régénération G11-VD-24-01, puis envoyée vers l'unité de traitement des eaux huileuses. Le gaz de régénération récupéré en tête du séparateur est recyclé vers l'inter-étage du compresseur de gaz d'alimentation G05-KA-23-01 (via le ballon d'aspiration inter-étage G05-VD-23-03).

Lors de l'étape de refroidissement, à la sortie du sécheur, le gaz de régénération suit le même traitement de refroidissement à 60°C et séparation que précédemment, avant d'être envoyé à son tour à l'aspiration de l'inter-étage du compresseur de gaz d'alimentation G05-KA-23-01.

Pendant l'étape d'attente et de permutation des sécheurs, le système de chauffe et les sécheurs sont bypassés, et le gaz de régénération est envoyé à l'entrée de l'aéro-réfrigérant pour être recyclé vers l'interétage du compresseur de gaz d'alimentation G05-KA-23-01. [1]



### I.5.5.7 L'instrumentation utilisée dans le procédé de déshydratation

#### a. Les capteurs

### **a.1 Thermocouple**

Un thermocouple est un capteur servant à mesurer la température. Il se compose de deux métaux de natures différentes reliés à une extrémité. Quand la jonction des métaux est chauffée ou réfrigérée, une tension variable est produite, qui peut être ensuite transcrite en température. Les alliages thermocouple sont généralement disponibles en fils.

### **a.2 Manomètre**

Les manomètres utilisés sont de type de bourdon à indicateur local. Le tube de bourdon sous sa forme plus simple est composé d'un tube aplati formant une section circulaire d'environ 270°. Une extrémité est fixe et connectée à la chambre ou au conduit dont la pression doit être mesurée, lorsque la pression à mesurer augmente le tube à tendance à se dérouler, lorsqu'elle diminue le tube tend à s'enrouler davantage. Ce mouvement est transmis par une liaison mécanique à un système d'engrenage connecté à une aiguille, l'aiguille est placée devant un cadran portant les indications de valeur de la pression relative à la position de l'aiguille.

### **a.3 Capteur de fin de course**

Les fins de course sont des contacts intégrés sur les vannes qui nous indiquent la position du corps, l'ouverture ainsi que la fermeture de la vanne. [2]

## **b. Transmetteur**

C'est un dispositif qui converti le signal de sortie du capteur en un signal de mesure standard. Il fait le lien entre le capteur et le système de contrôle commande. Le couple capteur+transmetteur réalise la relation linéaire figure 6 entre la grandeur mesurée et son signal de sortie.

Les transmetteurs existent dans une gamme très variée de configurations destinées aux applications de mesure de la pression différentielle, du débit, de pression absolue et relative, du vide, du niveau de liquide et de densité. [2]

## **c. Les actionneurs**

Un actionneur est un convertisseur électromécanique conçu pour mettre en mouvement un système mécanique à partir d'une commande électrique ou pour convertir une énergie en un autre.

### **c.1 La vanne tout ou rien (TOR)**

Les vannes tout ou rien sont utilisées pour la commande des systèmes ayant une grande inertie ou la précision de régulation n'est pas importante.

### **c.2 L'électrovanne**

Une électrovanne est un dispositif commandé électriquement permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique, la circulation d'un fluide ou d'un gaz dans un circuit. C'est un actionneur électromagnétique TOR appelé souvent bobine ou solénoïde.

### **c.3 Les soupapes de sécurité**

Une soupape de sécurité est composée d'un dispositif à ressort, la tension de ce dernier est réglable à l'aide d'une vis de réglage facilement accessible.

En position de repos, c'est-à-dire dans les conditions normales d'exploitation, le clapet de la soupape, sous l'effet de la pression exercée par le ressort, isole l'appareil sur lequel la soupape est montée de l'atmosphère extérieure.

En position de fonctionnement, c'est-à-dire lorsque les conditions d'exploitation sont devenues anormales, le clapet de la soupape, se soulève sous l'effet de la surpression existant dans l'appareil, afin de permettre sa décharge. [2]



## **I.6 Conclusion**

Dans cette partie on a décrit l'unité déshydratation du gaz, ses constituants principaux ainsi que ses instruments associés. On a également expliqué le déroulement des deux phases adsorption et régénération du sécheur à gaz, afin de pouvoir développer une solution de commande.

## **Chapitre II : Concepts généraux sur la supervision industrielle (SCADA, DCS)**

## II.1 Introduction

La majorité des processus industriels nécessitent de contrôler un nombre de paramètres (température, pression, niveau, débit...), ils appartiennent à la chaîne d'asservissement (régulation) de maintenir à des niveaux prédéterminés les paramètres qui réagissent le fonctionnement du processus.

La supervision est un procédé industriel qui permet une surveillance automatique d'un système industriel. Il s'agit pratiquement de recueillir des données en temps réel pour ensuite en déduire après traitement le bon fonctionnement du système ou pas, en déduire l'évolution du système, détecter les défauts. Il est essentiel de présenter à l'opérateur sous forme adéquate les informations sur le procédé, donc la supervision se base sur un modèle préétabli du système pour faciliter une éventuelle prise de décision.

Dans ce chapitre nous allons focaliser sur la description du système de contrôle industriel (SCADA, DCS...) son architecture, ces avantages pour avoir une meilleure étude et de bien comprendre la différence entre ces derniers.

## II.2 L'automatisme

L'automatisme est la discipline traitant d'une part la caractérisation des systèmes automatisés et d'autre part le choix de la conception et de la réalisation de la partie commande. Il s'agit donc d'étudier les systèmes :

- Réalisant leurs fonctions en relative autonomie.
- Assurant un contrôle des performances par la mise en place possible d'une chaîne de retour.
- L'automatisation de la production consiste à transférer tout ou une partie des tâches de coordination, auparavant exécutés par des humains. [10]

### ❖ Objectifs de l'automatisation

Hors les objectifs à caractères financiers on trouve :

- Éliminer les tâches répétitives
- Simplifier le travail de l'humain
- Augmenter la sécurité
- Accroître la productivité
- Economiser les matières premières et l'énergie

- S'adapter à des contextes particuliers
- Améliorer la qualité. [14]

## II.3 Présentation des Systèmes industriels

Malgré que de nos jours le concept de la supervision industrielle n'est pas exclusif au domaine industriel (transport, gestion des bâtiments, domaine médical), on ne peut entamer ce sujet sans évoquer les systèmes industriels automatisés.

Un système industriel automatisé peut être divisé en plusieurs sous-systèmes interconnectés les uns aux autres, chaque sous-système peut contenir plusieurs actionneurs (les parties opératives) et plusieurs capteurs qui, à chaque instant envoi des informations sur les grandeurs mesurées. D'une manière générale, un système industriel est composé de quatre parties principales :

- Les systèmes d'actionnement qui sont constitués des actionneurs proprement dits et leurs interfaces de puissance (distributeur pneumatique, variateur de vitesse ...etc.)
- Des ensembles de chaînes de mesure incluant les capteurs. Ces systèmes assurent le filtrage et la mise en forme des signaux issus de capteurs.
- Des organes de commande (automate, DCS, PC industriels ...etc.) qui génèrent les signaux de commande en fonction des consignes de production et des mesures issues de capteurs.
- Des systèmes complémentaires dont le rôle est d'aider à l'accomplissement de la fonction globale du système. Par exemple l'opérateur est amené à donner des ordres à la partie commande (par bouton, clavier, etc.) et reçoit des informations émanant de la partie commande (par voyants, synoptiques, alarme, etc.). C'est dans cette partie que sera développée l'application de supervision. [8]

### II.3.1 Structure générale d'un système de contrôle

La figure 2.1 montre clairement la structure de contrôle normalement mise en œuvre dans le secteur, elle montre deux zones bien définies : l'une, la partie opérationnelle et l'autre, la partie de contrôle.

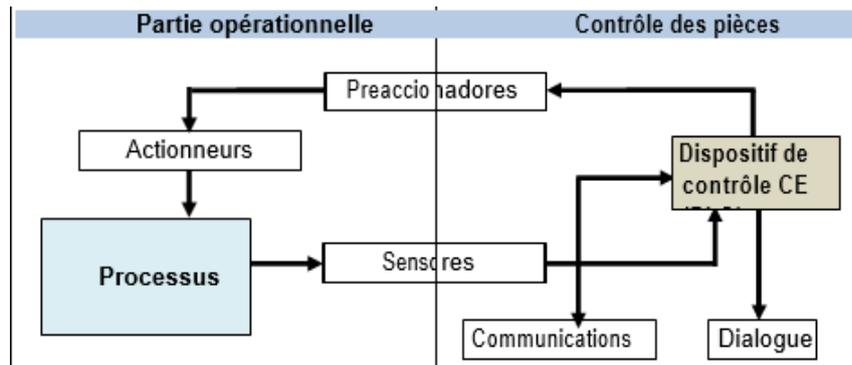


Figure 2.1. Structure générale d'un système de contrôle

## II.4 Supervision industrielle

La supervision dans le domaine industriel est une technique de suivi et de pilotage de procédés automatisés. Les systèmes de supervision industrielle offrent ainsi un ensemble de moyens utilisés pour gérer un procédé aussi bien en situation normale qu'anormale. Une interface de supervision (pupitre) est le plus souvent présentée sous forme synoptique ; elle permet d'une part, d'acquérir les données relatives aux mesures, aux alarmes et au retour d'état de fonctionnement du système réel, et d'autre part d'accéder aux paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables.

Dans le monde industriel moderne, les équipements de production fonctionnent sous le suivi permanent des automates programmables industriels et autres systèmes numériques de commande. La supervision est un niveau supérieur à la boucle de commande qui assure les conditions d'opérations idéales de cette dernière. Parmi les tâches principales de la supervision se trouvent la surveillance, l'aide à la décision et le diagnostic des dysfonctionnements. [4]

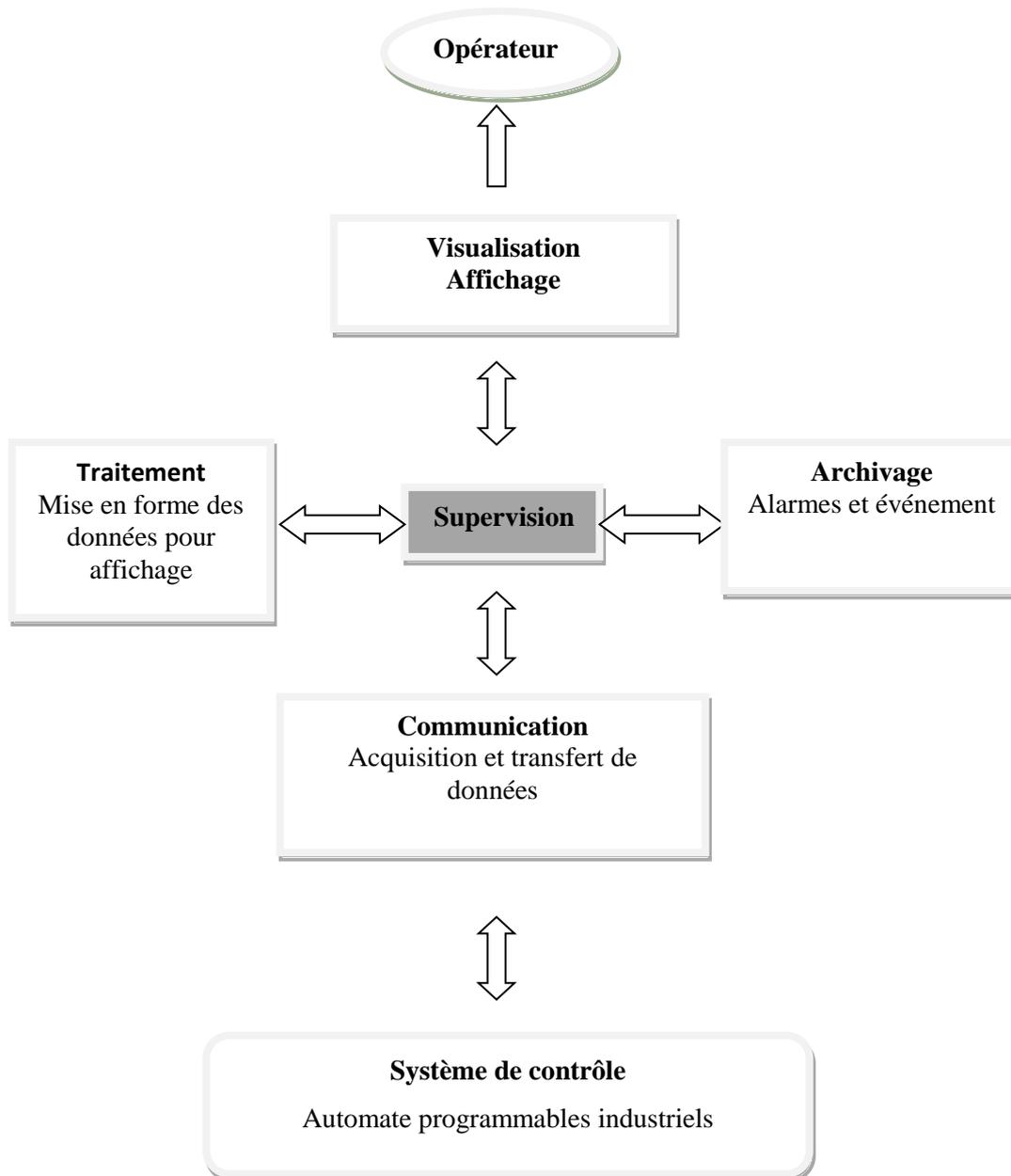


Figure 2.2. Pupitre de commande

#### II.4.1 Supervision des procédés

Le nombre des mesures recueillies sur les processus et stockées a augmenté de façon considérable. En même temps, ces processus ont accru leur complexité et les systèmes de commande ont remplacé les ajustements manuels. Ceci afin de répondre aux demandes de qualité, aux contraintes environnementales, à la réduction des coûts de production et maintenance, tout en garantissant la sécurité des installations ainsi que celle des opérateurs humains. Face à cet incrément d'information, changeante et dynamique, l'opérateur humain a besoin de nouveaux outils qui l'aident dans sa tâche de surveillance du processus, pour en

garantir le fonctionnement correct et réagir au cas où des événements anormaux se produisent.

Dans ces conditions, nous pouvons dire que la supervision a pour objectif d'assurer la gestion réactive et sûre des modes de fonctionnement d'un processus. Ces modes ou situations sont définis à partir de l'analyse des données, de la connaissance du système et du savoir-faire des opérateurs. Il faut alors exploiter au maximum toutes les informations disponibles sur le système pour pouvoir détecter les éventuels dysfonctionnements d'un processus et les diagnostiquer et réagir en conséquence de façon à assurer son fonctionnement même en situations anormales.

Au niveau de la supervision, toute description du procédé, qui apporte une connaissance a priori sur ses caractéristiques et ses fonctionnalités, constitue un modèle du procédé. Ceci permet de comparer l'évolution du procédé réel au travers du suivi des mesures à la description théorique offerte par le modèle.

Le résultat de cette comparaison détecte le bon ou mauvais fonctionnement du procédé. Nous pouvons considérer le modèle comme la façon de valider le fonctionnement correct du procédé et de déterminer les déviations par rapport aux conditions attendues d'opération. Les modèles peuvent être de différentes natures selon les informations disponibles sur le processus :

Il existe des modèles de type analytique (équations différentielles, équations aux différences, relation entre variables, ainsi que des modèles qualitatifs (équations qualitatives, modèles à base d'ensembles flous, règles, description du comportement, etc.), qui représentent le fonctionnement statique ou dynamique, normal ou anormal du procédé.

Pour la mise en place d'un système de supervision, trois fonctions doivent être prises en compte : la détection, le diagnostic et la reconfiguration, la surveillance du procédé traite les données disponibles en ligne, afin d'obtenir son état de fonctionnement. [4]

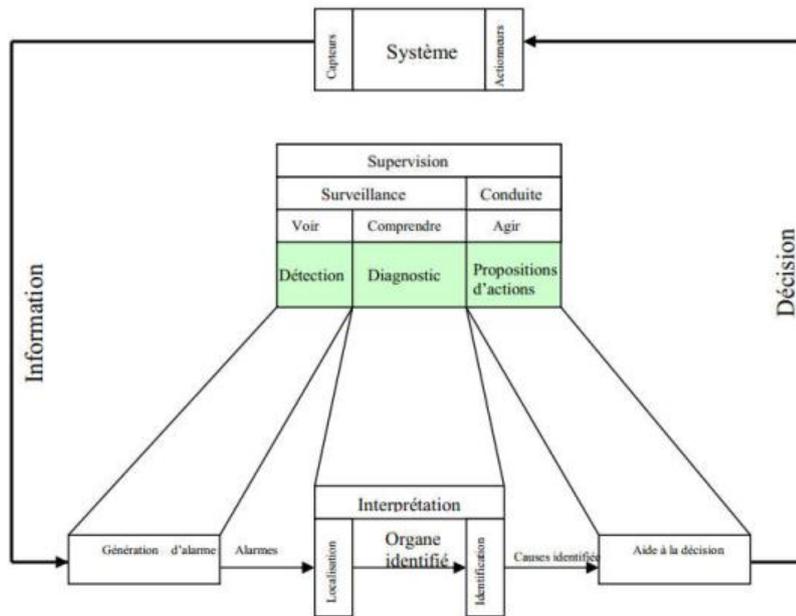


Figure 2.3. Architecture du système de supervision

Dans la surveillance, nous retrouvons les fonctions de détection de défaillances et de diagnostic de façon générale :

#### ➤ La surveillance

La surveillance des procédés industriels consiste à générer des alarmes à partir des informations délivrées par des capteurs. Elle recueille les signaux en provenance du procédé et de la commande et reconstitue l'état réel du système commandé. Des seuils sont définis sur des variables clés par des experts du procédé selon des critères de sécurité concernant les hommes, l'installation et son environnement. Cette génération d'alarmes apporte une aide aux OHS (opérateur humain de supervision) dans leur tâche de surveillance afin qu'ils puissent analyser la situation et prendre une décision adaptée (procédure d'arrêt d'urgence, mode dégradé, action corrective). Elle a un rôle passif vis-à-vis du système de commande et du procédé. Cependant, la complexité et la taille de l'installation augmentent rapidement la quantité d'informations à analyser, rendant la surveillance complexe pour les OHS. Il est donc très utile d'adjoindre à la surveillance, une aide à la décision à travers un module de diagnostic.

#### ➤ La détection

Consiste en l'identification des changements ou déviations des mesures du procédé par rapport au fonctionnement normal, ce qui se traduit par la génération des symptômes.

➤ **Le diagnostic**

Consiste à déterminer quelles sont l'origine et/ou la (les) cause(s) qui ont pu engendrer le symptôme détecté. A ce stade, le système doit avoir la capacité de décider quand le procédé se trouve dans une situation de fonctionnement normal et quand une action corrective doit être appliquée.

➤ **La reconfiguration**

L'action corrective correspond à l'étape de reconfiguration de la commande de façon à ramener le procédé dans un mode de fonctionnement normal.

Cependant, il existe d'autres approches pour la mise en place d'un système de supervision. En effet, pour la communauté de systèmes à événements discrets (SED), la supervision a pour but de contrôler l'exécution d'une opération effectuée par le système de commande sans rentrer dans les détails de cette exécution. La supervision a lieu dans une structure hiérarchique (au moins avec 2 niveaux), et recouvre l'aspect du fonctionnement normal et anormal :

- En fonctionnement normal, le rôle de la supervision est de prendre, en temps réel, les décisions correspondantes aux degrés de liberté exigés par la flexibilité décisionnelle ;
- en présence de défaillances, la supervision prend toutes les décisions nécessaires pour le retour vers un fonctionnement normal. Après avoir déterminé un nouveau mode de fonctionnement, il peut s'agir de choisir une solution curative, d'effectuer des réordonnancements. "locaux", ou même de déclencher des procédures d'urgence. [6]

#### **II.4.2. Supervision dans un environnement SCADA**

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) ou système de contrôle et d'acquisition de données est un système de télégestion permettant de collecter les données de divers appareils de les analyser et de les représenter semi graphiquement et en temps réel sur des postes de pilotage, que ce soit proche ou éloigné, qui alors contrôle et supervise l'installation. Ce système a été utilisé pour la première fois dans les années 1960.

L'industrie du SCADA est essentiellement née du besoin d'interfaces conviviales pour superviser les systèmes industriels. Les réseaux SCADA permettent de surveiller et de contrôler à distance un nombre incroyable d'équipements, tels que les pompes à eau, les aiguillages de voie ferrée et les feux de signalisation, ainsi que l'acquisition de données à partir de nombreux nœuds sources de données appelés points. Ces données sont affichées sur des écrans de supervision pour les opérateurs. [12]



Figure 2.4. Poste de pilotage muni d'un système SCADA

Les systèmes SCADA ont plusieurs avantages, ils donnent la possibilité d'effectuer les tâches suivantes :

- L'acquisition et l'affichage des données importantes.
- Gérer les processus industriels à distance ou localement.
- Collecter, surveiller et traiter les données en temps réel.
- Détecter, afficher et enregistrer les alarmes.
- Interagir rapidement dans le cas de problème dans des endroits sensibles et dangereux.

Mais comme inconvénients les points suivants :

- La quantité importante des fils reliés au système.
- Les difficultés d'intégrer d'autres composants à l'installation.
- Le cout élevé de l'installation (matériel et logiciel).
- Les cyber-attaques représentent un danger qui peut être néfaste sur toute l'installation.

#### II.4.2.1. Eléments du système SCADA

Les systèmes SCADA sont utilisés dans les grands établissements industriels comme la production et transport et distribution d'énergie électrique, station de pompage, canalisations de gaz et de pétrole. Ils se composent des éléments matériels et logiciels facilitant le contrôle des processus. [12]

- **MTU (Master Terminal Unit)**

C'est le cœur du système SCADA. Il peut être décrit comme une station ayant plusieurs ordinateurs (liés ensemble avec un réseau local) connectés à un système de communication. La MTU héberge la partie logicielle du système SCADA qui collecte les données sur le processus à partir des stations RTU et les affiche sur l'HMI, il a également la faculté d'envoyer des ordres

aux appareils connectés sur le terrain par le biais de postes opérateurs. Dans certains systèmes SCADA plus petits, la MTU peut être composée d'un seul PC. [12]

- **RTU (Remote Terminal Unit)**

C'est un dispositif d'acquisition de données et de commande à base de microprocesseur (automates programmables, instrument électronique intelligent, PC industriel ...etc.), elle sert à contrôler et superviser localement l'instrumentation d'un site éloigné et transférer les données requises vers la MTU. [12]

- **Système de communication**

C'est l'ensemble des moyens de communication entre la MTU et les différents RTU. La communication peut être par le biais de l'Internet, réseaux locaux industriels, ou le réseau téléphonique public...etc. [12]

#### II.4.2.2. Logiciel SCADA

C'est l'application installée sur la MTU responsable de la collection des données, le traitement graphique et l'affichage sur HMI, la gestion des alarmes, l'archivage interne et externe des données ...etc. Dans la suite, on décrira avec plus de détails les caractéristiques des logiciels SCADA.

Un logiciel SCADA fournit des vues graphiques de l'état de l'installation. Il permet de visualiser l'ensemble des données du procédé et d'intervenir à distance sur les machines. Il génère des rapports d'exploitation et de contrôle de données et archive la synthèse des données dans ses bases d'historiques. [10]

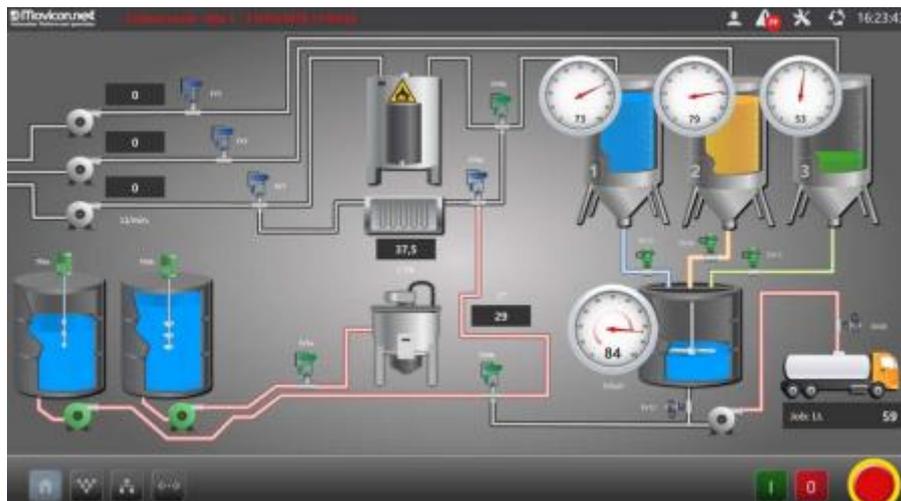


Figure 2.5. Exemple d'HMI généré par un logiciel SCADA

Les fonctions principales d'un logiciel SCADA sont :

- L'acquisition et visualisation des données d'exploitation de l'installation en offrant à l'opérateur une très bonne visibilité avec l'affichage en différentes couleurs des grandeurs, des alarmes.
- Le stockage (archivage) des données importantes avec les commentaires saisis par l'opérateur.
- La visualisation des tendances en temps réel à partir de données temps réel ou depuis les bases d'archivage.
- L'amélioration de la disponibilité des installations et la fourniture des informations fiables.
- La capture des notifications d'alarme adressées au personnel d'exploitation et de maintenance par message texte ou par voie vocale.
- La génération des rapports d'exploitation et les rapports réglementaires régulièrement.

En plus, l'interface graphique doit faciliter aux opérateurs la procédure d'aide à la décision, car il facilite la tâche d'interprétation des événements qui peuvent surgir dans l'installation. [10]

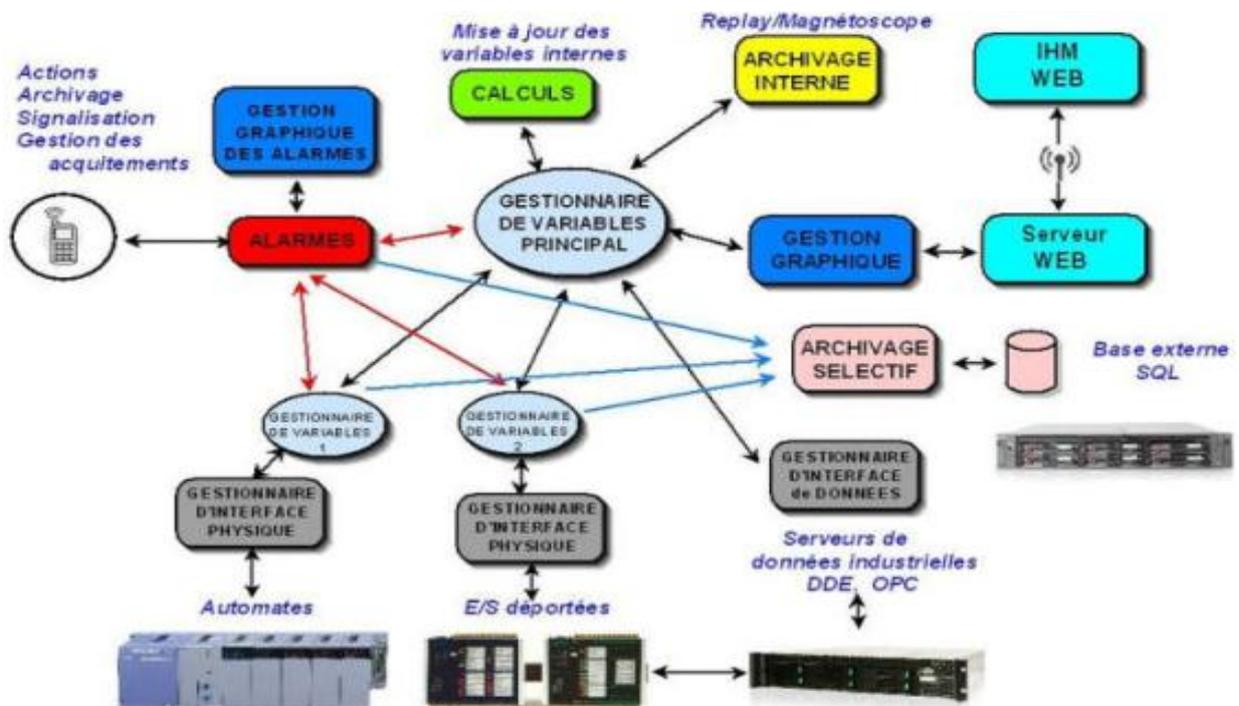


Figure 2.6. Les différentes tâches du logiciel SCADA

### II.4.2.3. Quelques protocoles de communication employés dans l'environnement SCADA

Les protocoles de communication dans les systèmes SCADA ont été développés suite au besoin d'envoyer et de recevoir des données jugées critiques généralement pour de longues distances et en temps réel. Dans la suite, on expose les plus utilisés.

#### **Modbus**

Est un protocole de communication créé en 1979 par Modicon pour être utilisé dans la communication entre automates programmables. Il fonctionne sur le mode maître-esclave.

Une étude détaillée de ce protocole sera faite dans la suite de ce chapitre. [11]

#### **Profibus**

Signifie « bus des processus de terrain ». C'est une norme de réseau non propriétaire, répondant aux besoins d'un large éventail d'applications dans les domaines industriels. Plusieurs systèmes peuvent être utilisés avec la norme Profibus, tels que : les systèmes SCADA, les systèmes numériques de contrôle et de commande (DCS), les automates programmables industrielles et l'assemblage et la manipulation des appareils de terrain. Profibus se décline en trois protocoles de transmission, appelés profils de communication, aux fonctions bien ciblées : DP, PA et FMS. De même, selon l'application, il peut emprunter trois supports de transmission ou supports physiques (RS 485, CEI 1158-2 ou fibre optique). [11]

#### **DNP3**

DNP3 est l'acronyme de « Distributed Network Protocol ». C'est un protocole ouvert et public conçu pour optimiser la transmission des données et des commandes de contrôle d'un maître à un ou plusieurs dispositifs à distance ou stations externes. DNP3 est basé sur l'utilisation d'un modèle dit EPA « Enhanced Performance Architecture ». Le protocole DNP3 utilise une transmission série (avec comme support RS485, RS-232) ou Internet pour assurer la communication entre l'unité maître terminale (MTU) et les unités terminales distantes (RTU). [11]

## II.5 Systèmes de contrôle distribué DCS (Distributed Control Système)

Le contrôle distribué DCS fait référence aux fonctions de base qui sont plutôt confiées à des dispositifs (stations) différents reliés entre eux par un réseau de communication. Une indisponibilité d'un dispositif ne provoque que la perte de la fonction dont il est chargé.

Le DCS est constitué de plusieurs sous-systèmes dont :

- ❖ Les dispositions d'entrées/sorties.

- ❖ Les contrôleurs individuels (PLC régulateurs).
- ❖ Les interfaces opérateurs (écran, souris, clavier).
- ❖ La station de travail ingénieur.
- ❖ Le réseau de communication (bus) pour l'échange d'information. [9]

### II.5.1. Présentation du système DCS

Les systèmes DCS sont utilisés pour contrôler les systèmes de production dans la même situation géographique pour les industries telles que les raffineries de pétrole et de gaz, traitement des eaux, centrales électriques, usines de produits chimiques et des installations de transformation pharmaceutique. Ces systèmes généralement contrôlent les processus ou les systèmes de commande de partie discrète. Un DCS utilise une boucle de contrôle centralisé à la médiation d'un groupe de contrôleurs localisées qui se partagent les tâches globales de mener à bien un processus de production.

De modularisation du système de production, un DCS réduit l'impact d'une défaillance sur l'ensemble du système. Dans la plupart des systèmes, les contrôleurs de domaine est interfacé avec le réseau d'entreprise pour fournir aux opérateurs commerciaux, une vue de la production.

Les dispositifs de commande de champ indiqués comprennent un PLC, un régulateur de processus, un contrôleur de boucle simple et un contrôleur de la machine. Le contrôleur de boucle simple interface les capteurs et les actionneurs à l'aide de câblage de point à point, alors que les autres appareils intègrent les réseaux de bus de terrain pour s'interfacer avec les processus de capteurs et d'actionneurs. Les réseaux de bus de terrain éliminent la nécessité pour le câblage de point à point entre un contrôleur et de champ de capteurs et d'actionneurs. En outre, un bus de terrain permet une plus grande fonctionnalité hors de contrôle, y compris le diagnostic de dispositif de champ et peut accomplir des algorithmes de contrôle dans le bus de terrain, évitant ainsi le routage de signaux vers l'automate pour toute opération de contrôle. Protocoles de communication industrielle standard conçus par secteurs d'activité tels que Modbus et Profibus sont souvent utilisés sur les réseaux de contrôle et bus de terrain. [5]

Outre les circuits de contrôle de supervision et de terrain, des niveaux intermédiaires de contrôle peuvent également exister. Par exemple, dans le cas d'un

DCS contrôlant une partie discrète, usine de fabrication, il y aurait un superviseur de niveau intermédiaire pour chaque cellule dans la plante. Ce superviseur engloberait une cellule de fabrication contenant un contrôleur de la machine qui traite une partie et un contrôleur de robot qui gère les matières premières et produits finis. Il pourrait y avoir plusieurs de ces cellules qui gèrent les contrôleurs sur le terrain sous la boucle principale de contrôle-commande des contrôleurs de domaine.

### II.5.2 Avantages de DCS

Le système DCS, par rapport aux anciens systèmes de contrôle, a plusieurs avantages forçant nous à l'installer. Parmi ces avantages :

- **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 être 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 SCACA, ESD, F&G, Mark5.
- **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. Remarquant 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. [9]

### II.5.3 Historique du système de contrôle

Le progrès technologique dans le monde de l'électronique et de l'informatique a permis une évolution considérable dans le domaine du contrôle des procédés industriels.

Cette évolution est traduite par un changement dans les techniques de contrôle : Passage des systèmes pneumatiques aux systèmes électroniques analogiques puis numériques, du contrôle centralisé au contrôle distribué qui est le DCS et des systèmes à relais aux systèmes à base d'Automates Programmables :

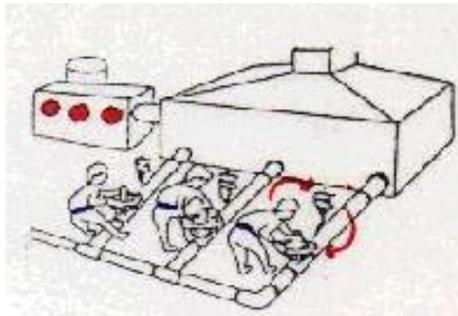
Avant d'arriver au DCS, le contrôle des procédés industriels a connu plusieurs générations de systèmes.

#### ➤ Contrôle manuel

C'est l'opérateur qui ferme la boucle de contrôle en observant le capteur et manoeuvrant l'organe de commande :

**Procédé => capteur => opérateur => organe de commande**

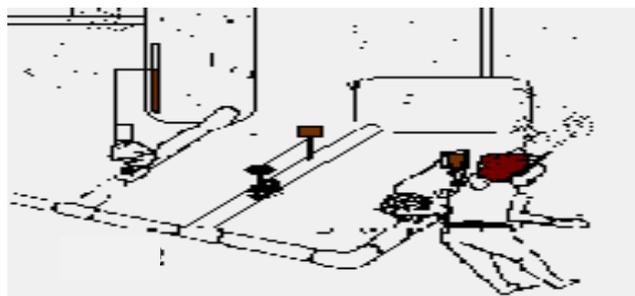
Le concept de base dans le contrôle de procédé "boucle fermée" est respecté.



#### ➤ Régulation pneumatique locale

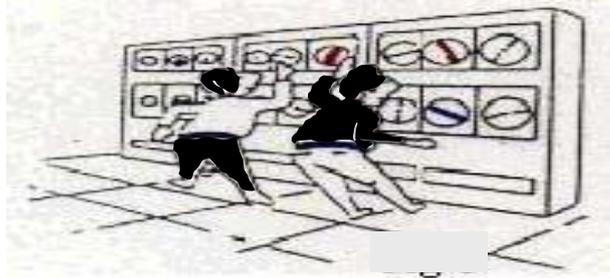
L'opérateur n'intervient pas directement sur l'organe de commande mais il donne un point de consigne au régulateur local sur site.

Ce type de contrôle existe aux nos unités de séparation d'huile (HBK, GLA et BKH).



➤ **Régulation pneumatique centralisée**

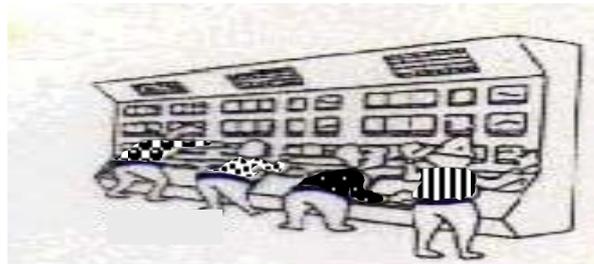
L'opérateur conduit le procédé à partir de la salle de contrôle. Dans ce mode de conduite, les signaux arrivent à la salle de contrôle sous forme pneumatique.



➤ **Régulateurs électroniques analogiques et numériques**

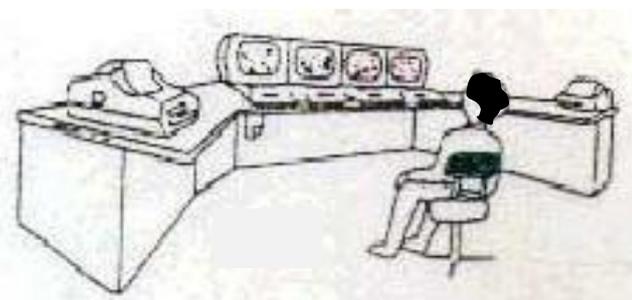
Le développement de l'électronique a conduit à la conception des régulateurs électroniques à boucle simple et à des capteurs pouvant transformer toute grandeur physique en grandeur électrique.

Ce type de régulation trouve son application, par exemple, à la salle de contrôle de Guellala à Haoud Berkaoui au niveau des régulateurs type FOXBORO.



➤ **Système de contrôle distribué DCS**

Introduit à SONATRACH depuis les années 1990s pour le contrôle et la conduite des nouveaux et anciens procédés.



Cette évolution a été caractérisée par :

- Une évolution des savoirs et compétences par les formations
- Maîtrise des nouvelles technologies

- Des procédés mieux maîtrisés avec moins de gaspillage d'énergie
- Disponibilité de l'historique et l'accès aux informations en temps réel
- Visualisation, représentation graphique et impression des données
- Acquisition électronique des données et enregistrement sans papier
- L'introduction de la redondance

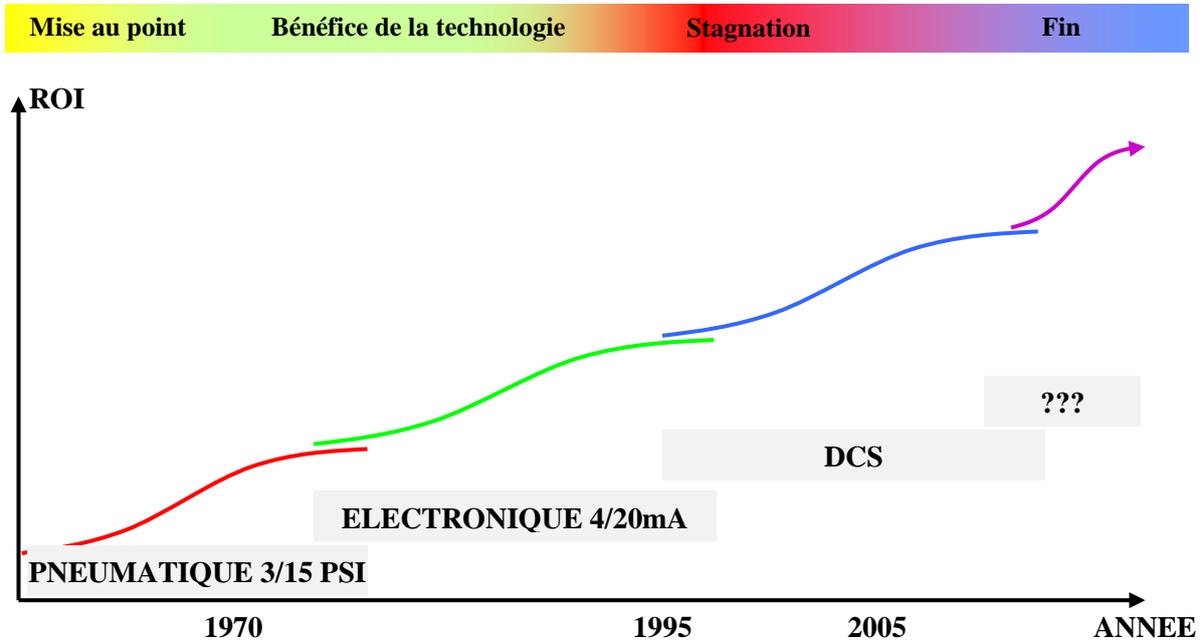


Figure 2.7. Cycle de vie d'un système

Et depuis l'apparence du DCS, il ne cesse d'évoluer. Mais avec cette évolution la philosophie et l'architecture du système ne change pas. C'est les caractéristiques des dispositifs qui toujours ont des développements. [5]

#### II.5.4 Architecture d'un DCS

##### ➤ Schéma de base du DCS

Le schéma de principe de base est la suivante :

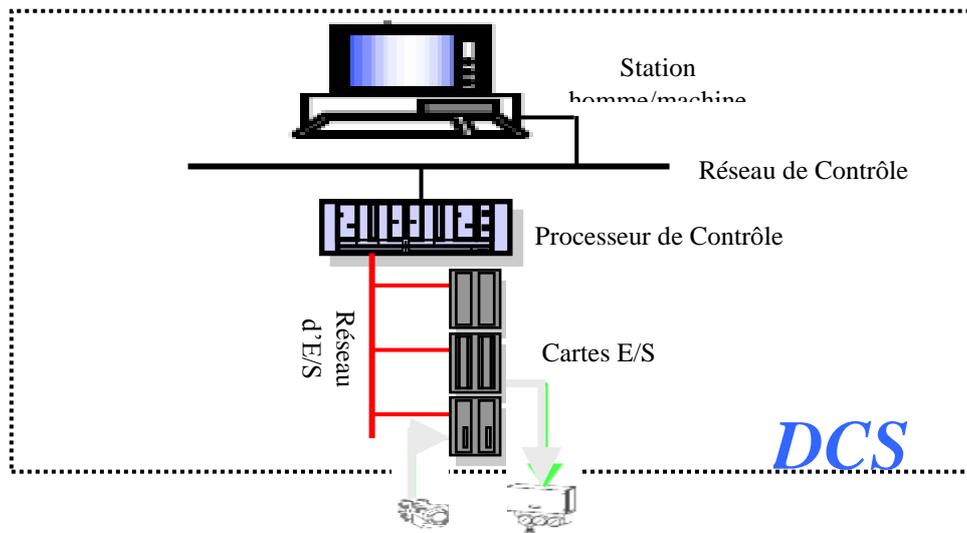


Figure 2.8. Le schéma de principe de base

Le processeur de contrôle, les cartes E/S et le réseau E/S peuvent être sur une même station appelée station de contrôle.

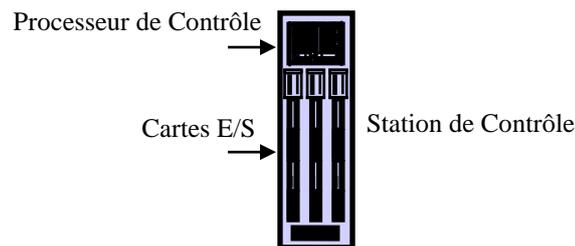


Figure 2.9. Carte E/S

L'interface d'E/S reçoivent les signaux d'entrées (transmetteur, interrupteur, ...) et les transforment en numérique pour être adaptés au DCS. Ces signaux sont envoyés au processeur de contrôle via un bus d'E/S pour être traités. Le processeur de contrôle fait toute sorte de traitement en temps réel (régulation, séquence, calcul, ...) et élabore les signaux de sortie qui retraversent l'interface d'E/S via le même bus pour être adaptés à l'actionneur correspondant (vanne, électrovanne, ...).

La station Homme/Machine a pour objectifs :

- La conduite du procédé : c'est la tâche d'opérateur qui donne les points de consigne, gère les alarmes, voir des données historiques, ...
- La maintenance et le développement du système : c'est la tâche d'agent de maintenance qui fait des modifications sur les programmes de régulation, sur les synoptiques, sur les seuils des alarmes, ...

- La sauvegarde des données historiques : se fait au niveau de la CPU de la station.

Pour ces tâches, la station fait la réception (la transmission) des informations du (au) processeur de contrôle via le réseau de contrôle.

➤ **Schéma étendue du système DCS**

Le DCS peut fonctionner et exécuter toutes les fonctions de base de conduite du procédé. Mais cette architecture qu'est ouverte nous permet d'ajouter d'autres systèmes et équipements pour des tâches secondaires.

Le système DCS a l'avantage que certaines données du procédé et du système peuvent être disponibles sur des lieux éloignés de la salle de contrôle. Par exemple, le laboratoire de l'entreprise doit avoir certaines informations pour effectuer des analyses sans aller sur site. Un autre exemple, un service de maintenance peut avoir, continuellement et à distance, la valeur du compteur de marche d'un moteur pour des travaux de maintenance préventive. Un troisième exemple est que le directeur a l'accès, de son bureau, aux synoptiques du procédé et aux bilans de production. Il peut aussi avoir l'accès au DCS de sa maison via l'Internet en utilisant un mot de passe de sécurité.

Pour satisfaire tous ces besoins, le DCS a la possibilité d'être connecté au réseau locale (LAN) de l'entreprise via le réseau de communication du DCS en utilisant un moyen de communication entre les deux réseaux.

Comme le système de sécurité "ESD", des autres systèmes indépendants peuvent avoir la communication avec le DCS grâce à son ouverture. Cette communication est faite généralement via le réseau système.

Un exemple de ces systèmes est le système de contrôle des turbines MARKV. Un autre exemple est le système de protection contre feu & gaz "F&G". Le système de contrôle de puits SCADA peut être aussi connecté au DCS. [13]

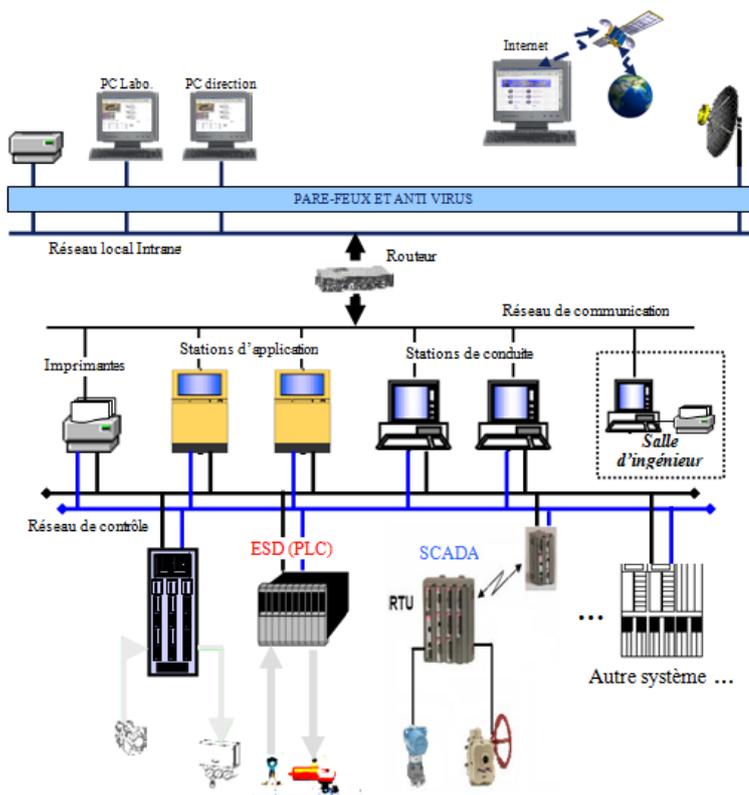


Figure 2.10. Schéma du système DCS

On peut constater que cette architecture est caractérisée par quatre niveaux de communication :

Niveau du réseau E/S entre les cartes E/S et les processeurs de contrôle.

Niveau du réseau du système qui relie les processeurs de contrôle avec les autres stations de travail.

Niveau du réseau de communication qui permet aux PC d'engineering et à des imprimantes d'arriver à certaines informations sur les stations de travail.

Niveau du réseau local d'entreprise permet au DCS de partager des informations avec des autres PC déportés et de connecter à l'Internet.

#### II.5.4. Interface de communication Homme/Machine

L'interface homme/machine permet à l'utilisateur de faire :

- La visualisation et la conduite du procédé ;
- La maintenance et le développement du système ;
- La sauvegarde des données historiques.
- L'impression des données.



La fonction de visualisation et de conduite est réalisée par un ordinateur appelé la station de conduite et de visualisation. Cette station est une unité centrale assure à la fois

L'interface physique et l'interface logicielle entre le système et les éléments physique (écran, clavier alphanumérique, souris ou boule et annonceur à touches).

La fonction de maintenance et de développement est réalisée, souvent, par une autre station plus puissante que la première appelée station d'application.

Généralement, le poste de conduite ne permet d'accéder qu'aux fonctions de conduite (synoptiques, vues d'alarmes, vues de courbes temps réel et historique, vues de détail de certains blocs et parfois aux vues de management du système) et non aux outils d'analyse, de configuration et de mise au points. Ce sont les environnements du poste prédéfinis par l'utilisateur qui autorisent ou pas les accès aux différentes ressources.

La sauvegarde d'historique se fait, généralement, par une station puissante (station d'application) ou au niveau de chaque station qui le partage entre eux via le réseau système. Cet historique est aussi sauvegardé sur des CD-ROM et bandes magnétiques. Les données d'historique sont en, générale, les paramètres procédés, les alarmes produites, les messages reçus, les bilans calculés, ...etc.

Des imprimantes normales et couleurs sont utilisées pour imprimer les informations en besoin comme les rapports, les alarmes, les synoptiques, ...etc.

Les tâches réalisées par la station de conduite :

- Appel des synoptiques interactives pour suivre les équipements du procédé et la variation des paramètres en dynamique.
- Appel des faces avants des instruments : ce permet à l'utilisateur de modifier le mode de régulation Auto et Manu, de donner des consignes, des actions directes, ...etc.
- Appel de données historiques, voir les courbes de variation des paramètres, ...etc.
- Voir les bilans et les rapports.

Les tâches réalisées par la station d'application :

- Appel de vue d'ensemble d'état du système ;
- Appel de vues de réglage pour donner des limites des alarmes, d'ajouter des seuils des alarmes, ...etc. ;
- Configuration des stations d'utilisateurs ;
- Configuration des stations de contrôle ;
- Réglage de l'heure et de la date ;
- Configuration des boucles de régulation ;

- Configuration des synoptiques ;
- Configuration des logiciels. [13]

## II.6 Programmation d'un projet sur le Yokogawa CENTUM CS 3000

Avant d'aborder notre problématique sur le yokogawa cs 3000, il est à rappeler que de nos jours l'automatique a connu une grande évolution, il s'agit surtout de l'informatique industrielle utilisant les systèmes de communication numériques.

Dans ce paragraphe nous allons discuter les défèrent étapes intervenant dans la conception d'un système DCS.

### II.6.1 Le démarrage

Lorsque le package d'exploitation et de surveillance CS3000 est chargé, un compte portant le nom d'utilisateur « CENTUM » est créé dans le cadre des étapes d'installation. Pour se connecter à la fonction d'exploitation et de surveillance du CS3000 sur le HIS, l'opérateur doit se connecter en tant qu'utilisateur « CENTUM ». Le HIS démarre l'opération et le Monitoringpackage en fonction de la sélection effectuée dans l'utilitaire HIS. [3]

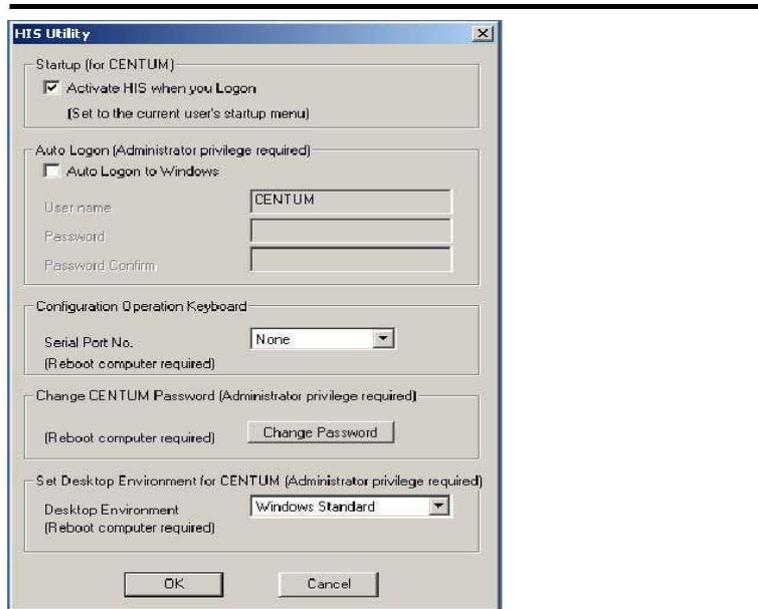


Figure 2.11. HIS avec Démarrage (pour CENTUM) sélectionné

### II.6.2 Fonction De Test Virtuel

En l'absence de FCS réel et de la carte de bus de contrôle VL Net, à l'aide de la fonction de test virtuel, la mémoire du HIS peut être utilisée pour générer le simulateur FCS et émuler les fonctions de

contrôle FCS et les fonctions de fonctionnement et de surveillance HIS en fonction du FCS et du HIS choisis. La procédure suivante décrit les étapes pour démarrer la fonction de test virtuel

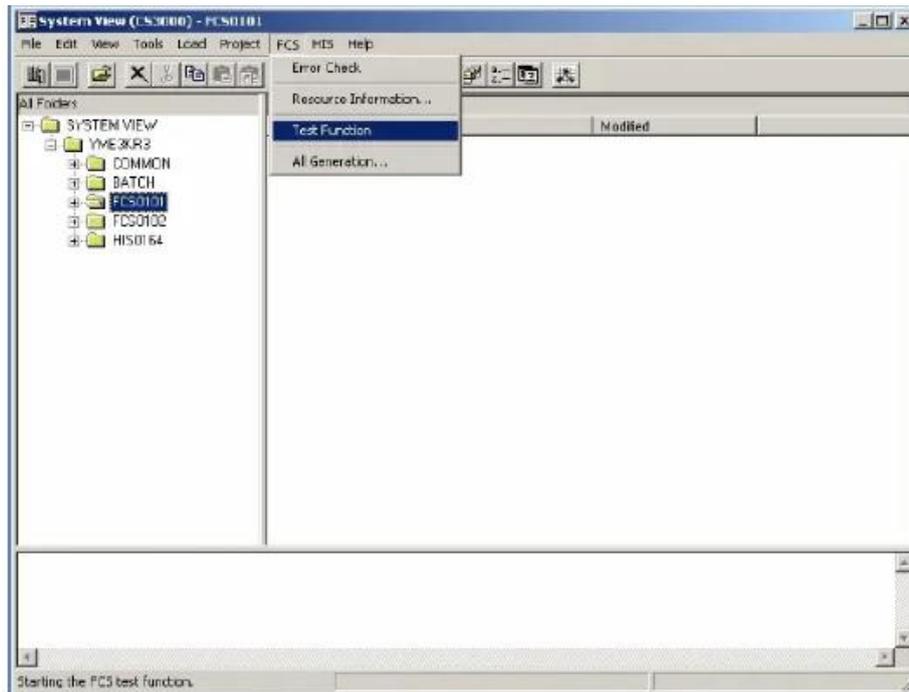


Figure 2.12. Le démarrage de la fonction de test pour FCS0101 à partir du système

### II.6.3 Création de drawing

Le Control de Drawing Builder est utilisé pour configurer les fonctions de contrôle de base du FCS. Avec Control Drawing Builder, des opérations telles que l'enregistrement de blocs de fonctions dans le fichier de dessin et la détermination du flux de données entre les blocs de fonctions peuvent être effectuées graphiquement. Le système CS3000 R3 contient 200 dessins de contrôle par FCS. [3]

### II.6.4 Dessin de contrôle

Le système CS3000 R3 contient 200 plans de contrôle par FCS. Pour accéder au dessin control, sélectionnez le dossier FUNCTION\_BLOCK sous le dossier FCS. 200 fichiers de dessin de contrôle sont affichés sur la droite. Double-cliquez pour ouvrir le fichier de dessin souhaité.

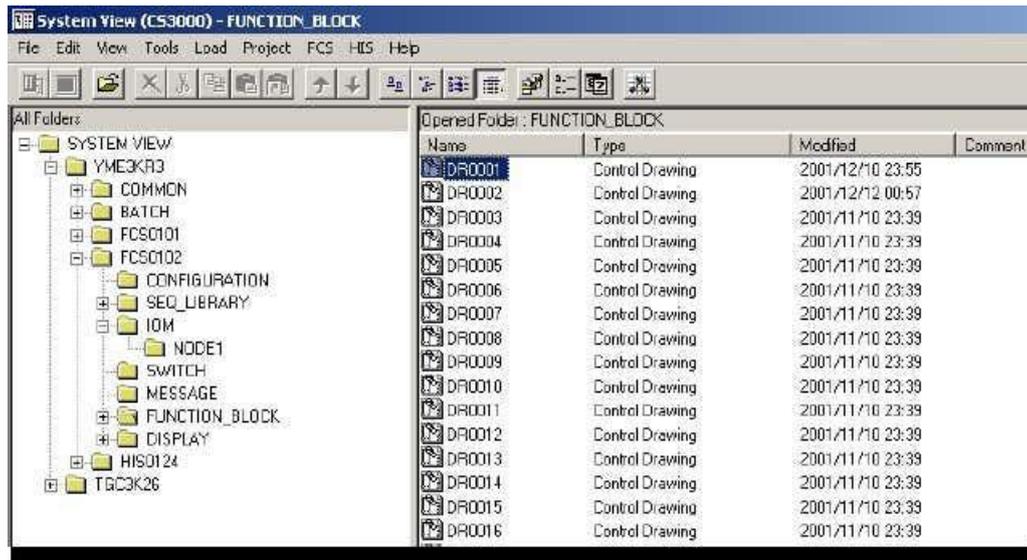


Figure 2.13. Ouvrir le fichier de dessin de contrôle DR0001

#### II.6.4.1 Contrôle de l'environnement de dessin

La figure suivante montre les fonctionnalités de l'environnement de dessin de contrôle

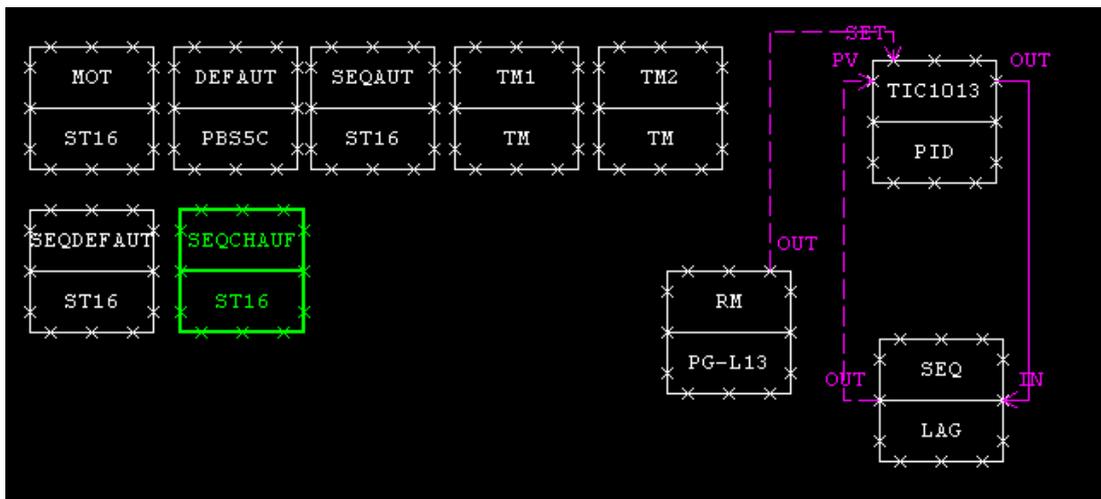


Figure 2.14. Drawing

#### II.6.4.2 La barre d'outils

Les boutons d'icônes affichés dans la zone supérieure de la fenêtre offrent les mêmes fonctions que le menu. Cette série de boutons d'icônes est appelée barre d'outils. L'affichage ou non des boutons de l'icône de la barre d'outils peut être défini dans la boîte de dialogue qui apparaît lorsque [Barre d'outils] est sélectionné dans le menu [Affichage]. Les quatre barres d'outils disponibles sont « Standard », « Dessin », « Format » et « Modifier l'objet ». [3]



Figure 2.15. La barre d'outils

## II.6.5 Bloc de fonction

Pour enregistrer un bloc fonction à partir du volet de présentation du bloc fonction, sélectionnez le numéro de ligne, puis effectuez l'opération suivante :

Sélectionnez [Insertion] - [Bloc fonction] dans le menu contextuel qui s'affiche lorsque le bouton droit de la souris est cliqué. La boîte de dialogue Sélectionner un bloc fonction apparaît, affichant une liste des blocs fonction qui peuvent être enregistrés.

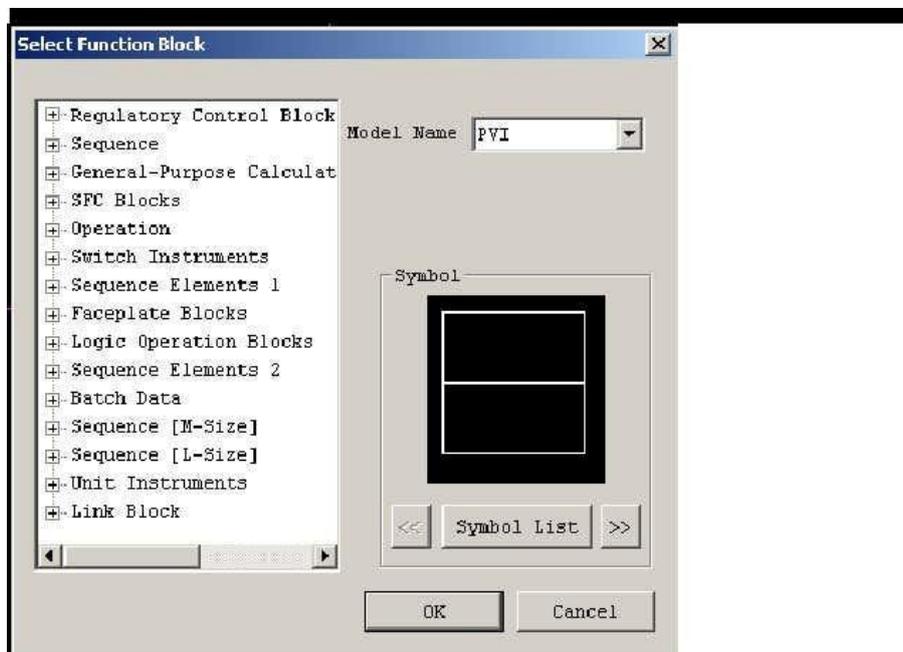


Figure 2.16. Boîte de dialogue du bloc fonctionnel

### II.6.5.1 Fonctions des blocs contrôle de régulation :

Les blocs de contrôle de régulation sont les quatre fonctions de traitement suivantes :

- Traitement des entrées : Reçoit un signal de la borne d'entrée et émet une variable de procédé (PV).
- Contrôle du traitement des calculs : Effectue un traitement de calcul de contrôle en lisant la variable de processus (PV) et génère une valeur de sortie manipulée (MV).
- Traitement d'alarme : Détecte une anomalie dans la variable de procédé (PV) ou la valeur de sortie manipulée (MV) et notifie les fonctions d'exploitation et de surveillance. Le

traitement du calcul de commande peut être effectué indépendamment via la configuration des données ou la référence de données entre les blocs fonctionnels, sans impliquer le traitement d'entrée ou de sortie. [7]

- **Bloc de régulation et de contrôle (PID)**

La spécification détaillée de chaque bloc fonction varie en fonction des paramètres à définir. La section suivante explique la spécification détaillée du bloc fonctionnel du régulateur PID. C'est un bloc régulateur qui assure le réglage en fonction de la variable du process PV (Process Value) et de la consigne SV (set value).

Dans le cas d'une simulation d'une boucle sous le mode offline (non relié au site), on utilise le block « LAG », qui joue le rôle de la boucle réelle. [7]

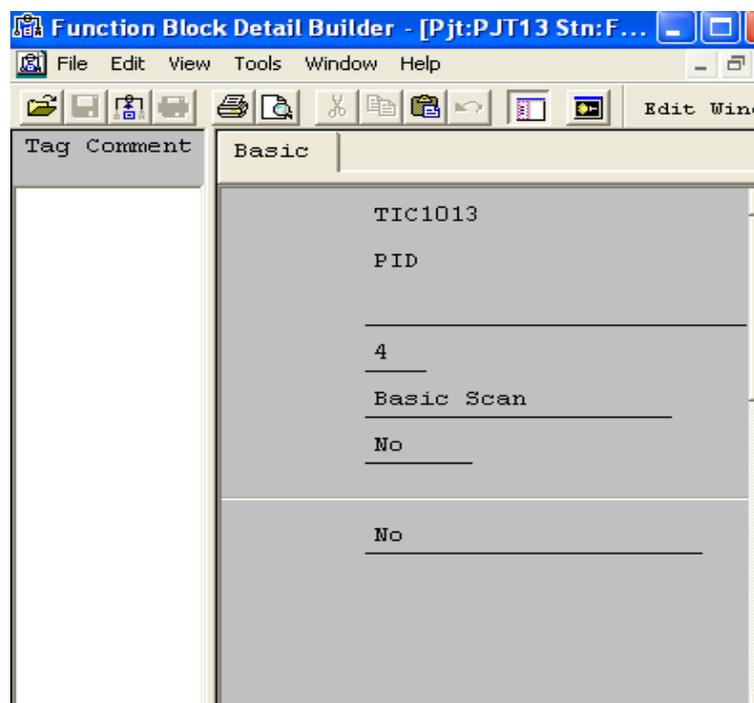


Figure 2.17. Détails de bloc PID

### II.6.5.2 Types de blocs de contrôle de séquence

La liste ci-dessous répertorie différents blocs de contrôle de séquence.

- **Bloc de table de séquence ST16**

Ce bloc fonction réalise le contrôle de séquence en actionnant d'autres blocs fonctionnels et / ou des E / S de processus ou des E / S logicielles. Les deux modèles de blocs suivants sont classés en bloc de table de séquence.

- Bloc de table de séquence (ST16)

- Bloc d'extension de règle (ST16E)

Les tableaux de séquence se composent de signaux de condition, de signaux d'action, de numéros de règle, de règles de condition, de règles d'action et d'étiquettes. [7]

No.	Data	Comment	Reference
C01	ON		
C02			
C03	ON		
C04			
A01	AUT		
A02	AUT		
A03	AUT		

Figure 2.18. Exemple de table de séquence

#### ➤ Bloc de diagramme logique LC64

Ce bloc fonction exécute une commande de séquence de verrouillage programmée dans l'expression d'un diagramme de diagramme logique. Le modèle de bloc suivant est classé dans la catégorie Bloc de diagramme logique.

- Le bloc de diagramme logique (LC64) peut combiner ou organiser les signaux d'autres blocs fonctionnels ; Traitez les E / S et les E / S logicielles dans une application de contrôle séquentiel de verrouillage. Une architecture du bloc de diagramme logique LC64 est représentée comme suit.
- Le bloc LC64 est un bloc fonction de contrôle de séquence avec 32 canaux d'entrée et 32 canaux de signal de sortie et il peut gérer 64 opérateurs logiques. [7]

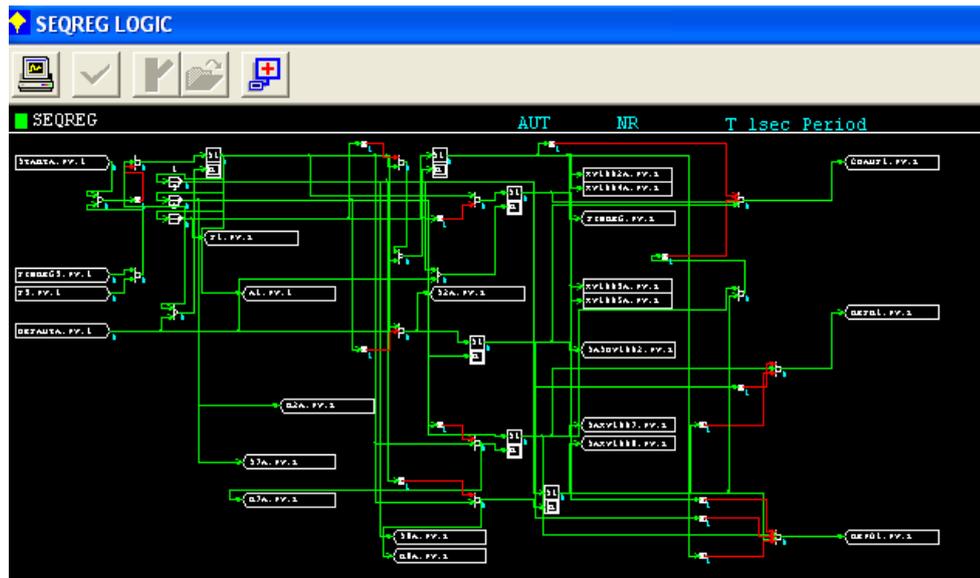


Figure 2.19. Exemple de LC64

### ➤ Blocs d'éléments de séquence

Ce bloc fonction assiste le contrôle de séquence. Il est activé par cette table de séquence. Les sept modèles de blocs suivants sont classés dans la catégorie Bloc d'élément de séquence.

- Bloc de minuterie (TM)
- Bloc de compteur logiciel (CTS)
- Bloc de compteur d'entrée de train d'impulsions (CTP)
- Bloc d'expression relationnelle (RL)
- Bloc du planificateur de ressources (RS). [7]

### ➤ Bloc de simulation (LAG)

Etant donné que nous intéressons dans un premier temps à une simulation off line du projet c'est-à-dire les entrées/sorties physique n'existent pas, nous sommes alors contraint de faire appel au bloc LAG qui est utilisé ici comme simulateur de caractéristiques procès (capteur, actionneur). [7]

### ➤ BLOC PBS5C

C'est un bloc qui gère les boutons/poussoirs, la figure suivante montre les détails de ce bloc.

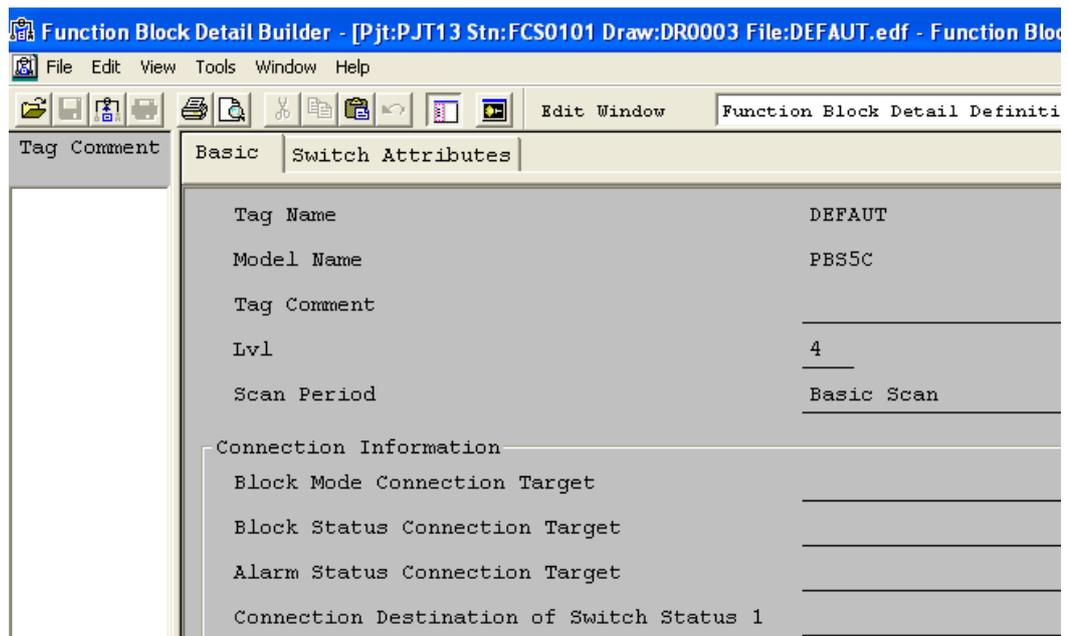


Figure 2.20. Bloc PBS5C

## II.7 Interface homme machine (HIS)

HIS acquiert les variables de processus, les événements et les alarmes de la station de commande de terrain (FCS) et envoie les points de consigne à la sortie au FCS. Cette opération de surveillance et de contrôle est effectuée à l'aide de panneaux graphiques définis par l'utilisateur.

La figure suivante montre l'interface homme machine de l'unité déshydratation sur le yokogawa CS 3000. [7]

## II.8 Conclusion

Les systèmes de contrôle distribué DCS sont nombreuse et diverse, et la tâche d'avoir un document regroupant la caractéristique de ce système n'est pas aisé.

Dans ce chapitre on a donné un panorama de notions essentielles pour la compréhension du concept de la supervision industrielle. On s'est intéressé plus particulières à la description de la supervision dans l'environnement DCS.

Le système DCS a été choisie pour améliorer l'opération des usines et les complexes afin d'uniformiser la qualité et la quantité du produit, augmenter la productivité des opérations faire la supervision du procédé et avoir la meilleure régulation augmenter la fiabilité du matériel...

**Chapitre III : Simulation de l'unité de  
déshydratation sous DCS YOKOGAWA  
CS 3000**

### III.1 Introduction

La conception du système de production automatisé est basée sur l'expression formelle de la demande dans la spécification. L'analyse fonctionnelle est une étape essentielle dans un projet d'automatisation. Il comprend la détermination de toutes les relations entre les états possibles du processus (fournis par le capteur) et les commandes à appliquer à l'actionneur afin d'obtenir un fonctionnement satisfaisant.

Dans ce chapitre nous avons étudié le fonctionnement de l'unité de déshydratation, son système de commande actuel, en indiquant ces inconvénients et les contraintes qui se présentent, puis on va proposer l'intégration de la séquence sur DCS YOKOGAWA CS3000, élaborant une nouvelle commande numérique pour moderniser cette unité et faciliter son contrôle, en utilisant les différents blocks de contrôle et de supervision du YOKOGAWA CS3000.

Cette solution est prise, après l'étude des inconvénients qui se présentent dans le système actuel qui sont :

- Blocage de la séquence dans le cas de saturation des tamis.
- Fausse information lors d'une mauvaise fermeture des contacts.
- La chute de la production dans le cas de la présence de défaut sur un des trois sécheurs principaux.
- Difficulté de diagnostic et maintenance sur le système actuel.

### III.2 Section de déshydratation de gaz

#### ❖ Problématique

La séquence de la déshydratation fonctionne normalement avec trois tamis moléculaires, deux en service (Adsorption) et un en régénération pendant huit heures cycliquement, mais en cas de problème sur un tamis la séquence reste inchangée, ce qui oblige les exploitants à gérer l'opération (Adsorption-Régénération) des deux autres tamis en manuel.

Le but de notre sujet est d'introduire d'autres modes de fonctionnement d'une façon automatique à la place de l'opérateur, en insérant un quatrième sécheur de secours D, ce dernier démarre automatiquement par la présence au moins d'un défaut sur les trois sécheurs principaux.

Ainsi que l'amélioration de la commande des aéros en automatisant leur démarrage et arrêt en fonction de la température du gaz.

#### ❖ **Contraintes**

Changer le mode de fonctionnement d'une façon automatique à la place de l'opérateur doit être conditionné par plusieurs paramètres, tels que la phase de séquence, température, position des vannes, temps de chaque cycle (séchage, refroidissement et repos)

La modification doit prendre en charge ces contraintes.

### **III.3 Développement du système de supervision de l'unité de déshydratation de gaz**

La conception du système de supervision doit se faire en deux étapes principales :

- Automatisation et contrôle : la structure adoptée, dans ce cas, doit tenir compte des aspects de gestion de fonctionnement, de fiabilité et de maintenance.
- Création d'un écran de visualisation et de télégestion : il a un double rôle ; il permet, d'une part, le suivi et le contrôle en continu de l'unité et d'autre part, il facilite l'intervention rapide en cas d'anomalie.

Avant de discuter la démarche pour élaborer notre système DCS YOKOGAWA CS3000, il est intéressant de formuler un cahier des charges spécifique répondant aux exigences fonctionnelles et sécuritaire de l'unité.

#### **III.3.1 Définition du cahier des charges**

En règle générale, y a certaine condition a respectée pour permettre démarrer la séquence de régénération :

- Four du gaz de régénération en phase Repos : flammes pilote allumées et brûleurs principaux prêts au démarrage dès nécessaire pendant le cycle.
- Sélection des deux sécheurs en mode adsorption, un sécheur en mode régénération et un sécheur de secours.
- Compresseur du gaz de charge en marche.
- Deux ventilateurs de l'aéro réfrigérant démarrent en fonction de la température.
- Configurations Sécheurs de gaz.

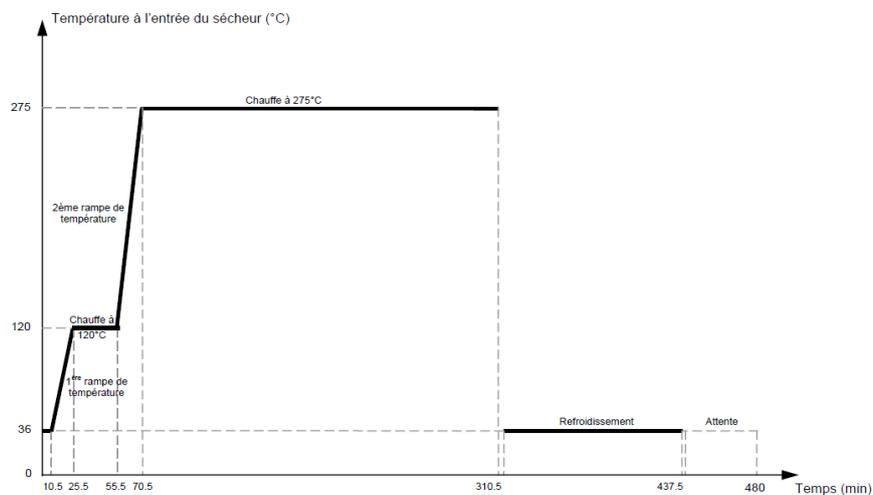
Cette étape implique la création et le développement de procédures pour superviser et contrôler l'unité de déshydratation (pour être précis, les sécheurs et les moteurs des aéros). Cela sera implémenté sur le DCS pour gérer notre séquence.

La spécification définit plusieurs paramètres importants qui doivent toujours être respectés. Ces spécifications dans le fonctionnement normal sont définies comme suit :

	Sécheur A	Sécheur B	Sécheur C
Temps 0-8 h (Temps réel 8 h)	Début de régénération	Adsorption	Adsorption
Temps 8-16 h (Temps réel 8 h)	Début d'adsorption	Début régénération	Adsorption
Temps 16-24 h (Temps réel 8 h)	Adsorption	Début D'adsorption	Début de régénération

**Tableau 1. Les trois positions possibles des 3 sécheurs**

Chaque cycle de régénération dure 8 heures, la phase régénération est divisée en trois étapes : chauffage (pendant 5H), refroidissement (pendant 2H) et repos (pendant 1H).



**Figure 3.1. Profil de la température du gaz en phase de régénération**

**Remarque :** Dans le cas de présence d'un défaut sur un des sècheurs A, B et C, la production chute en moitié, à cause de la disponibilité de deux sècheurs, le tableau ci-dessous nous montre l'impact de défaut sur la production.

	Sécheur A	Sécheur B	Sécheur C	Production du gaz
0-8h	En défaut (phase de régénération)	Adsorption	Adsorption	complète
8h-16h	En défaut (phase d'Adsorption)	Régénération	Adsorption	La moitié
16h-24h	En défaut (phase d'Adsorption)	Adsorption	Régénération	La moitié

**Tableau 2. Impact de défaut sur la production**

L'impact de défaut sur la production, nous amène à réfléchir et de proposer une solution qui remède ce problème en gardant la même production sur 24 heures, par l'ajout d'un quatrième sécheur de secours D. la solution a été détaillé dans la partie qui suit.

▪ **Ajout d'un sécheur de secours D en cas de défaut sur un des sècheurs A, B ou C**

Si un des sècheurs présente un défaut séquentiel ou procès, tels que ; un blocage, mal position d'une vanne, saturation des tamis. Le sécheur en défaut doit être arrêté immédiatement avec la fermeture de toutes ces vannes, à ce moment le sécheur de secours D prends le relais, et il commence son fonctionnement en mode adsorption, la séquence continue le bouclage avec les deux autres sècheurs, avec le by-pass du sécheur en défaut. Après l'intervention et l'élimination du défaut, le système est dirigé vers le fonctionnement normale (sècheurs A, B et C), et le sécheur D doit être arrêter.

Si on prend un exemple du défaut sur sécheur A, les spécifications sont déterminées comme suit ;

	Sécheur A	Sécheur B	Sécheur C	Sécheur D	Production
Temps 0-8 h	En défaut		Adsorption	Adsorption	complète

(Temps réel 8 h)		Début Régénération			
Temps 8-16 h (Temps réel 8 h)	En défaut	Adsorption	Début Régénération	Adsorption	complète
Temps 16-24 h (Temps réel 8 h)	En défaut	Adsorption	Adsorption	Début de Régénération	complète

Tableau 3. Les positions possibles des sècheurs en cas de défaut

### III.3.2 Analyse fonctionnelle de l'unité

#### ➤ Pour le sécheur A

Si les vannes du sécheur A sont en position d'adsorption :

- Vanne XV1002A et vanne XV1004A sont ouvertes.
- Vanne de refroidissement XV1007 et la vanne de repos(XV1008) sont ouvertes.
- Vanne XV1003A et vanne XV1005A sont fermés (ouvertes en phase de régénération).
- Vanne de chauffage fermée.

Alors Sécheur A passé en régénération :

- Attendre 1 minute et 30 secondes.
- Fermer la vanne XV1002A et vanne XV1004A.
- Attendre 1 minute.
- Ouvrir la vanne XV1003A et vanne XV1005A.
- Attendre 1 minute.
- Ouvrir la vanne de chauffage.
- Attendre 1 minute.
- Fermer la vanne de refroidissement et de repos.
- Attendre 5 minutes.

En basculant en mode de régénération après 16 heures :

**Première étape : phase de chauffage [5h]**

Première rampe de température :

- Ouvrir la vanne d'alimentation des brûleurs en Feuill-Gaz et début de la chauffe.
- Attendre 15 minutes. Chauffe à 120°C

Si l'attente est écoulée :

- Maintenir la température à 120°C durant 30 minutes.

Deuxième rampe de température :

- Attendre 15 minutes.

Si l'attente est écoulée :

- Maintenir la chauffe à 275°C durant 240 minutes.

Alors la phase chauffage est terminée :

- Attendre 1 minute.
- Fermer la vanne d'alimentation du feuill-gaz.
- Attendre 5 minutes.
- Ouvrir vanne de refroidissement.
- Attendre 1 minute.

**Deuxième étape : phase de refroidissement [2H]**

- Fermer vanne de chauffage.
- Attendre 120 minutes.
- Si les 120 minutes sont écoulées, alors la phase refroidissement est complétée.
- Attendre une minute.
- Ouvrir la vanne de repos.

**Troisième étape : phase de repos [1h]**

- Fermer la vanne XV1003A et vanne XV1005A
- Attendre 41 minutes et 30 secondes.

Fin de la régénération du sécheur A qui a durée 8 heures.

Alors : Sécheur A passe en adsorption :

- Ouvrir la vanne XV1002A et vanne XV1004A

- Attendre 1 minute et 30 secondes.

➤ **Pour sécheur B**

Sécheur B : bascule en régénération :

- Fermer la vanne XV1002B et vanne XV1004B.
- Attendre 1 minute.
- Ouvrir la vanne XV1003B et vanne XV1005B.
- Attendre 1 minute.
- Ouvrir vanne de chauffage.
- Attendre 1 minute.
- Fermer vanne de refroidissement et de repos.
- Attendre 5 minutes.

**Première étape : phase de chauffage [5h]**

Première rampe de température :

- Ouvrir vanne d'alimentation des bruleurs en feuil-gaz et début de la chauffe.
- Attendre 15 minutes. Chauffe à 120°C
- Si l'attente est écoulée
- Maintenir la température à 120°C durant 30 minutes.

Deuxième rampe de température :

- Attendre 15 minutes.

Si l'attente est écoulée :

- Maintenir la chauffe à 275°C durant 240 minutes.

Alors la phase chauffage est terminée :

- Attendre 1 minute.
- Fermer la vanne d'alimentation du feuil-gaz.
- Attendre 5 minutes.
- Ouvrir vanne de refroidissement.
- Attendre 1 minute

**Deuxième étape : phase de refroidissement [2H]**

- Fermer vanne de chauffage.
- Attendre 120 minutes.
- Si les 120 minutes sont écoulées, alors la phase refroidissement est complétée.
- Attendre une minute.
- Ouvrir la vanne de repos.

### **Troisième étape : phase de repos [1h]**

- Fermer la vanne XV1003B et vanne XV1005B.
- Attendre 41 minutes et 30 secondes.
- Fin de la régénération du sécheur B qui a durée 8 heures.

Alors : Sécheur B passe en adsorption :

- Ouvrir la vanne XV1002B et vanne XV1004B
- Attendre 1 minute et 30 secondes.

#### ➤ **Pour sécheur C**

Sécheur C bascule en régénération :

- Fermer la vanne XV1002C et vanne XV1004C.
- Attendre 1 minute.
- Ouvrir la vanne XV1003C et vanne XV1005C.
- Attendre 1 minute.
- Ouvrir vanne de chauffage.
- Attendre 1 minute.
- Fermer vannes de refroidissement et de repos.
- Attendre 5 minutes.

### **Première étape : phase de chauffage [5h]**

Première rampe de température :

- Ouvrir vanne d'alimentation des bruleurs en feuil-gaz et début de la chauffe.
- Attendre 15 minutes. Chauffe à 120°C :

Si l'attente est écoulée

- Maintenir la température à 120°C durant 30 minutes. Deuxième rampe de température:
- Attendre 15 minutes.

Si l'attente est écoulée :

- Maintenir la chauffe à 275°C durant 240 minutes.

Alors la phase chauffage est terminée

- Attendre 1 minute.
- Fermer la vanne d'alimentation du feuil-gaz.
- Attendre 5 minutes.
- Ouvrir vanne de refroidissement.
- Attendre 1 minute.

### **Deuxième étape : phase de refroidissement [2H]**

- Fermer vanne de chauffage.
- Attendre 120 minutes.

Si les 120 minutes sont écoulées, alors la phase refroidissement est complétée.

- Attendre une minute.
- Ouvrir la vanne de repos.

### **Troisième étape : phase de repos [1H]**

- Fermer : vanne XV1003C et vanne XV1005C.
- Attendre 41 minutes et 30 secondes.

Fin de la régénération du sécheur C qui a durée 8 heures.

Alors : Sécheur C passe en adsorption :

- Ouvrir vanne XV1002C et vanne XV1004C.
- Fin du cycle de 24 H :

Retour à la séquence initial ou le sécheur A bascule en régénération.

#### ➤ **Pour sécheur D (Cas de défaut)**

Sécheur D bascule en régénération :

- Fermer la vanne XV1002D et vanne XV1004D.
- Attendre 1 minute.
- Ouvrir la vanne XV1003D et vanne XV1005D.
- Attendre 1 minute.
- Ouvrir vanne de chauffage.

- Attendre 1 minute.
- Fermer vannes de refroidissement et de repos.
- Attendre 5 minutes.

### **Première étape : phase de chauffage [5h]**

Première rampe de température :

- Ouvrir vanne d'alimentation des brûleurs en feuil-gaz et début de la chauffe.
- Attendre 15 minutes. Chauffe à 120°C :

Si l'attente est écoulée

- Maintenir la température à 120°C durant 30 minutes. Deuxième rampe de température:
- Attendre 15 minutes.

Si l'attente est écoulée :

- Maintenir la chauffe à 275°C durant 240 minutes.

Alors la phase chauffage est terminée

- Attendre 1 minute.
- Fermer la vanne d'alimentation du feuil-gaz.
- Attendre 5 minutes.
- Ouvrir vanne de refroidissement.
- Attendre 1 minute.

### **Deuxième étape : phase de refroidissement [2H]**

- Fermer vanne de chauffage.
- Attendre 120 minutes.

Si les 120 minutes sont écoulées, alors la phase refroidissement est complétée.

- Attendre une minute.
- Ouvrir la vanne de repos.

### **Troisième étape : phase de repos [1H]**

- Fermer : vanne XV1003D et vanne XV1005D.
- Attendre 41 minutes et 30 secondes.

Fin de la régénération du sécheur D qui a durée 8 heures.

Alors : Sécheur D passe en adsorption :

- Ouvrir vanne XV1002D et vanne XV1004D.

- Fin du cycle de 24 H avec présence de défaut sur un des sécheurs A, B ou C :

Retour à la séquence initial ou le sécheur qui suit bascule en régénération.

### III.3.3 Configuration et programmation de la séquence de l'unité de déshydratation

#### a) Définition des entrées et des sorties digitales

Après la définition du cahier de charge, nous allons faire un dimensionnement et définition des types et des nombres des entrées / sorties nécessaires pour répondre aux exigences du cahier de charge.

Symbole	Commentaire	Entrées	Sorties
<b>Start</b>	Mise en marche de l'unité	<b>X</b>	
<b>Arrêt</b>	Mise en arrêt de l'unité	<b>X</b>	
<b>Arrêt d'urgence</b>		<b>X</b>	
<b>XV1002AO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1002AF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1003AO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1003AF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1004AO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1004AF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1005AO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1005AF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	

<b>XV1002BO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1002BF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1003BO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1003BF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1004BO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1004BF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1005BO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1005BF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1002CO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1002CF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1003CO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1003CF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1004CO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1004CF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1005CO</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1005CF</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	

<b>SDV1002O</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>SDV1002F</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1007O</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1007F</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1008O</b>	Ouverture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>XV1008F</b>	Fermeture de la vanne (feedback)	<b>X</b>	
<b>Moteur1 marche</b>	Etat en marche moteur 1	<b>X</b>	
<b>Moteur1 arrêt</b>	Etat en arrêt moteur 1	<b>X</b>	
<b>Moteur2 marche</b>	Etat en marche 2	<b>X</b>	
<b>Moteur2 arrêt</b>	Etat en d'arrêt 2	<b>X</b>	
<b>TSH</b>	Haute température du gaz	<b>X</b>	
<b>TSHH</b>	Très haute température du gaz	<b>X</b>	
<b>XV1002A</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1003A</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1004A</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1005A</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1002B</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>

<b>XV1003B</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1004B</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1005B</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1002C</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1003C</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1004C</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1005C</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>SDV1002</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1007</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>XV1008</b>	La commande de la vanne		<b>X</b>
<b>MO1</b>	La commande du moteur		<b>X</b>
<b>MO2</b>	La commande du moteur		<b>X</b>

Tableau 3. Les entrées /sorties de la séquence de l'unité

b) Définition des entrées et des sorties analogiques

symbole	Commentaire	Entrée	sortie
<b>TIC1013T</b>	Température du gaz mesurée	<b>X</b>	
<b>TIC1013V</b>	Signal de commande de la vanne		<b>X</b>

<b>TZHH</b>	Déclenchement total de l'unité	<b>X</b>	
-------------	-----------------------------------	----------	--

**Tableau 4. Les entrées /sorties analogiques de la séquence de l'unité**

**Remarque :**

Après avoir défini les entrées et les sorties de l'unité déshydratation, chaque entrée / sortie correspondra à un Switch, ce dernier est utilisé pour raison de simulation, car le programme réalisé est en mode off-line (il n'est pas connecté au site)

- Le Switch est en ON, s'il représente l'état logique 1.
- Le Switch est en OFF, s'il représente l'état logique 0.

**III.3.4 Boucles de régulation**

Les paramètres du contrôleur sont déterminés de façon expérimentale.

Le tableau suivant regroupe les consignes de fonctionnement du régulateur de pression.

NOM	Type de contrôle	Set point	Génération d'Alarmes		
			Nom	Type	Action
TIC1013	La température Du gaz	255°C	HH	Très haute température	Démarrage du deuxième aéro
		180°C	HI	Haute température	Démarrage du premier aéro
		60°C	LO	Basse température	Alarme annonciateur

Tableau 5 : Tableau de TIC1013 (Boucle de régulation)

### III.4 Programmation des séquences de fonctionnement de l'unité

Après avoir créé un nouveau projet dans le système view du CENTUM CS3000 avec les différentes configurations (type de FCS, type de la HIS, etc.) L'aperçu générale du projet se présente comme suit :

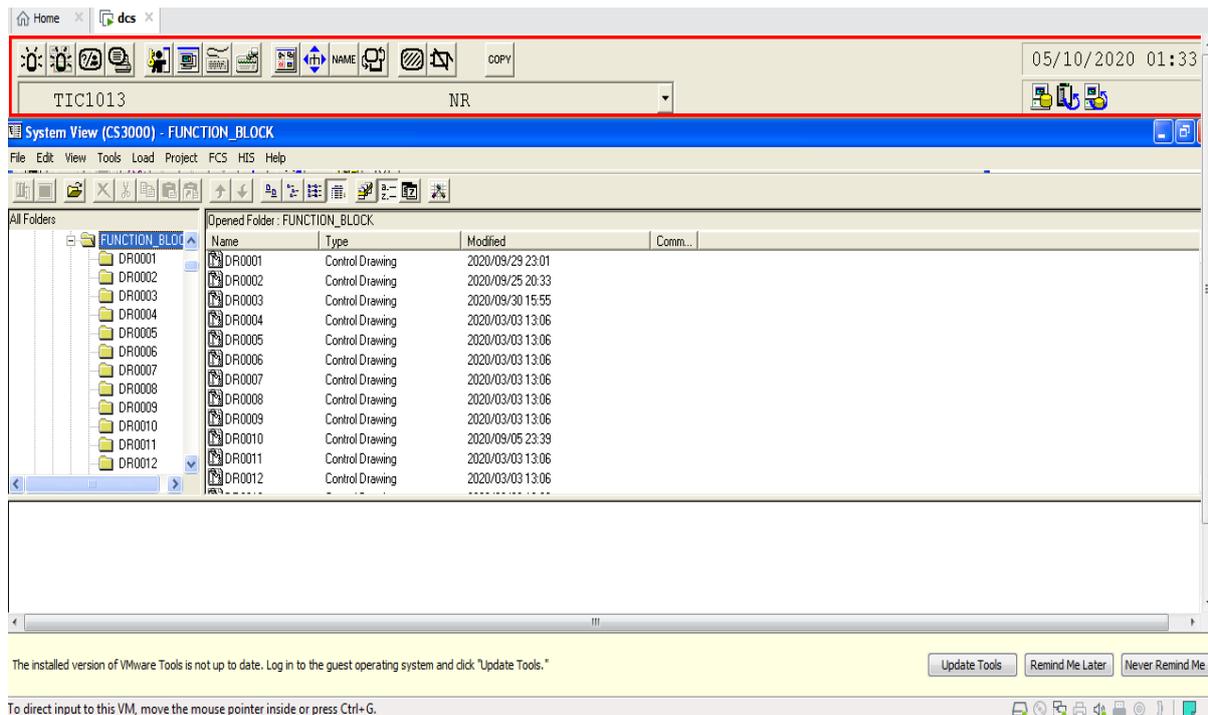


Figure 3.2. Vue générale du projet

Comme on a vu dans le chapitre précédent, le logiciel CS3000 nous offre plusieurs fonctions blocks peuvent être sélectionnées dans une page de programmation, qui s'appelle drawing.

Vu à la complication de la séquence et le nombre important des entrées et sorties, le type qui a été utilisé pour la programmation de la séquence et la progression des étapes, est la logique chart, ce type nous permet de combiner entre la logique séquentielle et la logique combinatoire, ainsi que la possibilité d'utiliser des bascules pour les applications qui nécessitent un Set et R-set.

#### III.4.1 Programmation de la séquence de démarrage et d'arrêt par la logique chart LC64 :

LC64 est une fonction bloc qui a pour rôle :

- La création et simulation du schéma logique

- Décrire les relations entre les signaux d'entrée et de sortie en utilisant des éléments logiques (porte and, or, not...) (tout type de bascule, timer...)

Ce bloc peut avoir 32 entrées sorties et 64 operateurs logiques.

Les outils et les éléments de la logique chart sont regroupés dans une bibliothèque spéciale qui est illustrée dans la figure suivante :

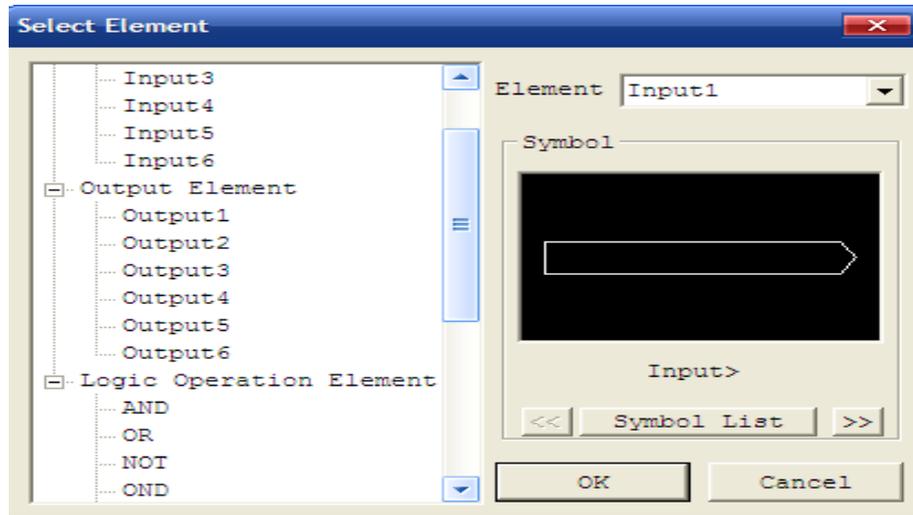


Figure 3.3. Bibliothèque des blocks logiques

On a pris la séquence de chaque sécheur, on l'a intégré dans LC64 sous forme de schéma logique.

**Exemple :** la figure ci-dessous nous montre un exemple de la séquence de régénération sécheur A :

Les éléments qui ont été utilisés sur la séquence sont ;

- Élément entrée utilisé pour les entrées digitales
- Élément sorties utilisé pour les sorties digitales
- Bascules RS avec priorité R, utilisées pour commander l'ouverture et la fermeture des vannes (la priorité R reset est choisie pour assurer la priorité de la fermeture des vannes dans les cas du conflit (présence d'une commande d'ouverture et de fermeture en même temps))
- Temporisateurs, utilisés pour séparer les étapes de régénération.
- Portes logiques, AND, OR, NOT, utilisées pour la liaison séquentielle entre entrées et sorties.





- Y = Yes, c'est l'état « 1 ». qui active l'annonceur.
- N = No, c'est l'état « 0 ». qui désactive l'annonceur.

### III.4.5 Programmation de la boucle de régulation de température :

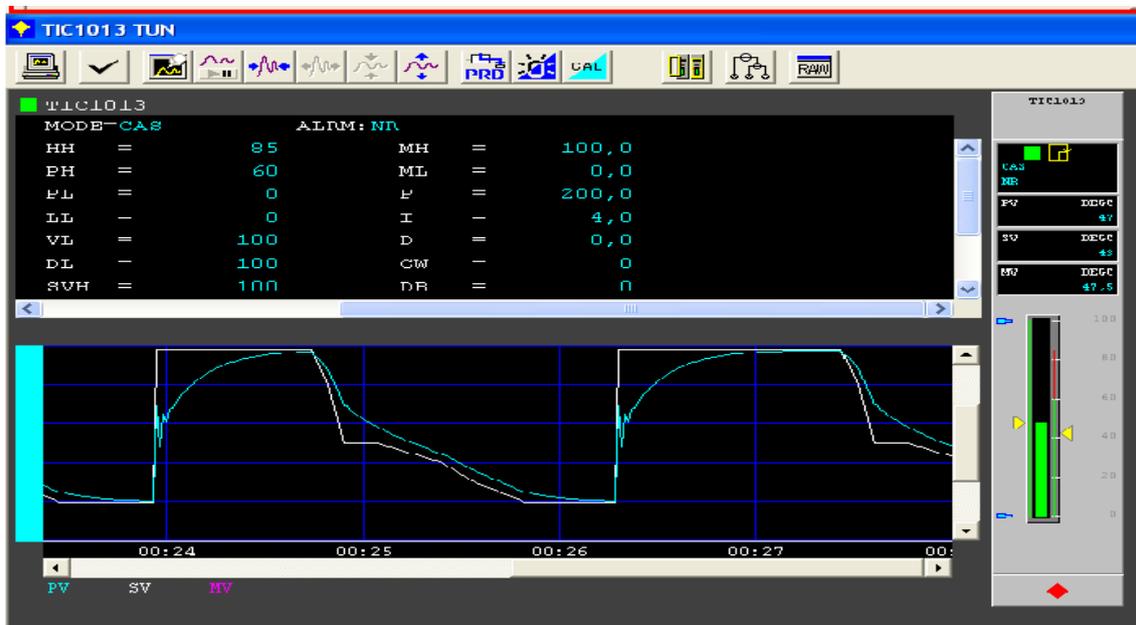


Figure 3.8. Détail de régulateur TIC

Le TIC1013 c'est un régulateur PID de température.

Après beaucoup d'essai on a utilisé le PI car :

- (P) augmente : La réponse s'accélère,
  - L'erreur statique diminue.
  - La stabilité diminue (risque d'instabilité)

Plus l'action intégrale est élevée (Ti petit), plus la réponse s'accélère et plus la stabilité se dégrade.

- Permet d'annuler l'erreur statique.
- Accélère la réponse.

Il permet de diminuer très fortement l'erreur statique en régime permanent, il devient donc très précis. En contrepartie, le correcteur intégral peut avoir un effet déstabilisateur (mauvaise stabilité). Donc : Le paramètre P assure la rapidité, le paramètre I annule l'erreur statique.

Le figure ci-dessous nous montre la variation de température mesurée du gaz, en fonction du temps, cette courbe change selon les phases de séquence de chaque sécheur, durant le chauffage elle augmente jusqu'à 275 deg C, puis elle descend jusqu' au a 60 deg C durant les deux phases refroidissement et repos.

Deux seuils ont été choisis pour commander les moteurs des aéros réfrigérants :

TSH=180 deg C qui démarre le premier aéro M1

TSHH=255 deg C qui démarre le deuxième aéro M2

Les deux moteurs s'arrêtent au même temps si la température descend inférieure a TSH (180 deg).

### III.4.6 Cas de déclenchement total

Dans le cas de très haute température (dépassement de la plage admissible), l'unité complète se déclenche (fermeture des vannes, l'arrêt du procès). Voici le bloc de calculateur correspondant :

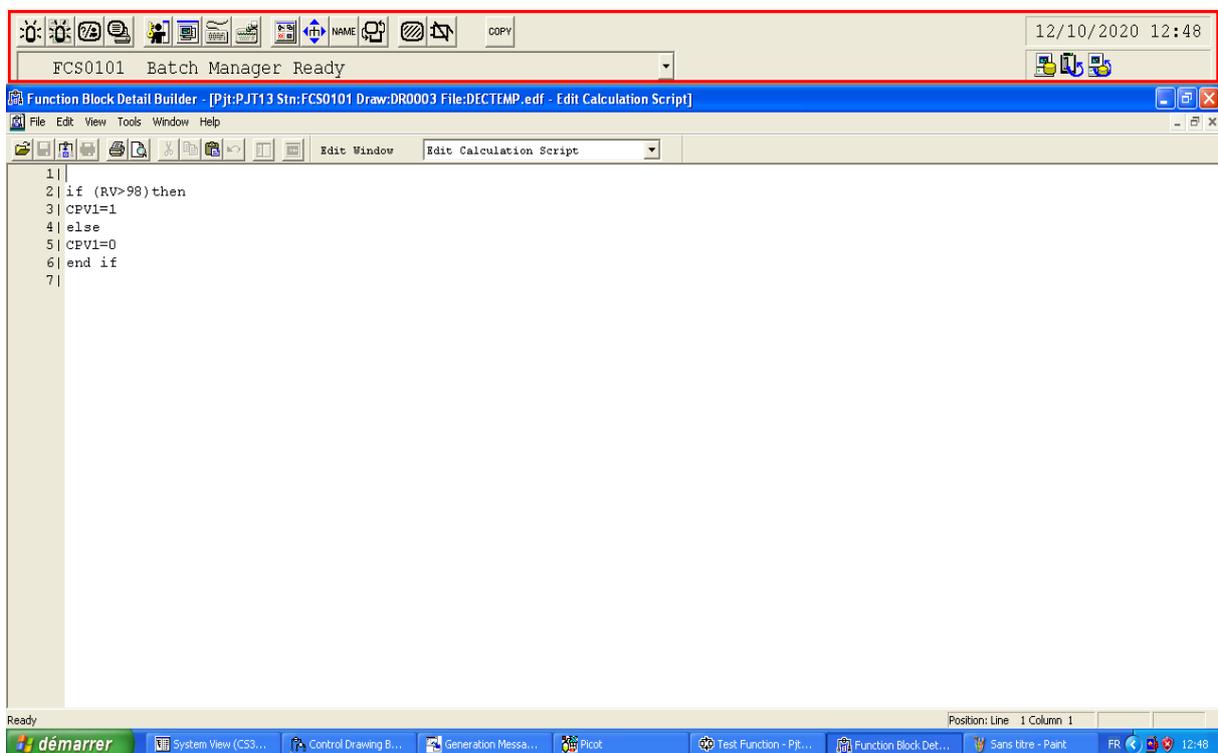


Figure 3.9. Programmation du bloc CALCU de déclenchement total

## III.5 Développement des graphes et Supervision de l'unité de déshydratation

La supervision est un ensemble d'outils et méthodes qui permettent de suivre l'évolution et l'évaluation des processus industriels soit en fonctionnement normal ou bien en présence de défaillances. Elle est l'outil de référence de l'opérateur mais peut également interagir directement avec le système de contrôle commande.

La supervision d'un système présente des fonctions de collecte et de visualisation

d'informations, de surveillance, de diagnostic et d'aide à la prise de décisions, la reconfiguration et la maintenance.

La conception des outils de supervision peut s'appuyer sur trois sources d'information :

- ⇒ Expertise humaine du concepteur et/ou de l'exploitant.
- ⇒ Les modèles structurels, fonctionnels ou analytiques du procédé.
- ⇒ Les données issues des historiques sur le procédé ou un procédé similaire (Enregistrement des variables en cours de fonctionnement ou d'essais, journaux de suivi de fabrication ou de maintenance).

### III.5.1. Création et programmation d'un graphique dans la « HIS »

La supervision de l'unité de déshydratation permet de visualiser tous les paramètres tels que les boucles de régulation en temps réel, les facteurs de déclenchement et les états des actionneurs et les capteurs (vannes, détecteurs de flamme...), ainsi que les commandes à distance de tous les équipements.

Pour cela on a créé à partir de la HIS les graphiques (GR0001), qu'on a animé et qui est représenté dans la figure (3.12).

On choisit dans le menu principal Windows et on crée un nouvel espace graphique GR001 qui nous donne la possibilité de faire des vues sur le procès.

On dispose d'une bibliothèque d'équipements pour créer des objets et la conception selon le besoin et de les configurer en lui affectant les variables correspondantes pour l'animation. (Voir figure 3.10)

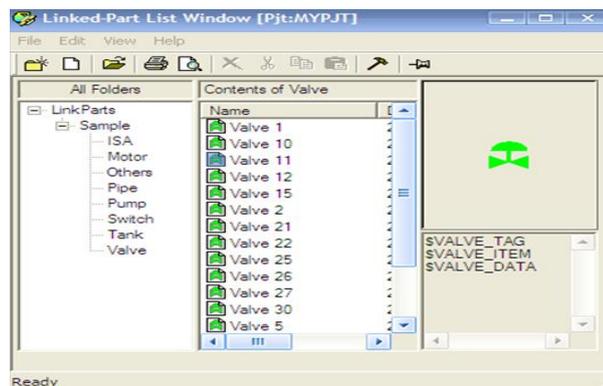


Figure 3.10. Bibliothèque des objets graphiques

L'affectation des variables de chaque forme se fait en accédant à ses propriétés comme illustre la figure suivante :

### Exemple

La vanne principale XV1002A est en rouge si la condition (XV1002A.PV=1), et verte si (XV1002A.PV=0).

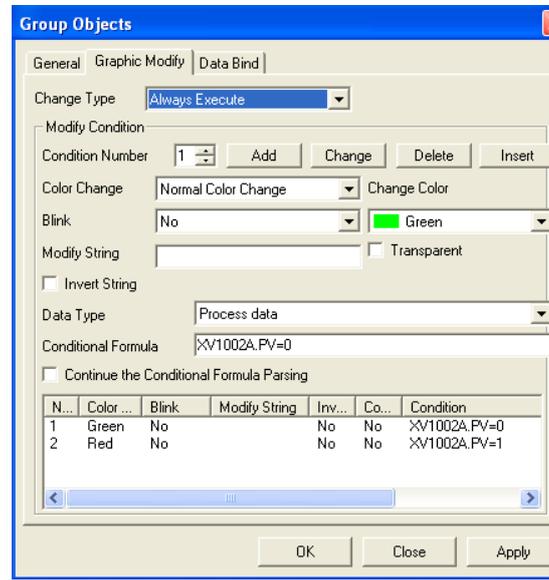


Figure 3.11. Configuration de l'animation des variables

### III.5.2. Description des vues

L'interface graphique fournit plusieurs vues de l'unité lesquelles :

- **Vue principale « unité de déshydratation de gaz » :**

Cette première figure est considérée comme la page d'accueil de notre projet Puisqu'elle englobe l'ensemble de l'unité de déshydratation de gaz. Tel que le four, les sécheurs, les échangeurs et la tuyauterie.

Elle permet la visualisation (état des vannes, facteurs de déclenchement.) et le réglage des différentes boucles de régulation (changement de consigne, démarrage/arrêt des moteurs, aéro.) (Voir figure 3.12)

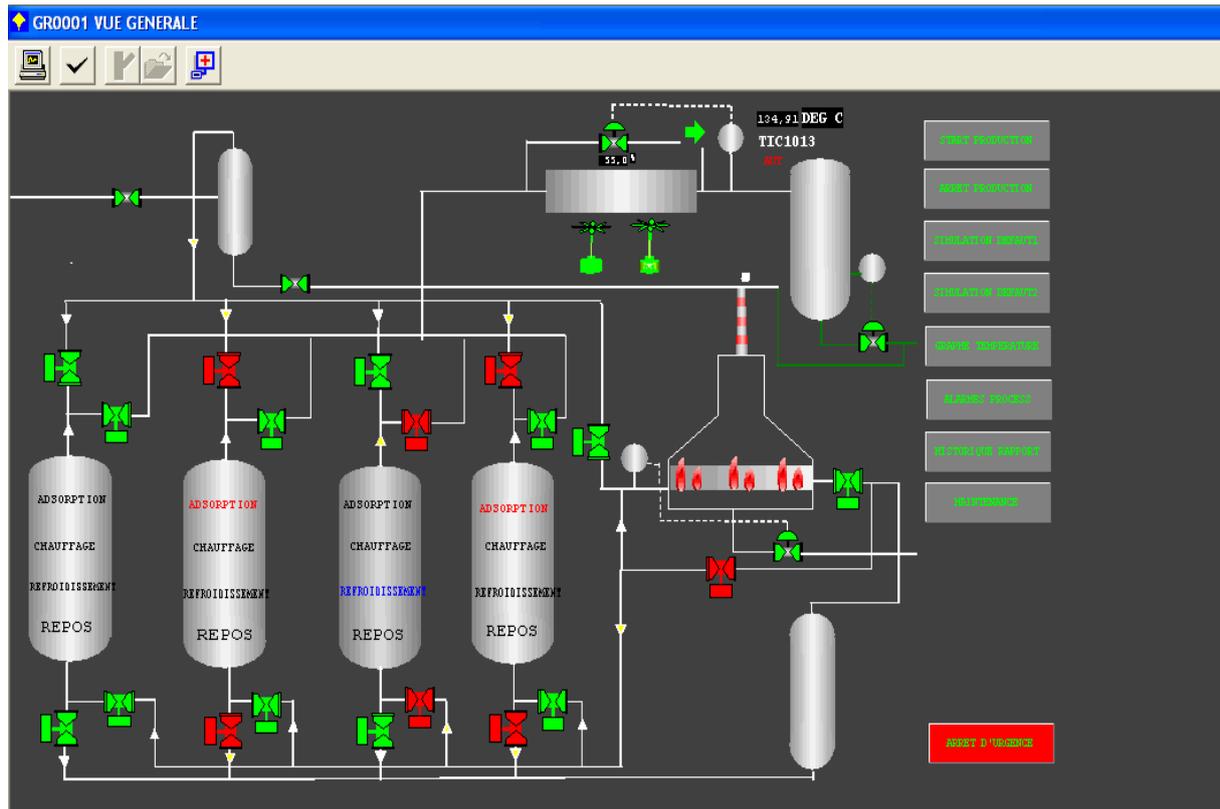


Figure 3.12. Vue unité de déshydratation

Cette vue affiche la partie four avec ces quatre sécheurs, dont le sécheur A et B sont en adsorption et le C est en régénération en phase de repos par contre le sécheur D (stand-by) est en arrêt car le processus est en fonctionnement normal (absence du défaut).

Par ailleurs cette dernière figure nous permet de :

1. Voir les facteurs qui déclenchent le moteur sur des voyants :
  - Rouge clignotant si le facteur est activé.
  - Vert si le facteur est désactivé.
2. Suivre l'état des actionneurs (Vannes, moteur,)
  - La couleur verte nous donne l'état fermé ou arrêt de la vanne.
  - La couleur rouge implique que la vanne est à l'état ouverte.
3. Accéder aux paramètres de réglage des boucles, température TIC1013, voir les valeurs des mesures et les sorties en temps réel.

On accède aux paramètres de chaque boucle par un clic sur son Tag Name.

- **Vue courbe de température**

Cette vue sert à visualiser la courbe de la température.

L'accès à cette vue est à partir de la vue principale par clic sur graphe de température situé en bas droit

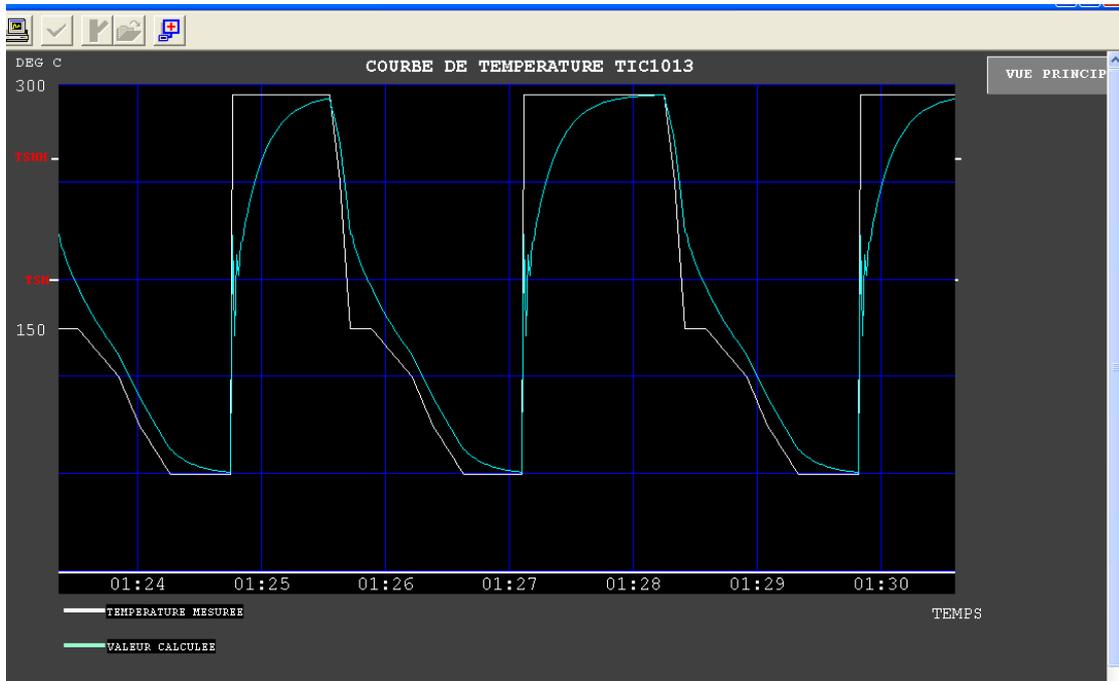
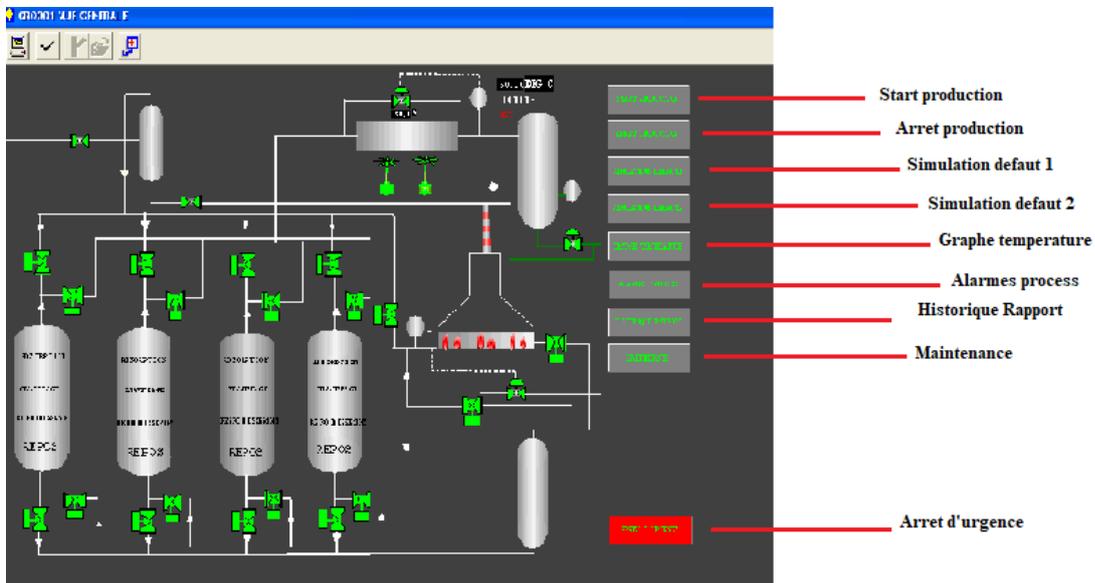


Figure 3.13. Courbe de température TIC1013



- **Vue alarmes procès**

Tous les alarmes et avertissements de l'installation sont archivés dans Alarmes procès.

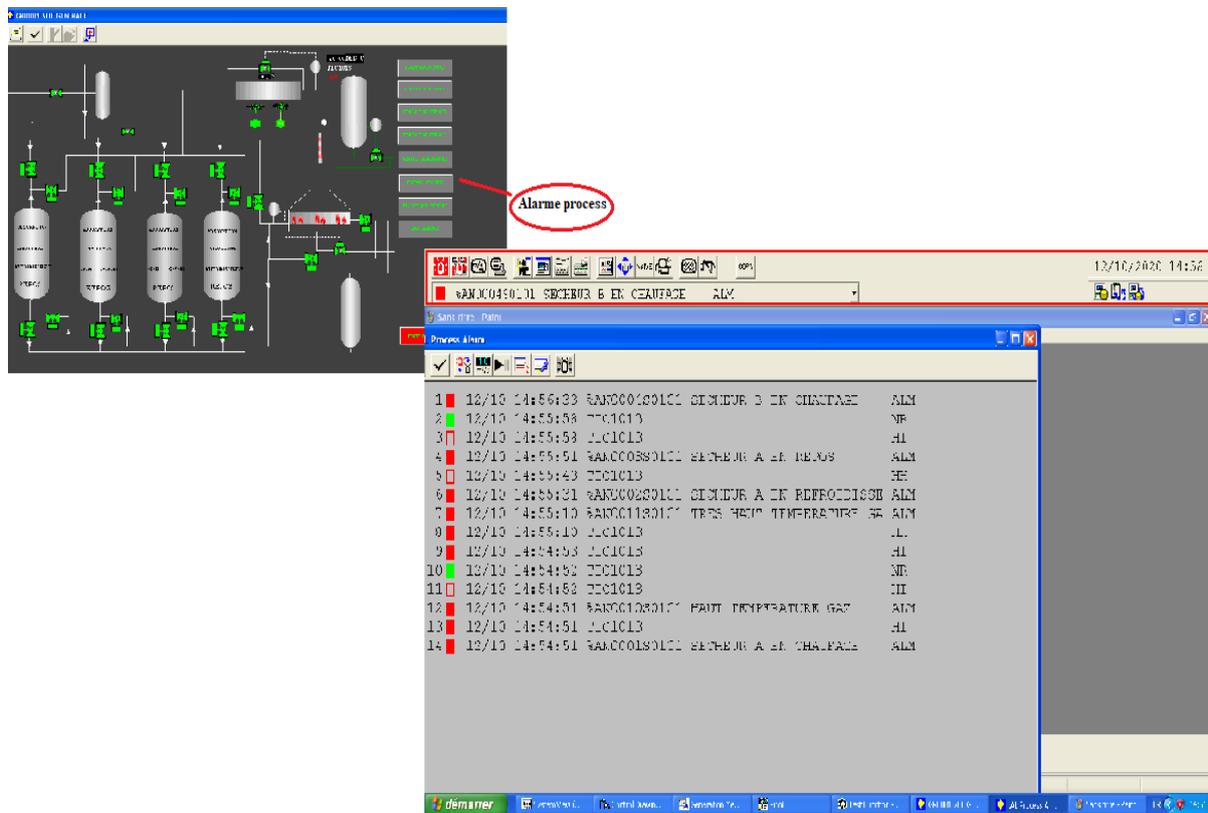


Figure 3.14. Vue Alarmes procès

- **Vue (Historique rapport)**

Cette vue sert à visualiser le rapport d'historique de l'unité. L'accès à cette vue est à partir de la vue principale par clic sur graphe de température situé en bas droit (historique rapport).



- Vue de déclenchement total

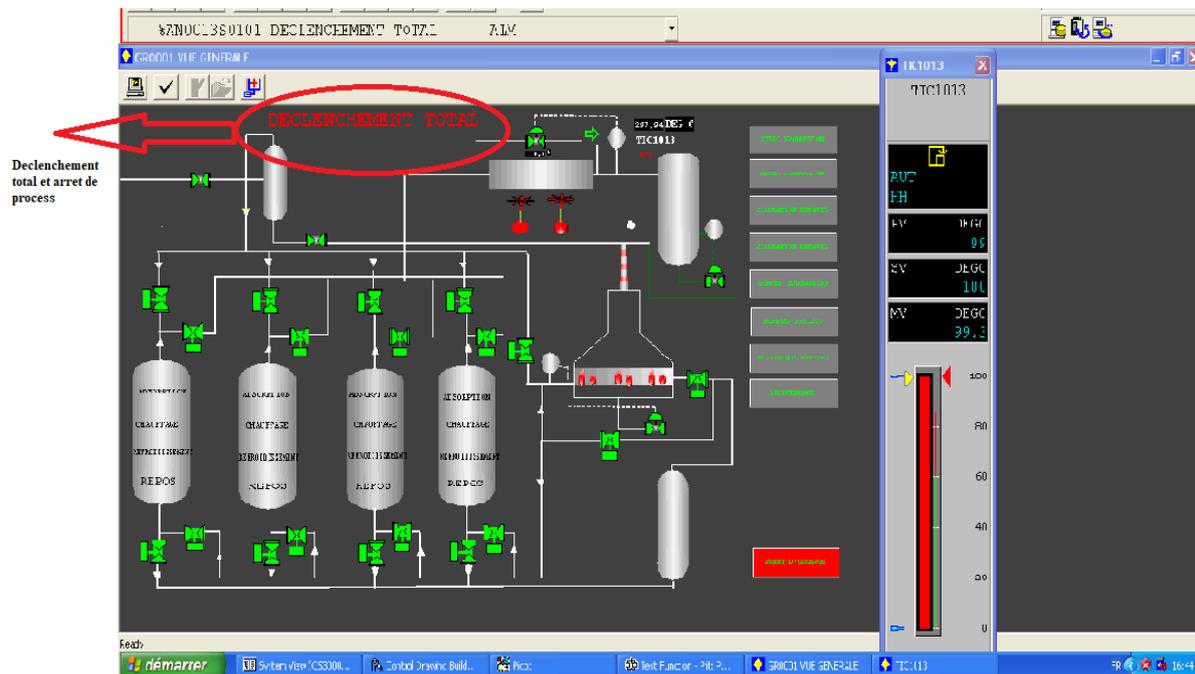


Figure 3.17. Vue générale de déclenchement

### III.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié la logique de fonctionnement de la séquence d'adsorption et de régénération de l'unité de déshydratation de gaz, la proposition d'une solution séquentielle dans le cas de défaut en gardant la même production du gaz sur 24 heures, ce qui nous permet de répondre et d'améliorer toutes les exigences et les conditions proposées sur le cahier de charge.

## Conclusion Générale

Notre projet a été mené en grande partie au sein de la division d'extraction du gaz de SONATRACH à Hassi Messouad. Il a pour but d'élaborer une automatisation et une supervision de la station de déshydratation du gaz.

En faisant ce mémoire et à l'aide d'un stage de fin d'études au sein de la société SONATRACH, on a pu acquérir une expérience, une compréhension adéquates en automatisation des systèmes industriels et apprendre des notions sur les sécheurs de gaz.

D'après cette étude on peut voir comment le système de contrôle DCS peut faciliter la Supervision et la commande de l'unité déshydratation ainsi que son suivie et cela depuis un poste d'opérateur et comment booster son efficacité grâce aux programmations visés (propre à l'installation) et de la bonne compréhension des exigences du cahier de charge qu'on a proposé.

Après la simulation du projet on peut conclure que ce système DCS nous offre une possibilité d'optimisation de la commande du système existant, et exclure toute fausse information (mauvais contact, action sans ordre...)

La richesse de la bibliothèque du DCS nous offre des solutions simples à réaliser pour des séquences assez compliquées.

Nous nous intéressons dans ce travail de mémoire à la commande et supervision d'une unité de déshydratation de gaz en utilisant le système DCS YOKOGAWA CS 3000, 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.

Avec ce système DCS nous avons réussi à modéliser notre système convenablement, à savoir, l'unité de déshydratation de gaz et de proposer des solutions en cas de panne sur l'un des sécheurs tout en rendant l'exécution automatique et en gardant la production constante.

---

**Bibliographies**

- [1]. Manuel de l'exploitation de ZCINA . Hassi Messouad: SONATRACH.
- [2]. Manuel de maintenance de ZCINA. (s.d.). Hassi Messouad.
- [3]. Ahmed, A. supervision et commande de l'unité de régénération glycol à base du DCS Yokogawa CS 3000.Projet de fin de formation ,SONATRACH . Hassi Rmel .
- [4]. Boualem. (2009). «Contribution à l'étude de la supervision industrielle automatique dans les environnements scada. université de boumerdes .
- [5]. Documentation SONATRACH , stage ingenierie systeme DCS YOKOGAWA,Centre de formation ZCINA . (s.d.). Hassi Messouad.
- [6]. Hayat, M. (s.d.). supervision et sureté des systemes industriels cours master 2 en Automatique, université de Batna. Batna.
- [7].[https://www.academia.edu/7991872/YOKOGAWA\\_CENTUM\\_CS\\_3000\\_DCS\\_Training\\_Course](https://www.academia.edu/7991872/YOKOGAWA_CENTUM_CS_3000_DCS_Training_Course). (s.d.).
- [8]. Merouan, C. (2013). TELEGESTION DANS L'INDUSTRIE DE L'EAU, mémoire de magister en Automatique.
- [9]. Mezdour H.Ayab M (2019). etude et realisation d'un systeme de supervision sous yokogawa cs 3000,application à l'unité de production d'aire de l'entreprise national SONATRACH. GUELMA .
- [10]. NAZHA, N. (juin 2014). Automatisation d'un systeme de remplissage de quatres trémis de sucre avec supervision HMI,Cevital. université de Bejaia.
- [11]. Remote Data Acquisition System for Hydro Power Plants- Proceedings of the 6th WSEAS . (septembre 2006). international conference on power systems . Lisbon .
- [12]. Sara. (2018). «Etude et planification d'un système de supervision (SCADA) sous le logiciel Labview, memoire de master Bounaama khemis Miliana .
- [13]. SONATRACH MANUEL DCS CS 3000?field control station Basics Hassi Messouad . (s.d.).
- [14]. Mellali sofiane, étude de l'automatisation et de la supervision d'un procédé de lavage de filtres nigara à civital. Memoire de master en automatique . Bejaia . (2017, JUIN).