

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DU 20 AOUT 1955 SKIKDA

Faculté de Technologie

Département : Pétrochimie



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Industries pétrochimiques

Spécialité : Automatisation et contrôle

Par: Youcef Laksir

Chems Eddine Khoudja

Thème :

**Intégration de la supervision d'un système HVAC dans le
DCS (Implémentation avec CENTUM VP)**

Soutenu publiquement le : 09 / 07 / 2023 devant le jury composé de :

<i>Président</i>	<i>Dr. Ghania HARZALLAH</i>	<i>U-Skikda</i>
<i>Rapporteur</i>	<i>Dr. Rabah AMIDI</i>	<i>U-Skikda</i>
<i>Examineur</i>	<i>Dr. Hassina METATLA</i>	<i>U-Skikda</i>

Promotion : 2022/2023

Dédicace

Nous exprimons notre gratitude et nos remerciements les plus sincères et les plus Profonds à Dieu tout puissant qui nous a donné la force et la patience pour pouvoir accomplir ce travail à terme.

Nous dédions ce travail à

Nos chers parents.

Nos frères et

*sœurs. Nos oncles
et tantes.*

Nos cousins et cousines.

Nos ami(e)s.

Nos enseignant(e)s.

*A tous ceux qui nous a aidés de près ou de loin
dans notre parcours d'étude*

Remerciement

*Nous tenons à adresser notre sincère remerciement à Dr. **RABAH AMIDI**, enseignant à l'université 20 Août 1955 Skikda qui a accepté de nous encadrer, en nous soutenant tout le long de l'élaboration du mémoire. Nous le remercions également pour son soutien moral, sa grande disponibilité, ses conseils, son guide, sa patience et sa gentillesse, il a été présent dans notre début incertain, dans les moments de découragements où le doute s'installe. Qu'il soit assuré de notre profonde gratitude.*

Nous remercions vivement les membres du jury qui nous ont fait le grand honneur pour la lecture de ce mémoire et aussi d'avoir accepté de juger notre travail.

*Nous exprimons notre gratitude à l'ensemble du personnel du complexe **RAIK SKIKDA** (ingénieurs, chercheurs, techniciens, secrétaires), en particulier à Mr. **HERMOUCHE BILEL**, avec qui nous avons travaillé et qui a grandement contribué à notre intégration au sein du groupe.*

Enfin, nous rendons hommage et nous exprimons nos reconnaissances à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Merci à tous.

ملخص :

الأتمتة تعني تفويض وظيفة التحكم إلى المعدات التقنية لتحسين الإنتاجية والجودة والسلامة في مكان العمل مع تقليل التكاليف. في هذا السياق، قررنا دمج مراقبة نظام التكييف HVAC على نظام DCS باستخدام بروتوكول الاتصال Modbus. السبب الرئيسي وراء هذا الحل هو تقييد رؤية العامل إلى إنذار واحد مشترك. أجرينا دراسة نظرية استندت إلى حالات حقيقية، تلتها محاكاة باستخدام برنامج DCS CENTUM VP. أظهرت المحاكاة آفاقًا واعدة، والتنفيذ العملي لهذا الحل الآن بيد مسؤولي RAIK.

الكلمات المفتاحية :

الأتمتة، الآلة المتحكممة، نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، نظام التحكم الموزع، هندسة بروتوكول الاتصال، تكوين، انذارات.

Résumé :

L'automatisation consiste à confier la fonction de contrôle à des équipements techniques afin d'améliorer la productivité, la qualité et la sécurité sur le lieu de travail tout en réduisant les coûts. Dans ce contexte, nous avons décidé d'intégrer la supervision du système HVAC sur DCS en utilisant la communication Modbus. La principale raison de cette solution est la limitation de la visibilité de l'opérateur à une alarme commune. Nous avons effectué une étude théorique basée sur des situations réelles, suivie d'une simulation avec le logiciel DCS CENTUM VP. La simulation a révélé des perspectives prometteuses, et la mise en œuvre de cette solution est désormais entre les mains des responsables de RAIK.

Mots clés :

Automatisation, automate, système HVAC, DCS, architecture, protocole de communication, configuration, alarmes.

Abstract:

Automation involves entrusting control functions to technical equipment in order to enhance productivity, quality, and workplace safety while reducing costs. In this context, we have chosen to integrate the supervision of the HVAC system on DCS using Modbus

communication. The main reason for this solution is the limitation of operator visibility to a common alarm. We conducted a theoretical study based on real-life situations, followed by a simulation using the DCS CENTUM VP software. The simulation revealed promising prospects, and the implementation of this solution now rests with the RA1K management.

Keywords :

Automation, Controller, HVAC system, Architecture, communication Protocol, configuration, alarms.

Table des matières

Tables des matières

Introduction générale

Chapitre I : Présentation du complexe RA1K

I.2. Historique de l'Entreprise	1
I.3. Situation géographique	2
I.4. Objectifs assignés au complexe RA1K	3
I.5. Réhabilitation, modernisation et adaptation des installations de la RA1K	4
I.6. Organigramme du complexe RA1K	6
I.7. Présentation générale des unités de production	8
I.8. Unité de distillation du pétrole brut (Topping) U10, U11	9
I.8.1. Description de l'unité	9
I.8.2. Capacité de traitement	9
I.9. Conclusion	9

Chapitre II : Les systèmes HVAC

II.1. Introduction	10
II.2. But des systèmes HVAC	10
II.2.1. Comment fonctionne un système HVAC ?	11
II.2.2. Les composants de base du système HVAC	12
II.3. Classification des systèmes HVAC	14
II.3.1. Système de climatisation centralisée	14
II.3.2. Système de climatisation décentralisé ou local	14
II.3.3. Systèmes SPLIT (HVAC local)	15

II.3.3.1. Unité de condensation split system - Évaporateurs de refroidisseurs à distance – RAUJ	15
II.3.3.2. Les Avantages du compresseur Scroll.....	16
II.4. Contrôle des systèmes HVAC	16
II.4.1. Description de l'automate MicroLogix 1400 (coté Hardware).....	17
II.4.2. Description des composants	18
II.4.2.1. Module mémoire MicroLogix 1400 et horloge temps réel intégrée	18
II.4.2.2. E/S d'extension 1762	18
II.4.2.3. Expansion E/S	19
II.4.3. Module d'entrées CC MicroLogix 1762-IQ32T	19
II.4.3.1. Câblage d'entrée	20
II.4.3.2. Caractéristiques générales	20
II.4.3.3. Adressage des entrées	21
II.4.4. Module de sortie relais MicroLogix™ 1762-OW16.....	21
II.4.4.1. Câblage de sortie	22
II.4.4.2. Caractéristiques générales	23
II.4.4.3. Adressage des sorties	23
II.4.5. Assemblage du système	24
II.5. Conclusion	24
 Chapitre III : Le système DCS Yokogawa Centum VP	
III.1. Introduction	25
III.2. Le DCS YOKOGAWA CENTUM VP	25
III.2.1. Architecture du système DCS YOKOGAWA CENTUM VP	25

III.2.1.1. Station de contrôle de terrain (FCS)	26
III.2.1.1.1. Unité de contrôle de terrain (FCU).....	28
III.2.1.1.2. Unité de nœud (NU)	29
III.2.1.1.3. Bus ESB et bus ER.....	29
III.2.1.1.4. Modules d'E/S	30
III.2.1.2. Le Vnet/IP.....	31
III.2.1.3. Station interface Homme-Machine (HIS).....	32
III.2.1.3.1. Capacité de fonctionnelle	33
III.2.1.3.2. Service des terminaux.....	34
III.2.1.3.3. Poste de travail d'ingénierie (Engineering Work Station ENG)	34
III.2.1.3.4. Fonction d'essai (Test Function)	34
III.3. Les différents blocs de fonction	35
III.3.1. Blocs de régulation.....	35
III.3.1.1. Bloc de régulation et de contrôle (PID).....	35
III.3.1.2. Bloc d'acquisition de valeur procès PVI.....	35
III.3.1.3. Bloc de chargement manuel MLD.....	35
III.3.2. Blocs de contrôle séquentiel.....	35
III.3.2.1. Bloc de séquence ST16.....	36
III.3.2.2. Blocs de schéma logique LC16 et LC64	36
III.3.3. Bloc calculateur (Calcul).....	36
III.3.4. Bloc de graphe des fonctions séquentielles SFC	36
III.4. Conclusion.....	38

Chapitre IV : La communication industrielle

IV.1. Introduction.....	39
IV.2. La communication industrielle	39
IV.2.1. Bus de terrain et protocole de communication industriel	39
IV.2.2. Topologie des réseaux.....	40
IV.2.2.1. Réseau en bus	40
IV.2.2.2. Le réseau en anneau	40
IV.2.2.3. Réseau en étoile	40
IV.2.2.4. Le réseau maillé	41
IV.2.3. Les supports physiques	41
IV.2.4. Normalisation des protocoles de communication industrielle.....	42
IV.2.5. Les Bus capteurs actionneurs (Sensor Bus)	44
IV.3. Conclusion	45

Chapitre V : Implémentation de la supervision du système HVAC sur DCS

V.1. Introduction.....	46
V.2. Schémas de câblage de l'inter connexion entre API et DCS	46
V.3. La configuration de l'API Micrologix 1400	47
V.4. La configuration du DCS Yokogawa Centum VP.....	51
V.5. La simulation.....	55
V.6. Conclusion.....	57
Conclusion générale.....	58

Références bibliographiques

Liste des figures

Liste des figures

Figure I.1. L'industrie de raffinage en Algérie	2
Figure I.2. Vue aérienne de la zone industrielle de Skikda	3
Figure I.3. Configuration avant réhabilitation de la raffinerie	4
Figure I.4. Configuration après réhabilitation de la raffinerie.....	5
Figure I.5. L'Organigramme de la Raffinerie de Skikda.....	6
Figure I.6. L'organigramme de la Sous-direction production	6
Figure I.7. L'Organigramme du Département Production (P1)	7
Figure I.8. L'organigramme du service Distillation 1 (U10)	7
Figure I.9. Les différentes unités du complexe RA1/K.....	8
Figure II.1. Partie extérieure de l'HVAC	11
Figure II.2. Système de traitement d'air.....	11
Figure II.3. Hiérarchie horizontale des principaux types de systèmes HVAC centraux	14
Figure II.4. Hiérarchie horizontale des principaux types de systèmes HVAC locaux	15
Figure II.5. Unité de condensation split system Évaporateurs/Refroidisseurs à distance RAUJ	16
Figure II.6. Contrôleur MicroLogix 1400	16
Figure II.7. Composants de l'Allen-Bradley® MicroLogix™ 1400	17
Figure II.8. Module mémoire 1766-MM1.....	18
Figure II.9. E/S d'extension 1762.....	18
Figure II.10. Câblage d'entrée de base vers le module 1762-IQ32T.....	20
Figure II.11. Adressage du module d'entrées CC 1762-IQ32T	21

Figure II.12. Module de sortie relais 1762-OW16	21
Figure II.13. Câblage du module de sortie relais 1762-OW16	22
Figure II.14. Adressage du module de sortie relais 1762-OW16	23
Figure II.15. Assemblage du système MicroLogix™ 1400	24
Figure III.1. Architecture typique de Centum VP	26
Figure III.2. Station de contrôle de terrain (FCS)	27
Figure III.3. Les composants du FCS	28
Figure III.4. Unité de contrôle de terrain (FCU)	28
Figure III.5. Unité de nœud (NU)	29
Figure III.6. Méthode de connexion du bus optique ESB.....	30
Figure III.7. La carte réseau Vnet/IP (Modèle : VI702).....	31
Figure III.8. Exemple de configuration de PC de bureau	33
Figure III.9. Démarrage de la fonction de test	34
Figure IV.1. Topologie réseau anneau	40
Figure IV.2. Topologie réseau en étoile.....	40
Figure IV.3. Topologie réseau maillé.....	41
Figure IV.4. Le modèle OSI de l'ISO.....	43
Figure IV.5. Hiérarchisation des réseaux de communication	43
Figure V.1. Schémas de Câblage API-DCS	46
Figure V.2. Le câble 1763-NC01	47
Figure V.3. La configuration du canal 0 pour une communication Modbus-RTU (Etape 1)	47
Figure V.4. La configuration du canal 0 pour une communication Modbus-RTU (Etape 2)	48
Figure V.5. La configuration du canal 0 pour une communication Modbus-RTU (Etape 3)	48

Figure V.6. Les fichiers de la communication Modbus	49
Figure V.7. Les fichiers de la communication Modbus	49
Figure V.8. Déplacement de la valeur de l’alarme XA_01 dans le registre de maintien 40002..	50
Figure V.9. Ajout d’une carte de communication Modbus (ALR121) au projet DCS	51
Figure V.10. Paramétrage de la Carte ALR121 (Etape 1).....	51
Figure V.11. Paramétrage de la Carte ALR121 (Etape 2).....	51
Figure V.11. Paramétrage de la Carte ALR121 (Etape 3).....	52
Figure V.12. Attribution des bits des mots de communication.....	52
Figure V.13. Création d’une logique pour la manipulation des alarmes.....	52
Figure V.14. Schéma de contrôle pour la manipulation des alarmes	53
Figure V.15. Table de séquences pour la manipulation des alarmes.....	53
Figure V.16. Création d’annonceurs pour la manipulation des alarmes (Etape 1)	53
Figure V.17. Création d’annonceurs pour la manipulation des alarmes (Etape 2)	54
Figure V.18. Création d’un graphique pour l’affichage des alarmes (Etape 1)	54
Figure V.19. Création d’un graphique pour l’affichage des alarmes (Etape 2)	54
Figure V.20. Création d’un graphique pour l’affichage des alarmes (Etape 3)	55
Figure V.21. Démarrage de Test Function	55
Figure V.22. Appel de graphique	56
Figure V.21. Appel de l’alarme B001-AH-1B.....	56
Figure V.22. Test de l’alarme B001-AH-1B	56
Figure V.22. Test de l’alarme B001-AC-1B	57

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau II.1. Les composants de base du système HVAC	12
Tableau II.2. Caractéristiques matérielles de contrôleur MicroLogix 1400	17
Tableau II.3. Différents modules d'extension E/S	19
Tableau II.4. Caractéristiques générales - Module d'entrée CC. 1762-IQ32T	20
Tableau II.5. Composants du module de sortie relais 1762-OW16	22
Tableau II.6. Spécifications du module de sortie relais 1762-OW16	23
Tableau III.1. Les modules E/S pour FIO	31
Tableau III.2. Caractéristiques du Vnet/IP	32
Tableau III.3. La liste des blocs de fonction	37

Liste des abréviations

Liste des abréviations

API : Automate programmable industriel

CPU : Central Processing Unit

DCS : Distributed Control System

EWS : Engineering Work Station

FCS : Field Control System

FCU : Field Control Unit

HIS : Human Interface Station

HVAC : Heating , ventilating and air conditioning

IOM : Input Output Module

MLD : Manuel Loader

OPKB : Operation keyboard

PID : Propotionnel ,Integral ,Derive

PVI : Process Value Input

RA1K : Raffinerie de Skikda

RAS : Reliability, availability and serviability

SCADA : Supervisory control and data Acquisition

SNCC : Système numérique de contrôle - commande

TCP/IP : Transmission Control Protocol /InternetProtocol

V-NET : Bus de contrôle en temps réel

Introduction générale

Introduction Générale

Dans une architecture DCS la fonction de contrôle-commande est répartie, et cette répartition est à la fois fonctionnel est géographique. Pour y parvenir les contrôleurs et leurs accessoires sont installés dans des locaux techniques proches des unités de production. Ces locaux doivent être dotés de systèmes de conditionnement d'air efficaces pour réguler la température ambiante en tenant compte du dégagement de chaleur induit par les différents constituants et doit être également capable d'évacuer la chaleur produite par ces éléments.

Le conditionnement de l'air est la technique qui consiste à intervenir sur les conditions climatiques d'un local en modifiant la température, l'humidité, le niveau des poussières en fonction des besoins (habitations, bâtiments tertiaires, industrie de précision, laboratoires, hôpitaux, salles informatiques, salles blanches, etc.).

Parmi les éléments impératifs qu'on peut trouver dans un local technique ; les UPS, qui sont des appareils d'électronique de puissance par excellence, autrement dit qui dégagent énormément de chaleur et toute défaillance prospective peut engendrer des dégâts importants ; le cas de l'incident survenu le 07/09/2018 à la raffinerie de Skikda et plus précisément dans l'SRR1 où l'arrêt prolongé et non détecté du système HVAC pendant 5 jours auparavant été la cause d'un incident plus grave à savoir le début d'un feu dans le système UPS et l'arrêt de tous les unités de production attachés à cette SRR.

L'objectif de ce modeste travail est de faire intégrer la supervision du système HVAC dans le DCS via une communication Modbus avec un minimum d'investissement.

Ce mémoire est organisé comme suit :

Dans un premier chapitre, nous allons présenter le site RA1K au niveau du quel nous avons effectué notre stage pratique.

Le second chapitre est consacré à la présentation des systèmes HVAC mentionnant leur but, leurs types, leurs composants et leurs systèmes de contrôle.

Dans le troisième chapitre on parlera du système DCS YOKOGAWA CENTUM VP, son architecture et ses différents constituants et blocs fonctionnels.

Un quatrième chapitre est réservé à l'introduction au réseau et bus de communication industrielle.

En suite un cinquième chapitre sera dédié à l'aspect pratique où on présentera l'étude puis l'implémenter sur la plateforme YOKOGAWA CENTUM VP.

Et enfin on termine notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I :

Présentation du complexe RA1K

I.1. Introduction [1]

Dans ce chapitre, nous allons d'abord présenter le lieu de notre stage ; le complexe RA1K de SKIKDA en général.

I.2. Historique de l'Entreprise

Avant janvier 1982 le complexe de raffinage de pétrole de SKIKDA était géré par la société nationale SONATRACH.

A partir du 02 janvier 1982 la société SONATRACH a été restructurée en 13 entreprises, parmi ces entreprises ; l'Entreprise nationale de raffinage et de distribution de produits pétroliers l'E.R.D.P créée par décret 80-101 du 06 avril et mise en place le 02 janvier 1982, L'E.R.D.P est placée sous tutelle du ministère de l'énergie et des industries pétrochimiques.

A partir du 02 février 1985 l'E.R.D.P a été transformée sous le nom commercial NAFTAL. Cette dernière est subdivisée en quatre unités à savoir :

- Unité NAFTAL de raffinage.
- Unité NAFTAL de distribution.
- Unité NAFTAL portuaire.
- Unité NAFTAL de maintenance.

A compter du 25 août 1987 et par décret 87-190 fut créée l'entreprise nationale NAFTEC qui a pris en charge une des activités dévolues initialement à NAFTAL en l'occurrence la promotion, le développement, la gestion et l'organisation de l'industrie du raffinage par notamment le traitement du pétrole brut et du condensat ainsi que du brut réduit importé en vue d'obtenir des produits raffinés destinés à la consommation nationale et à l'exportation.

Actuellement l'Entreprise nationale Sonatrach à travers sa division RPC gère l'ensemble des six raffineries situant à Skikda(1 & 2), Alger, Arzew, Adrar et Hassi Messaoud.

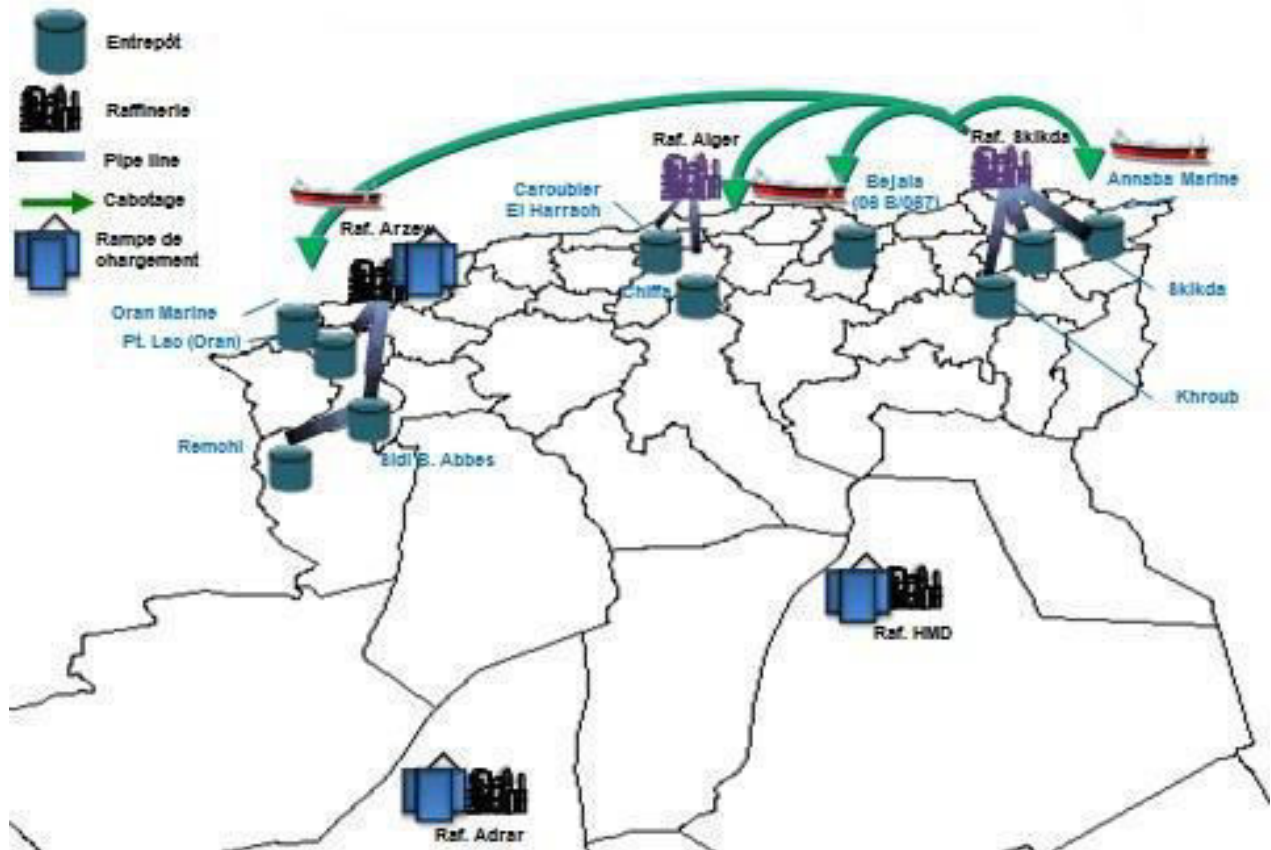


Figure I.1. L'industrie de raffinage en Algérie

I.3. Situation géographique

Cette raffinerie est située dans la zone industrielle à 7 km à l'est de Skikda et à 2 km de la mer, elle est aménagée une superficie de plus de 256 hectares.

Elle est alimentée en brut algérien par l'unité de transport Est RTE de Skikda (qui est une station intermédiaire de HASSI MESSAOUD).

Le transport du pétrole brut est réalisé à l'aide d'une pipe – line à une distance de 760 km des champs pétroliers jusqu'au complexe RA1K.



Figure I.2. Vue aérienne de la zone industrielle de Skikda

I.4. Objectifs assignés au complexe RA1K

Le Complexe de raffinage de pétrole de Skikda baptisé RA1/K a pour mission de transformer le pétrole brut provenant de HASSI MESSAOUD avec une capacité de traitement de (16.5 millions t/an) ainsi que le brut réduit importé (271 100 t/an).

Il emploie à l'heure actuelle environ 1600 travailleurs. La raffinerie de Skikda a été construite en janvier 1976 suite à un contrat signé le 30 avril 1974 entre le gouvernement Algérien et les constructeurs Italiens **SNAM PROGETTI** et **SAIPEM**.

Le coût total de cette réalisation s'est élevé à 3.402.872.000 DA.

I.5. Réhabilitation, modernisation et adaptation des installations de la RA1K

Le Complexe RA1K à bénéficier d'une mise à niveau en vue de :

- Augmenter le niveau de sécurité des installations et lever les contraintes d'exploitation ;
- Adapter l'outil de production à l'évolution des spécifications des produits raffinés ;
- Augmenter les capacités de raffinage de pétrole brut et de production des aromatiques ;
- Moderniser le réseau électrique ;
- Moderniser l'instrumentation ;

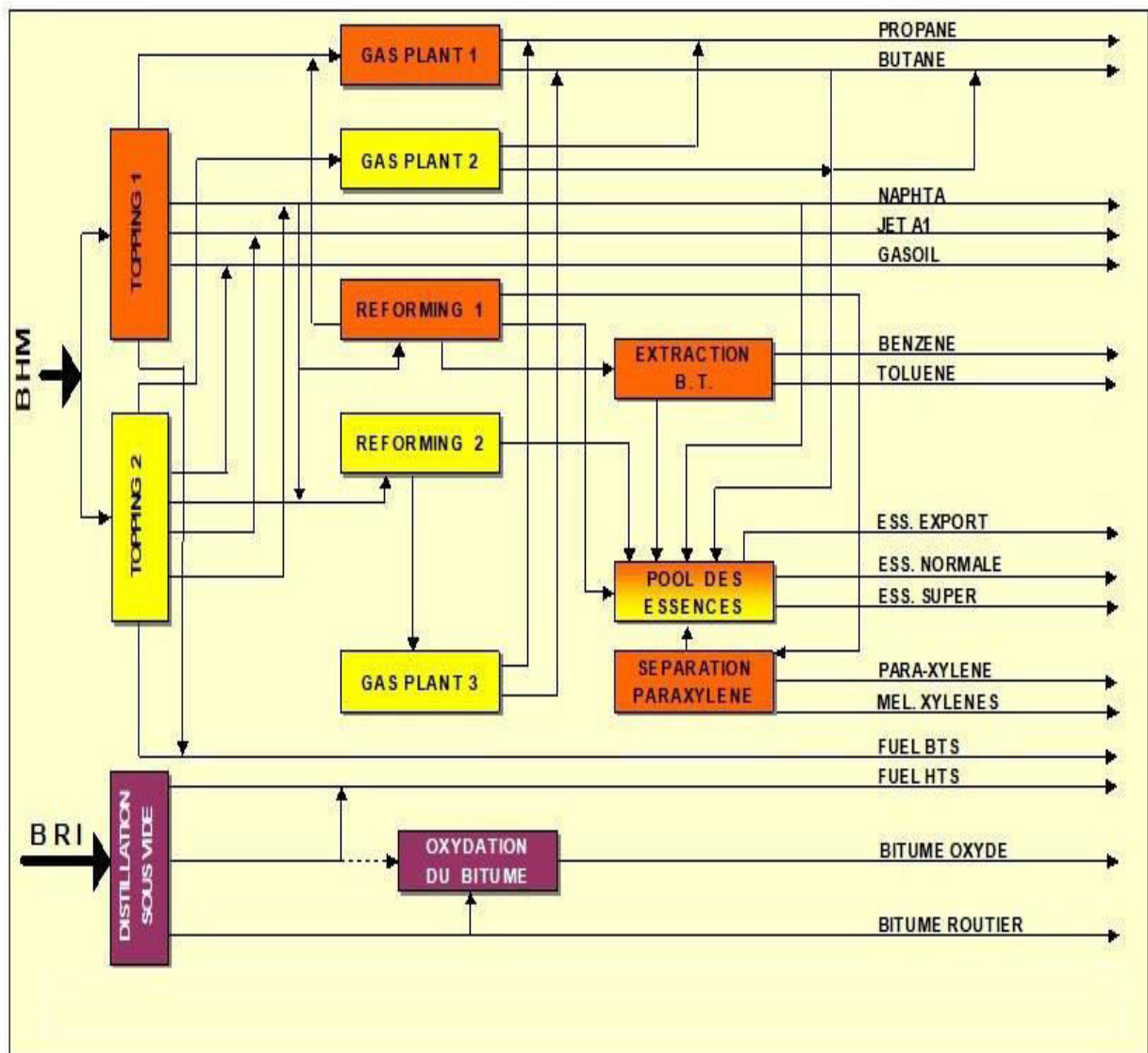


Figure I.3. Configuration avant réhabilitation de la raffinerie

I.6. Organigramme du complexe RA1K [2]

La raffinerie de Skikda et le lieu de notre stage sont organisés comme suit :

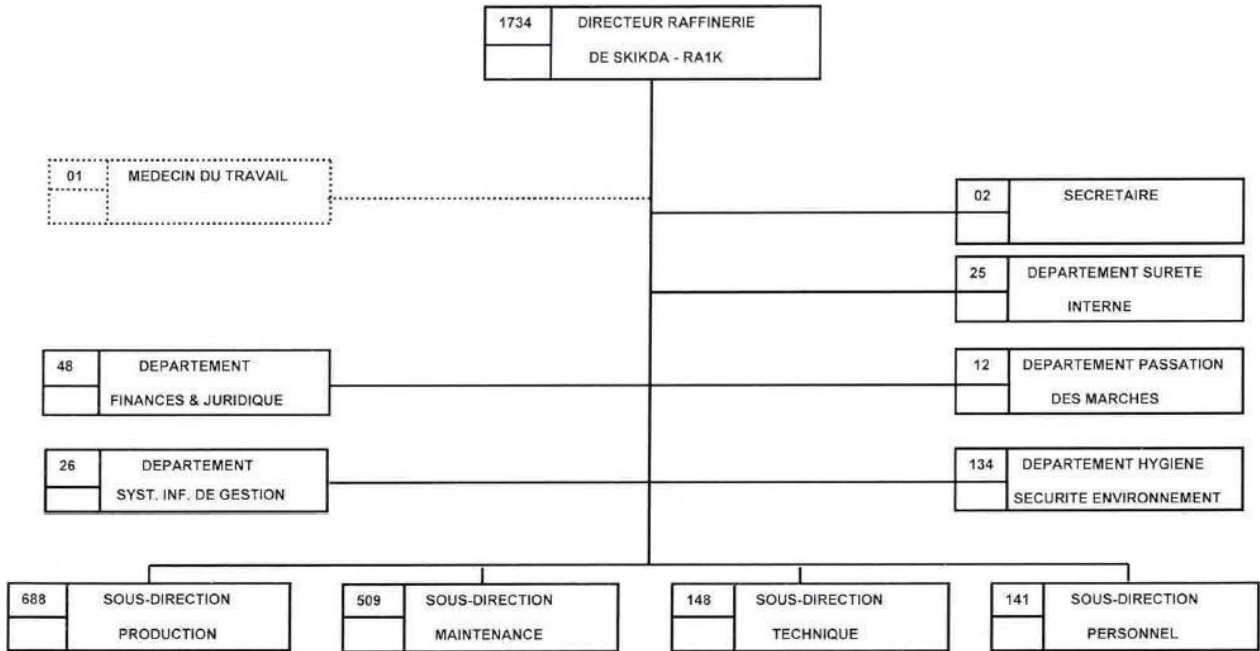


Figure I.5. L'Organigramme de la Raffinerie de Skikda

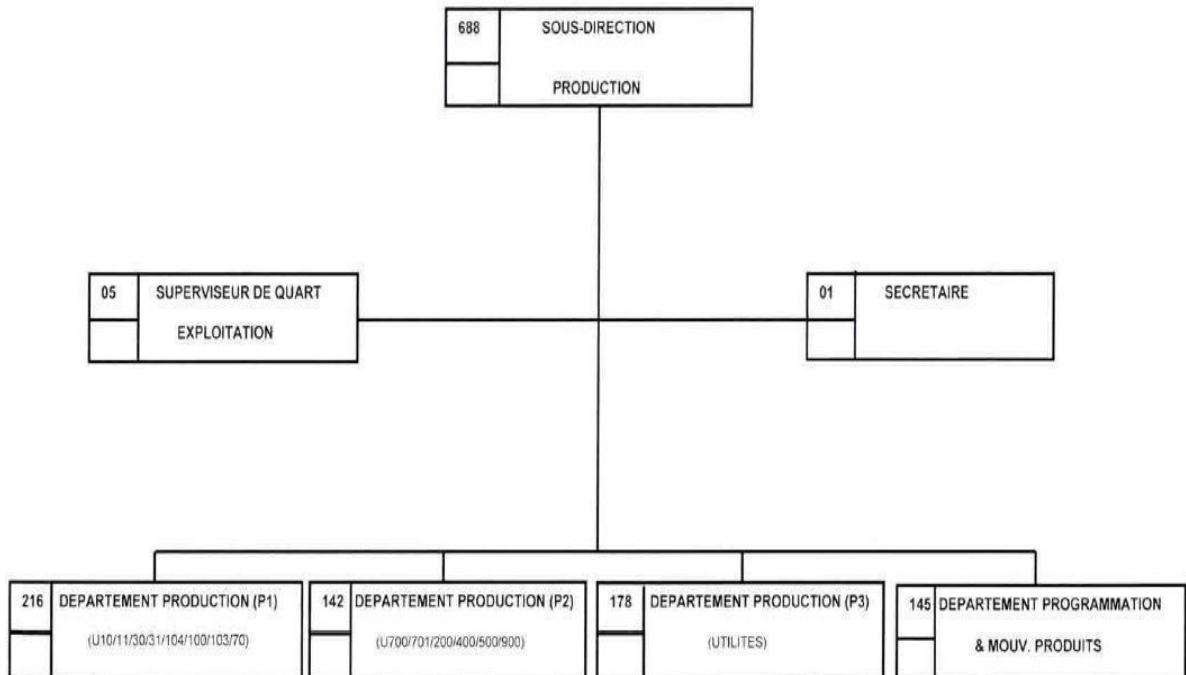


Figure I.6. L'organigramme de la Sous-direction production

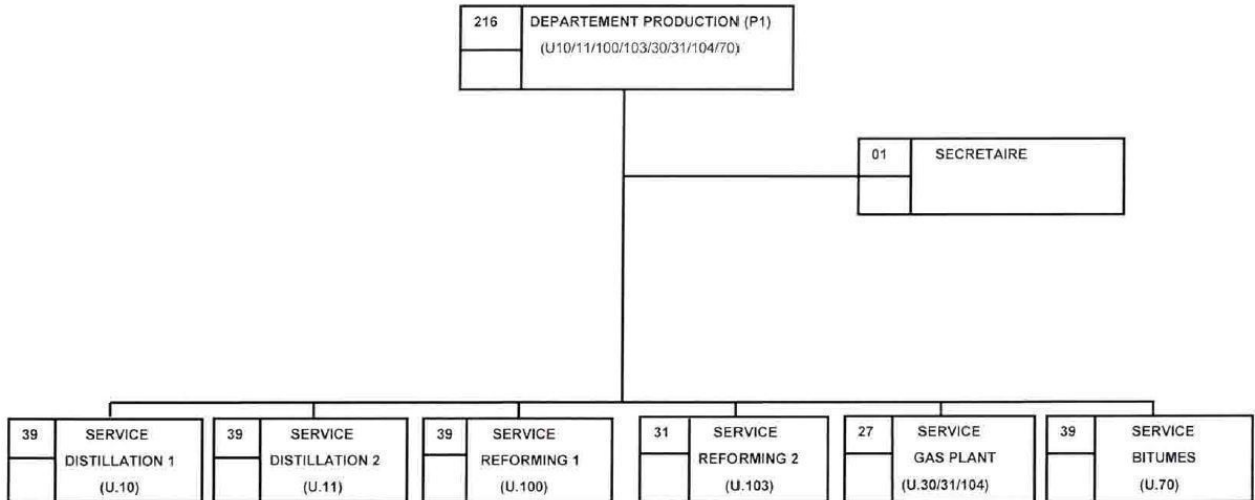


Figure I.7. L’Organigramme du Département Production (P1)

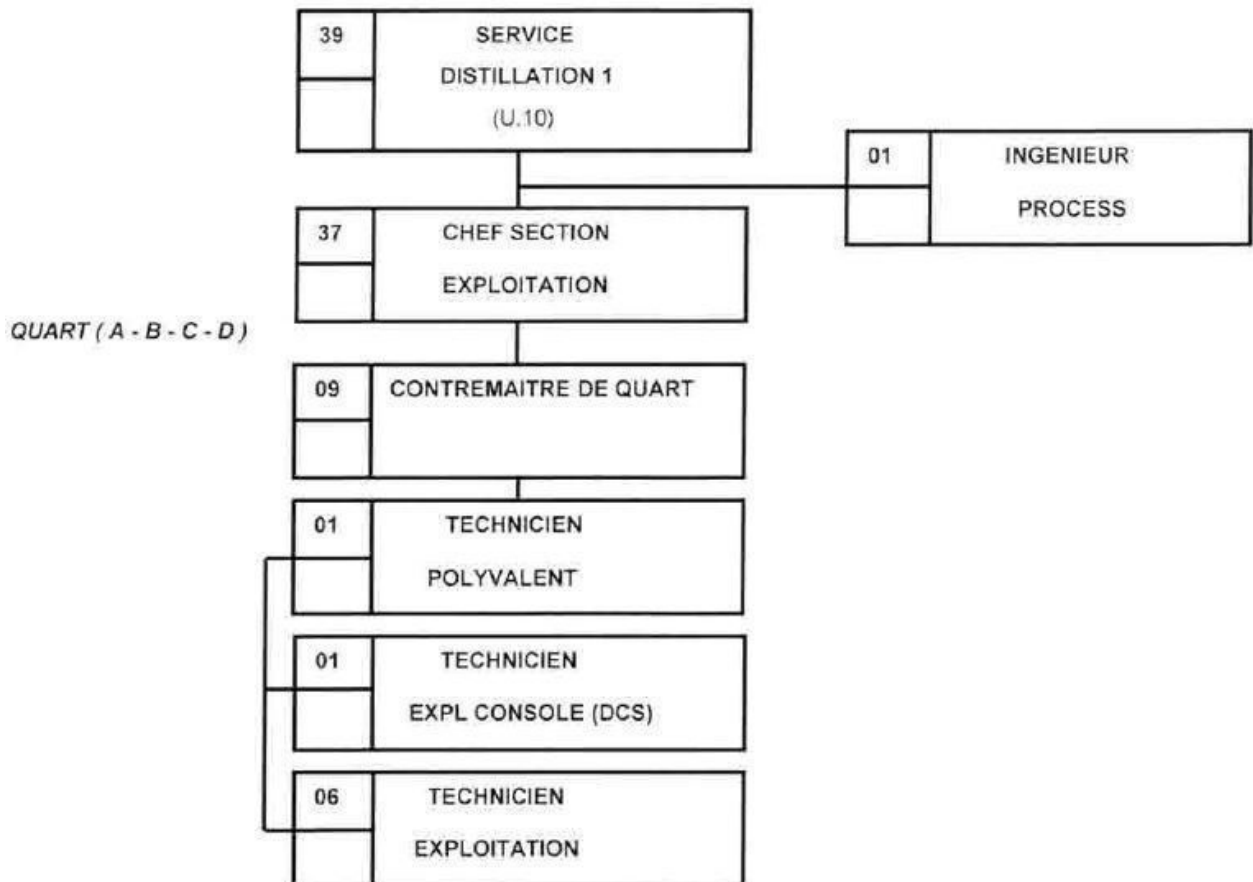


Figure I.8. L’organigramme du service Distillation 1 (U10)
(Lieu de notre stage)

I.7. Présentation générale des unités de production [1]

La raffinerie de Skikda est subdivisée en différentes unités de production, et en outre elle comprend 22 unités principales :

- Unités 10 & 11 de distillation atmosphérique (**Topping**) ;
- Unité 100 de prétraitement et de reforming catalytique (**Magnaforming**) ;
- Unités 101 & 103 de prétraitement et de reforming catalytique (**Platforming**) ;
- Unités 30, 31 & 104 de traitement et séparation des gaz (**GPL**) ;
- Unité 200 d'extraction des aromatiques ;
- Unité 400 de cristallisation et séparation du paraxylène ;
- Unité 500 d'isomérisation du xylène ;
- Unité 70 de distillation sous vide (**Bitume**) ;
- Unité 1050 centrale thermoélectrique (**CTE**) et utilités ;
- Unité 600 de stockage, mélange et expédition (**Melex**) ;
- Unités 700, 701 ,702 et 703 d'hydrotraitement et isomérisation du NAPHTA ;
- Unité 900 de purification d'hydrogène ;
- Unité 1051 nouvelle centrale thermique (**CTE 2**) et utilités 2.

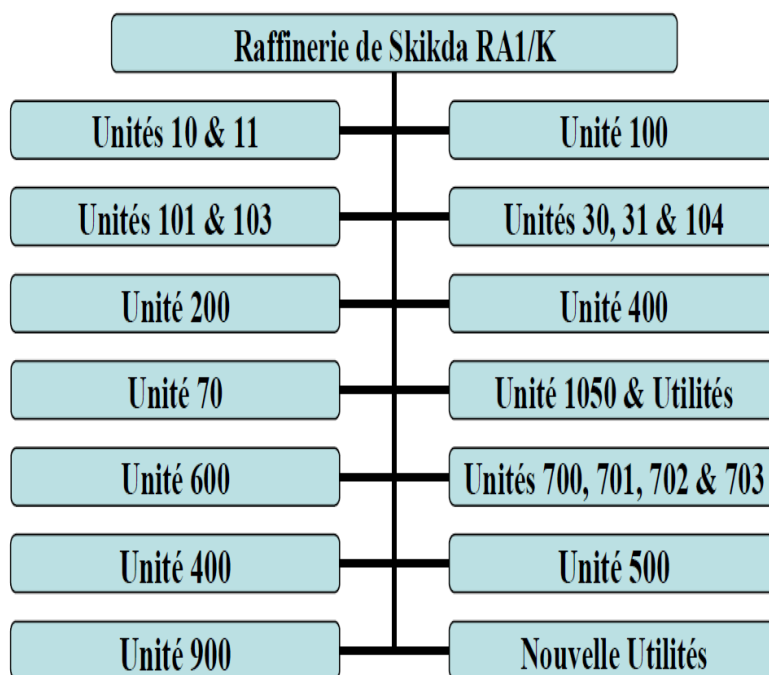


Figure I.9. Les différentes unités du complexe RA1/K

I.8. Unité de distillation du pétrole brut (Topping) U10, U11 [3]

I.8.1. Description de l'unité

Cette unité de distillation atmosphérique de pétrole brut est considérée comme l'unité principale de toutes la raffinerie. Elle traite du pétrole brut, qu'il soit produit localement ou importé. Dans notre cas, l'installation a été entreprise en prenant compte les spécifications du brut de Hassi Messaoud. L'objectif de cette unité est de séparer le pétrole brut en différentes fractions, comme illustré ci-dessous :

- Gaz combustible
- GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié)
- Coupe C6
- Naphta A
- Naphta B
- Naphta C
- Kérosène
- Diesel Léger (LGO, Light Gas Oil)
- Diesel Lourd (HGO, Heavy Gas Oil)
- RCO (Residuum Cracked Oil)

I.8.2. Capacité de traitement

La capacité de traitement après rénovation de l'unité I de la Distillation du Pétrole Brut (CDUI), unité 10, pour le pétrole brut de Hassi Messaoud est de 8,50 millions de tonnes métriques par an (sur la base d'un taux de traitement horaire de l'unité de 8000 heures par an).

I.9. Conclusion

Dans Ce premier chapitre nous avons présenté une introduction à la raffinerie de Skikda, permettant ainsi d'acquérir une meilleure connaissance de cette installation qui est réputée être la plus importante d'Algérie en termes de capacité de production.

Chapitre II :

Les systèmes HVAC

II.1. Introduction

HVAC (Heating and ventilating air conditioning system) ou CVC en français, est nécessaire dans une installation comme la raffinerie de Skikda, son rôle est de maintenir la température dans les locaux techniques et les sous-stations électriques ainsi que les salles de contrôle dans un intervalle normalisé.

Dans ce chapitre nous allons donner une présentation de ce système important.

II.2. But des systèmes HVAC [4][5][6]

Un système HVAC (chauffage, ventilation et climatisation) est un système tout-en-un qui est installé dans un bâtiment ou une installation pour assurer une bonne qualité et une bonne circulation de l'air ainsi que le confort des occupants. Ces systèmes parviennent à cette fin en faisant circuler l'air à l'intérieur et en l'évacuant vers l'extérieur.

Les composants du système HVAC intègrent les fonctions de chauffage, de ventilation et de climatisation. Cela comprend les filtres, les compresseurs, les serpentins, les ventilateurs, les échappements, la plomberie et les autres composants électriques.

Leur objectif est d'assurer le confort thermique intérieur, les performances requises des appareils et une haute efficacité énergétique. Les systèmes HVAC sont conçus pour maintenir des conditions de température et d'humidité appropriées dans les installations industrielles, contribuant ainsi à améliorer la productivité et la santé des travailleurs. Il est également utilisé pour maintenir des conditions optimales dans les processus de fabrication et de stockage des produits. Les systèmes HVAC industriels sont souvent équipés de filtres à air pour éliminer les particules et les contaminants de l'air.



Figure II.1. Partie extérieure de l'HVAC

II.2.1. Comment fonctionne un système HVAC ? [7]

Le fonctionnement des systèmes HVAC est basé sur les principes du transfert de chaleur, de la thermodynamique et de la dynamique des fluides. L'objectif est de contrôler les températures intérieures, y compris le chauffage et le refroidissement des pièces, à une température confortable, de surveiller la température des équipements à proximité des centres de données et des salles de contrôle pour éviter la surchauffe, ainsi que d'éliminer l'air vicié et d'apporter de l'air frais dans le bâtiment.

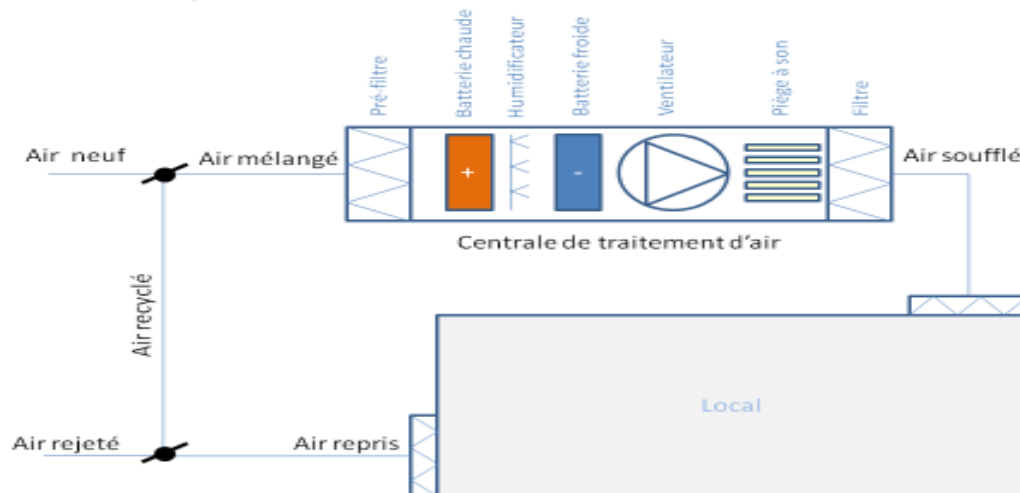


Figure II.2. Système de traitement d'air

II.2.2. Les composants de base du système HVAC [8]

Un système HVAC se compose de divers composants. Certains des principaux composants sont décrits dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.1. Les composants de base du système HVAC


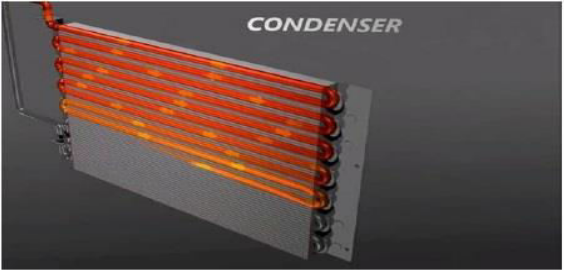

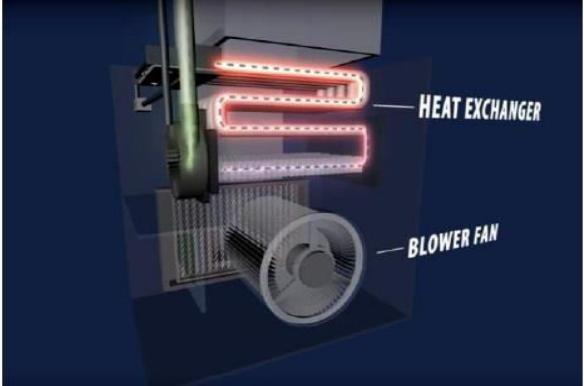
<p>a. Thermostat :</p> <p>Un thermostat régule la température dans la plage souhaitée. Mesure la température ambiante et ajuste le système HVAC pour atteindre le niveau de climatisation souhaité.</p>	
<p>b. Unité de condenseur :</p> <p>Le but de l'unité de condenseur dans le système HVAC est de condenser le gaz réfrigérant à haute température, qui est dirigé vers les serpentins de l'évaporateur, en une phase liquide.</p>	
<p>c. Serpentin d'évaporateur :</p> <p>Le but du serpentin de l'évaporateur dans le système HVAC est de refroidir l'air extérieur en utilisant le réfrigérant condensé du condenseur. Il est utilisé pour évaporer le réfrigérant liquide présent dans les serpentins qui à son tour refroidit l'air entrant.</p>	
<p>d. L'échangeur de chaleur :</p> <p>L'échangeur de chaleur du système HVAC est responsable du chauffage de l'air entrant en hiver. Il est situé dans la partie fournaise qui échange de la chaleur avec de l'air frais pour fournir de l'air à la température requise par le thermostat.</p>	

Tableau II.1. Les composants de base du système HVAC (suite)

<p>e. Le Ventilateur :</p> <p>Le but du ventilateur est d'aspirer l'air de l'atmosphère et de lui donner de l'énergie cinétique afin qu'il puisse se déplacer facilement avec les conduits.</p>	
<p>f. Système de conduit :</p> <p>Le système de conduits distribue l'air à l'endroit requis d'une pièce à l'autre. Ils ont généralement une forme rectangulaire, cylindrique et ovale.</p>	
<p>g. Conduit d'aération :</p> <p>Des trous sont présents aux extrémités des conduits pour fournir de l'air conditionné aux pièces et lieux requis.</p>	
<p>h. Diffuseurs :</p> <p>Les diffuseurs sont utilisés pour réduire le débit de l'air en gênant leur cheminement. Ils peuvent être installés dans les conduits ou à l'extrémité des conduits.</p>	

II.3. Classification des systèmes HVAC

Les systèmes HVAC sont classés en deux catégories :

II.3.1. Système de climatisation centralisée

Dans un système de climatisation central, l'air est traité à un point central du bâtiment et envoyé par des conduits vers d'autres parties du bâtiment. Ils offrent un environnement facile à maintenir à une température constante dans différentes pièces et posent moins de problèmes de maintenance. Il est moins cher de maintenir un système HVAC centralisé.

II.3.2. Système de climatisation décentralisé ou local

La climatisation distribuée ou locale est l'opposé d'un système HVAC centralisé. Utiliser plusieurs unités au lieu d'un seul système centralisé pour répondre à vos besoins. Cela facilite le maintien de différentes températures dans différents endroits, réduisant ainsi les coûts et offrant un meilleur contrôle du chauffage, de la ventilation et du refroidissement. Mais cela ajoute des points de maintenance. Cela présente l'avantage que la défaillance d'une unité n'affecte pas l'ensemble du système comme c'est le cas avec les systèmes HVAC centralisés.

Les figures suivantes montrent une représentation hiérarchique horizontale des systèmes HVAC :

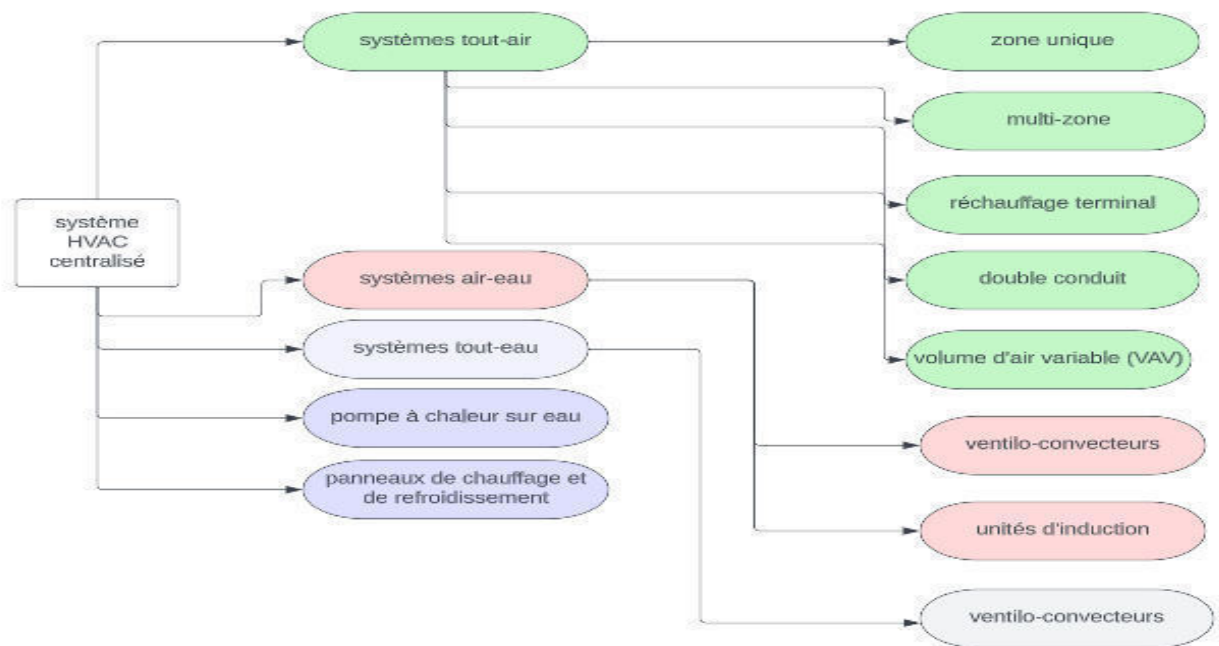


Figure II.3. Hiérarchie horizontale des principaux types de systèmes HVAC centraux

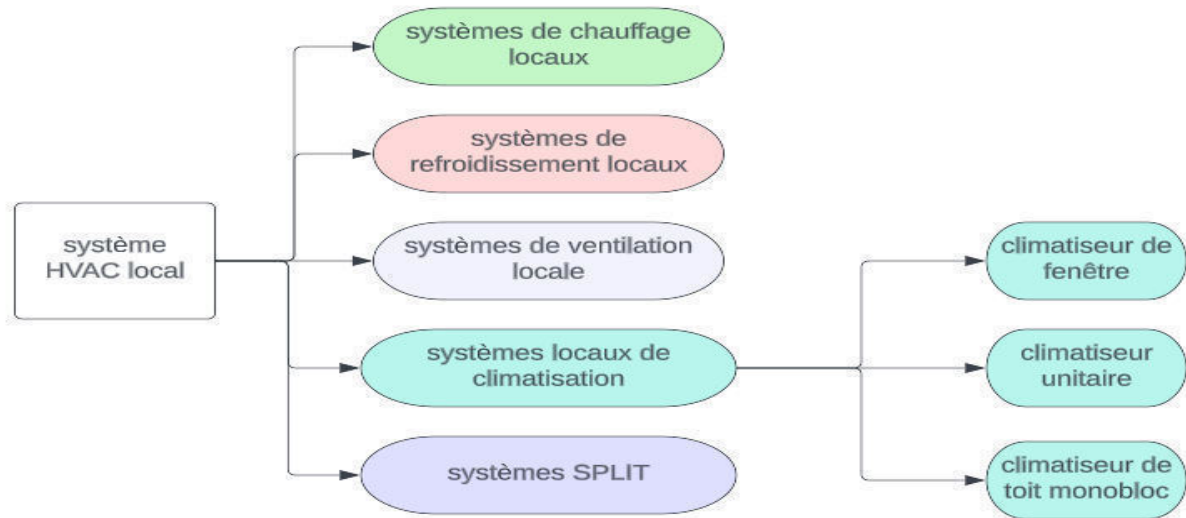


Figure II.4. Hiérarchie horizontale des principaux types de systèmes HVAC locaux

Dans la salle technique SRR1 de la Raffinerie du SKIKDA, le type de l'HVAC utilisé est de type local (systèmes SPLIT). Alors, on va détailler plus ce type de système.

II.3.3. Systèmes SPLIT (HVAC local)

Un système split comprend deux unités centrales : un condenseur extérieur et un évaporateur intérieur. Les deux unités sont reliées par des lignes pour le câblage et la tuyauterie du réfrigérant.

Ce système résout certains des problèmes des petits systèmes à zone unique, car l'emplacement et l'installation des fenêtres, des appareils ou de la climatisation du toit peuvent affecter la valeur esthétique et la conception architecturale d'un bâtiment. Un système divisé (Split) peut contenir une unité de condensation et peut être connecté à plusieurs unités d'évaporation pour couvrir autant de zones que possible dans des conditions environnementales identiques ou différentes.

II.3.3.1. Unité de condensation split system - Évaporateurs de refroidisseurs à distance – RAUJ [9]

Les condenseurs refroidis à l'air de 20 à 120 tonnes Trane sont les leaders du marché des systèmes split. Conus pour leur efficacité, fiabilité et leur polyvalence, les unités Trane présentent la conception la plus avancée de l'industrie. Les unités de 20 à 120 tonnes sont équipées de compresseurs Scroll 3DTM de Trane, de commandes à semi-conducteurs.

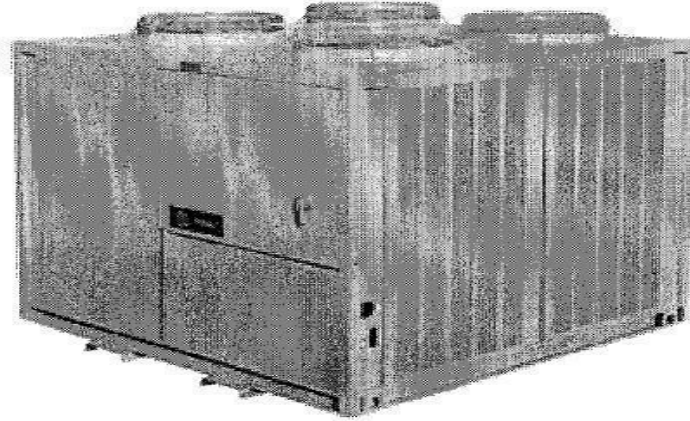


Figure II.5. Unité de condensation split system Évaporateurs/Refroidisseurs à distance RAUJ

II.3.3.2. Les Avantages du compresseur Scroll

- Les compresseurs Scroll sont connus pour leur grande efficacité énergétique
- Ils ont une conception simple avec moins de pièces mobiles, ce qui réduit le risque de panne mécanique
- Ils fonctionnent de manière plus silencieuse que les compresseurs à piston
- Grâce à leur conception simple et robuste, les compresseurs Scroll nécessitent moins de maintenance et d'entretien par rapport à d'autres types de compresseurs

II.4. Contrôle des systèmes HVAC

Il existe plusieurs automates qui peuvent être utilisés pour contrôler les systèmes HVAC. Dans notre travail, nous allons nous concentrer sur un seul type d'automate appelé **MicroLogix™ 1400** qui est utilisé dans les installations de la plateforme RA1K.



Figure II.6. Contrôleur MicroLogix 1400

II.4.1. Description de l'automate MicroLogix 1400 (coté Hardware)

L'automate programmable MicroLogix 1400 Série 1766 comprend une alimentation, des circuits d'entrée et de sortie, un processeur, un port de communication isolé RS-232/485 combiné, un port Ethernet et un port de communication RS-232 non isolé. Chaque automate prend en charge 32 points d'E/S distincts (20 entrées numériques, 12 sorties distinctes) et 6 points d'E/S analogiques (4 entrées analogiques et 2 sorties analogiques : uniquement 1766 -L32BWAA, 1766-AWAA et 1766-BXBA).

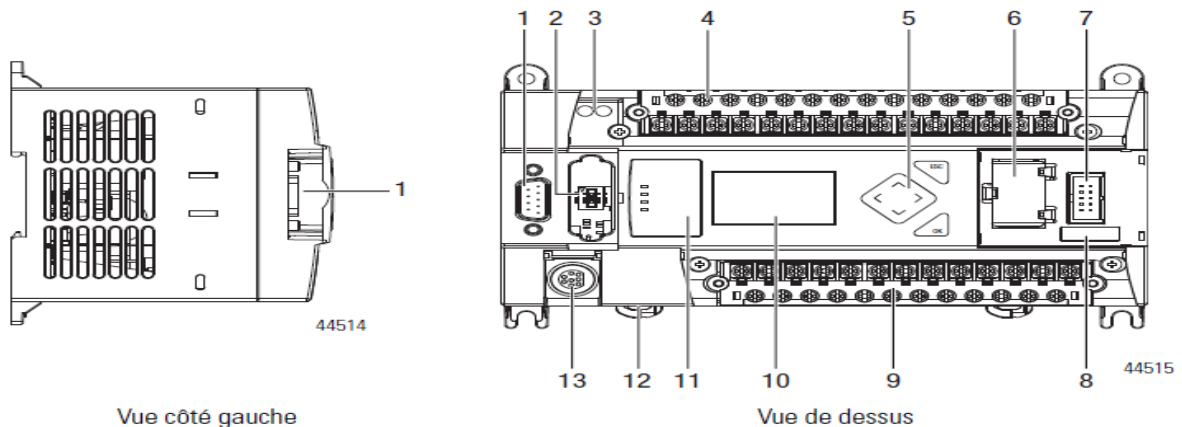


Figure II.7. Composants de l'Allen-Bradley® MicroLogix™ 1400

Les caractéristiques matérielles du contrôleur sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.2. Caractéristiques matérielles de contrôleur MicroLogix 1400

Description	
1	Port de communication. 2 – connecteur RS-232C D-Shell 9 broches
2	Module mémoire (se reporter à la publication 1766-IN010 , MicroLogix 1400 Memory Module Installation Instructions, pour les instructions d'installation du module mémoire).
3	24 V utilisateur (seulement pour 1766-L32BWA et 1766-L32BWAA)
4	Bornier d'entrée
5	Clavier de l'écran LCD (ESC, OK, Haut, Bas, Gauche, Droite)
6	Compartment de la pile
7	Connecteur bus d'extension 1762
8	Connecteur de la pile
9	Bornier de sortie
10	Écran LCD
11	Panneau des voyants DEL
12	Port de communication. 1 – connecteur RJ45
13	Port de communication. 0 – connecteur mini DIN 8 broches, RS-232C/RS-485

II.4.2. Description des composants

II.4.2.1. Module mémoire MicroLogix 1400 et horloge temps réel intégrée

Le contrôleur dispose d'une horloge en temps réel intégrée pour fournir une référence pour les applications qui nécessitent un contrôle basé sur le temps. Le contrôleur est livré avec un couvercle de port de module de mémoire en place. Le module de mémoire offre la possibilité de sauvegarder les programmes et données utilisateur et constitue un moyen pour transporter les programmes entre les automates. Lorsque l'alimentation de l'automate est coupée, le module de mémoire fournit des sauvegardes supplémentaires qui peuvent être stockées séparément.

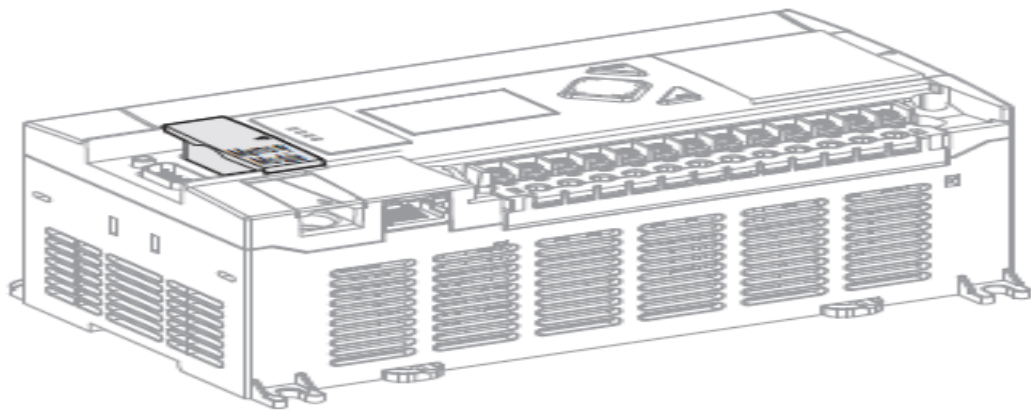


Figure II.8. Module mémoire 1766-MM1

II.4.2.2. E/S d'extension 1762

Les E/S d'extension 1762 peuvent être connectées à l'automate MicroLogix 1400, comme illustré ci-dessous. Un maximum de sept modules d'E/S, dans n'importe quelle combinaison, peuvent être connectés à un automate.

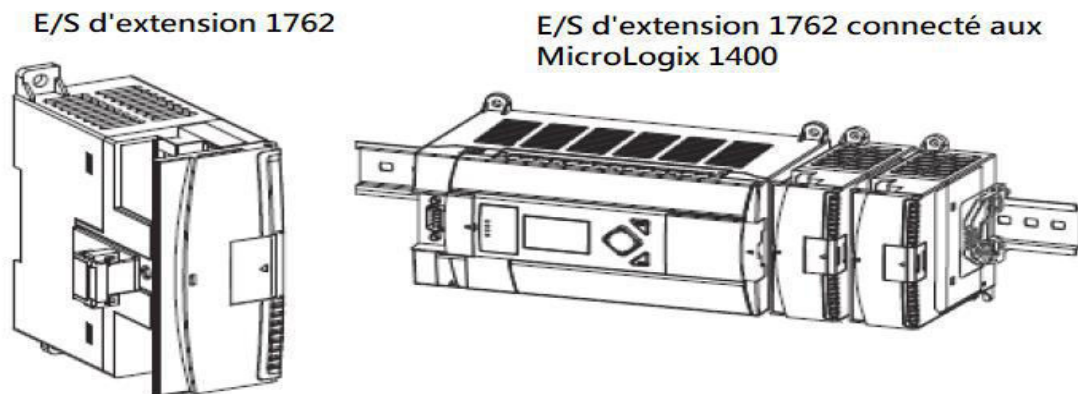


Figure II.9. E/S d'extension 1762

II.4.2.3. Expansion E/S

Les différents modules d'extension d'E/S que nous pouvons trouver pour se connecter à Allen Bradley Micrologix™ 1400 sont :

Tableau II.3. Différents modules d'extension E/S

Numéro de catalogue	Description
Digitale	
1762-IA8	Module d'entrée 8 points 120 V c.a.
1762-IQ8	Module d'entrée 24 V c.c. à 8 points d'absorption/alimentation
1762-IQ16	Module d'entrée 24 V c.c. collecteur/source à 16 points
1762-IQ32T	Module d'entrée 24 V c.c. collecteur/source à 32 points
1762-OA8	Module de sortie triac 8 points 120/240 V c.a.
1762-OB32T	Module de sortie 24 V CC à source de 32 points
1762-OV32T	Module de sortie 24 V c.c. à 32 points d'absorption
Analogique	
1762-IF4	Module d'entrée analogique de tension/courant à 4 canaux
1762-OF4	Module de sortie analogique tension/courant à 4 canaux
1762-IF2OF2	Module analogique de tension/courant de sortie à 2 canaux d'entrée combinée
Température	
1762-IR4	Module d'entrée RTD/résistance à 4 canaux
1762-IT4	Module d'entrée thermocouple/mV à 4 canaux

II.4.3. Module d'entrées CC MicroLogix 1762-IQ32T

Le module d'entrée 1762 convient à une utilisation dans un environnement industriel lorsqu'il est installé conformément à ces instructions. Plus précisément, cet équipement est destiné à être utilisé dans des environnements propres et secs (degré de pollution 2) et sur des circuits ne dépassant pas la catégorie de surtension II (CEI 60664-1).

II.4.3.1. Câblage d'entrée

Le câblage de base des dispositifs d'entrée au 1762-IQ32T est illustré ci-dessous :

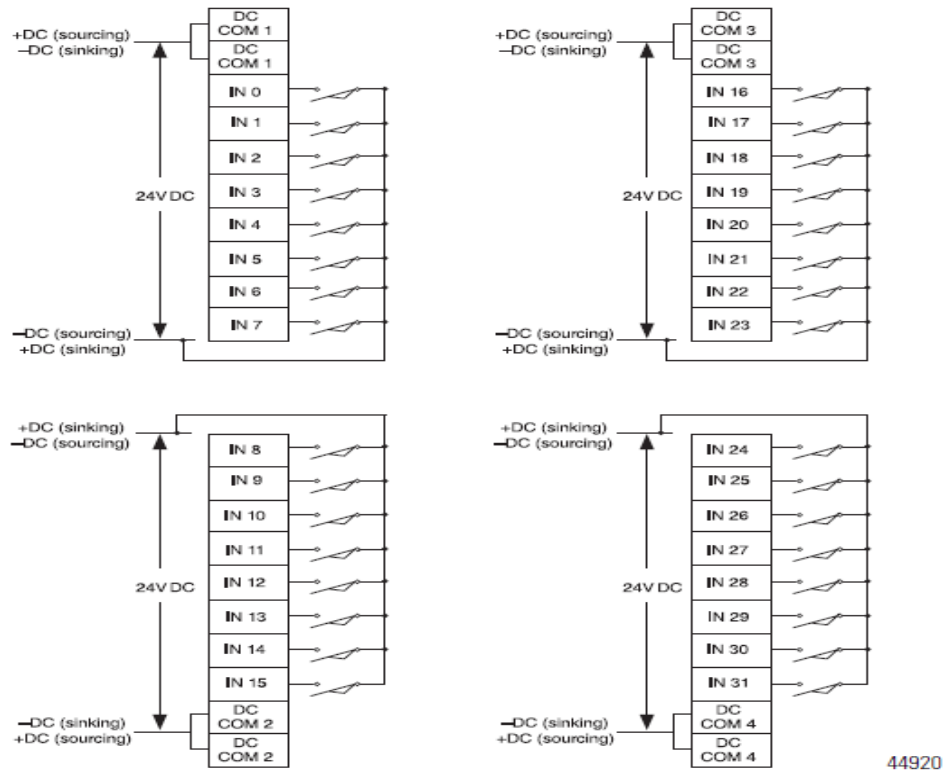


Figure II.10. Câblage d'entrée de base vers le module 1762-IQ32T

II.4.3.2. Caractéristiques générales

Tableau II.4. Caractéristiques générales - Module d'entrée CC. 1762-IQ32T

Attribut	Valeur
Nombre des entrées	32
Dimensions	90 × 40,4 × 87 mm
HxLxP	(3,54 x 1,59 x 3,43 pouces)
Poids à l'expédition, env.	200 g (7,05 oz)
Appel de courant de bus, max	170 Ma à 5 V CC 0 Ma à 24 V CC
Taille de fil	Fil de cuivre solide ou toronné 22, 24, 26 AWG évalué à 90 °C (194 °F)
Catégorie de câblage	2 – sur les ports de signal
Indice de service du pilote Non évalué	Non classé
Indice de protection du boîtier IP20	IP20
Code temporaire nord-américain	T3C

II.4.3.3. Adressage des entrées

Le schéma d'adressage des entrées est représenté dans la figure suivante :

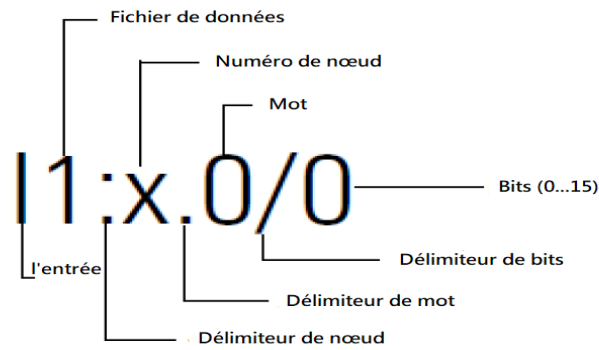


Figure II.11. Adressage du module d'entrées CC 1762-IQ32T

II.4.4. Module de sortie relais MicroLogix™ 1762-OW16

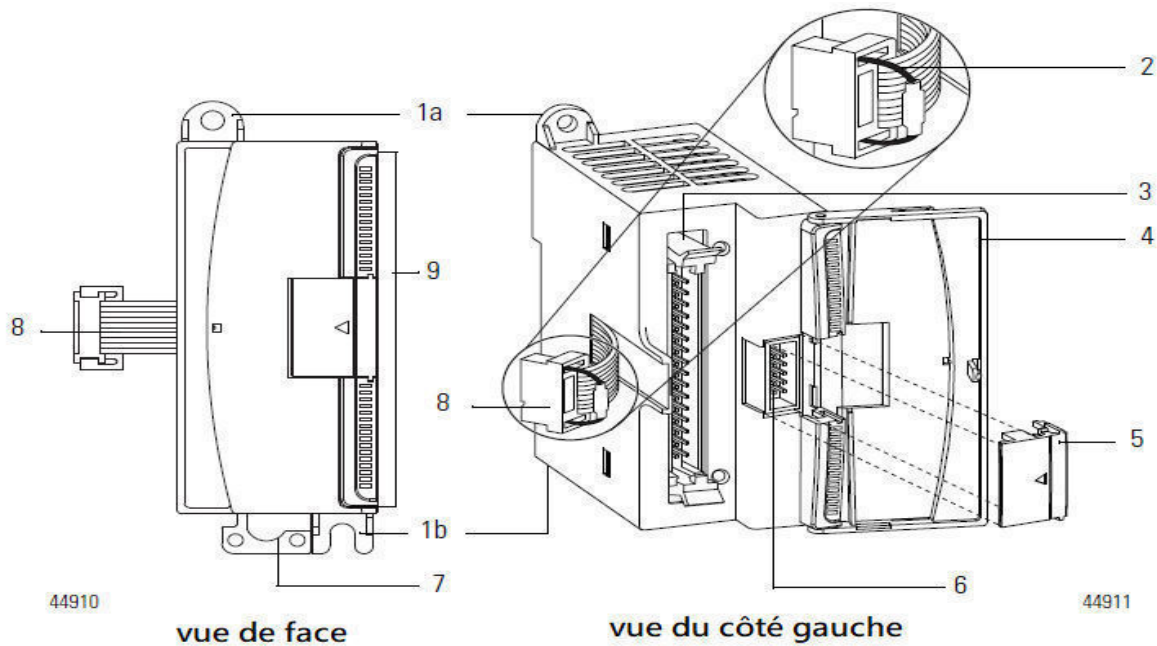


Figure II.12. Module de sortie relais 1762-OW16

Tableau II.5. Composants du module de sortie relais 1762-OW16

	Description		Description
1a	Languette de montage du panneau supérieur	5	Capot du connecteur de bus
1b	Languette de fixation du panneau inférieur	6	Connecteur de bus avec broches mâles
2	Boucle de traction	7	Bornier
3	Connecteur MIL-C-083503	8	Câble plat avec connecteur de bus (broches femelles)
4	Porte du module avec étiquette d'identification des bornes	9	LED de diagnostic d'E/S

II.4.4.1. Câblage de sortie

Le câblage de base du 1762-OW16 est illustré ci-dessous :

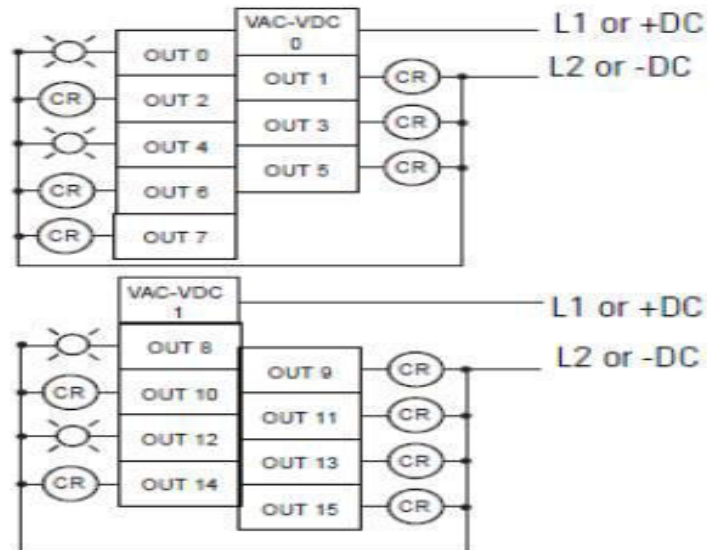


Figure II.13. Câblage du module de sortie relais 1762-OW16

II.4.4.2. Caractéristiques générales

Tableau II.6. Spécifications du module de sortie relais 1762-OW16

Caractéristiques	1762 OW-16
Catégorie de tension	Relais normalement ouvert CC/CA
Plage de tension de fonctionnement	5 à 265V CA 5 à 125V CC
Nombre de sorties	16
Dissipation thermique (max.)	5,6 watts
Retard du signal (max.) – charge résistive	Retard marche : 10 ms Retard arrêt : 10 ms
Courant à l'état passant (min.)	10 mA
Courant continu par point (max.)	2.5 A
Courant continu par commun (max.)	8A
Courant continu par module (max.)	16A
Charge totale contrôlée (max.)	1440 VA

II.4.4.3. Adressage des sorties

Le schéma d'adressage des sorties d'extension 1762 est illustré ci-dessous :

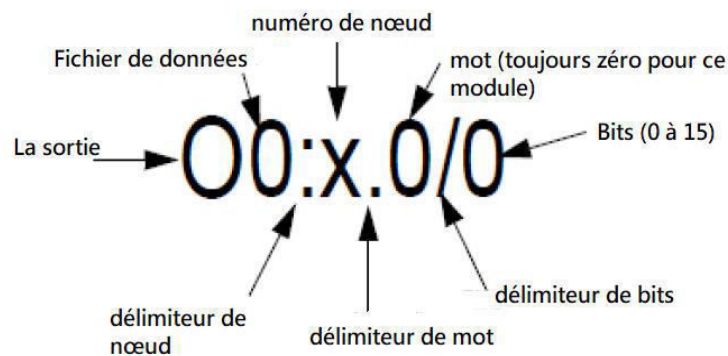


Figure II.14. Adressage du module de sortie relais 1762-OW16

II.4.5. Assemblage du système

Le module d'E/S d'extension est relié au contrôleur ou à un autre module d'E/S au moyen d'un câble ruban après le montage, comme indiqué ci-dessous :

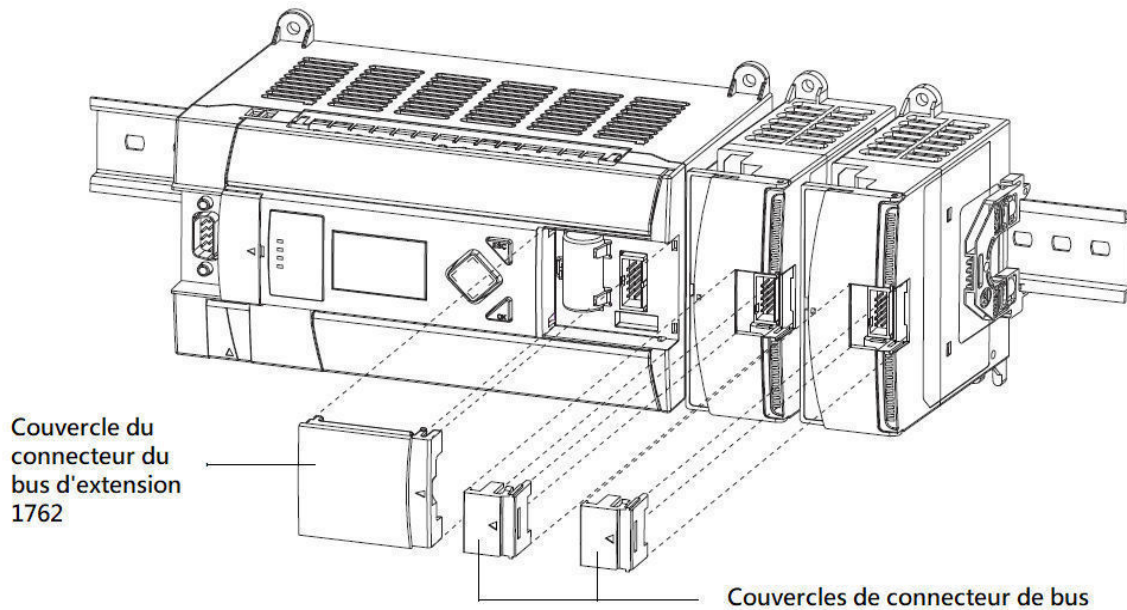


Figure II.15. Assemblage du système MicroLogix™ 1400

II.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les systèmes HVAC, leurs composants et leur fonctionnement, après nous avons classifié ces systèmes, et à la fin, on s'est focaliser sur le modelé contrôler par un Automate Programmable Industriel ; MicroLogix 1400 (Son architecture et ses fonctionnalités).

Cet API est le sujet de notre étude dans le 5^{ème} chapitre (l'implémentation de la communication entre API et DCS).

Chapitre III :
Le système DCS
Yokogawa Centum VP

III.1. Introduction

Un système de contrôle distribué (Distributed Control System en anglais) est utilisé pour gérer et automatiser les processus industriels dans une installation. Il est constitué de plusieurs composants distribués physiquement à travers le processus et interconnectés pour former un système intégré de contrôle.

Les DCS sont utilisés dans de nombreux secteurs industriels, tels que la production de pétrole et de gaz, la production d'énergie, la production de produits chimiques, la production de papier, etc... Ils permettent de surveiller et de contrôler efficacement les processus industriels, de réduire les coûts de production et d'améliorer la qualité des produits.

Ici, dans ce chapitre, nous allons présenter un de ces systèmes de contrôle distribué.

III.2. Le DCS YOKOGAWA CENTUM VP [10][11][12][13]

III.2.1. Architecture du système DCS YOKOGAWA CENTUM VP

CENTUM VP a une architecture simple et commune composée d'interfaces homme-machine appelées station d'interface humaine (HIS), station de contrôle de terrain (FCS) et réseau de contrôle (Vnet/IP). Ces trois composants principaux permettent une évolutivité allant d'une petite échelle à des installations très grandes et complexes.

L'architecture du système CENTUM VP est très simple. Des réseaux hautement flexibles peuvent être conçus à l'aide d'équipements de réseau disponibles dans le commerce, tels que HUB de commutation (couche 2 et couche 3).

Bien que les données de contrôle et la communication ouverte puissent être physiquement transmises sur le même câble Vnet/IP, ces communications sont logiquement séparées afin qu'elles n'interfèrent pas les unes avec les autres. Il permettra l'intégration de composants non CENTUM dans le réseau.

L'architecture du système permet jusqu'à 100 000 repères instrument et 512 stations. Différents domaines peuvent être définis pour séparer les principales fonctionnalités au sein de l'organisation de l'utilisateur.

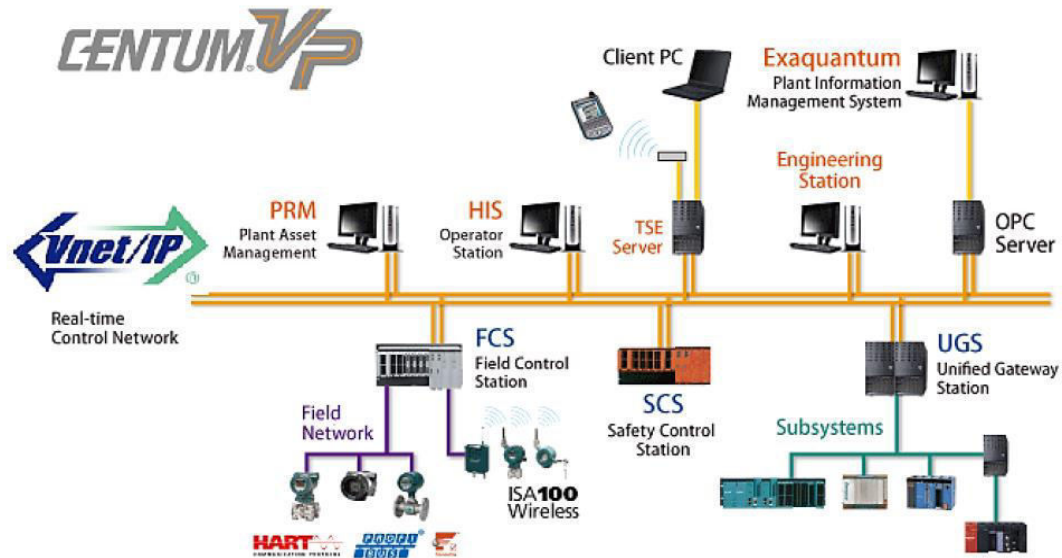


Figure III.1. Architecture typique de Centum VP

Le système CENTUM VP se compose de divers composants pour l'exploitation et la surveillance pour le contrôle de processus et autres équipements. Les principaux composants de CENTUM VP sont :

- **FCS (Field control station / station de contrôle de terrain)** : La FCS assure les fonctions de contrôle par le biais d'instruments de terrain et de fonctions dans sa base de données. Les informations de processus sont placées sur le réseau industriel pour être surveillées ou contrôlées par un HIS.
- **Vnet/IP** : Un réseau de contrôle industriel temps réel basé sur le protocole Ethernet.
- **HIS (Human interface station / station interface homme-machine)** : Cette station est principalement utilisée pour l'exploitation et la surveillance des fonctions de l'usine. Avec le logiciel d'ingénierie en option.

III.2.1.1. Station de contrôle de terrain (FCS)

La FCS exécute des fonctions de calcul et de contrôle pour chaque bloc fonctionnel et des fonctions d'entrée/sortie pour les E/S de processus et logicielles. L'unité de contrôle de terrain (FCU) est le cœur de la FCS.

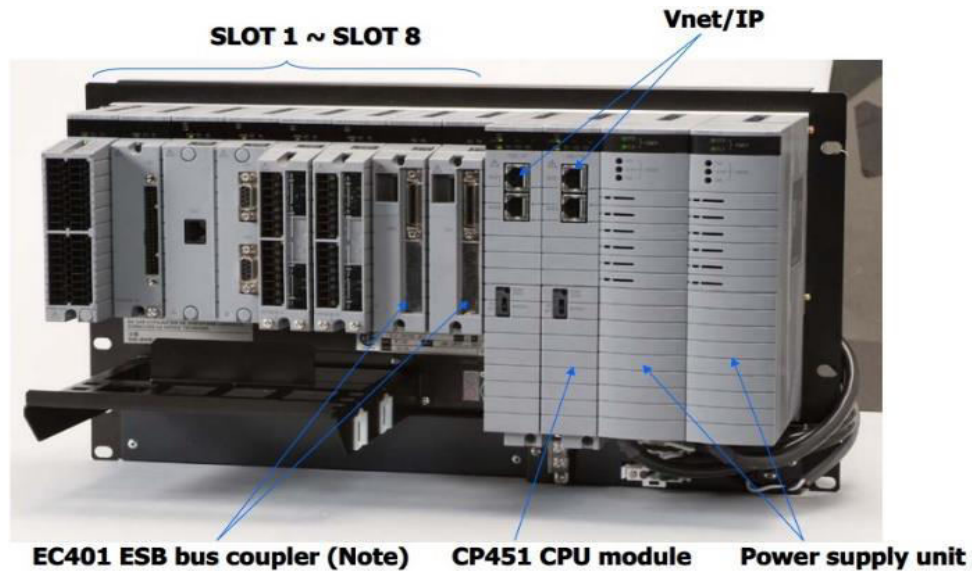


Figure III.2. Station de contrôle de terrain (FCS)

La FCS est le cœur du système de contrôle CENTUM VP. Il se compose de deux alimentations, de deux cartes de communication et d'un ou plusieurs processeurs RISC redondants simples ou "paire et redondance" selon la disponibilité du système requis. FCS exécute toutes les actions liées au contrôle de processus. Il contient le PID réel et d'autres contrôleurs, commutateurs, logiques, séquences et commandes avancés. Il communique via le bus ESB/ERB avec les NU et via Vnet/IP (réseau local de contrôle de processus en temps réel) avec interface opérateur et environnement d'ingénierie.

Les composants du FCS sont :

- Unité de contrôle de terrain (FCU)
- Unité de nœud (NU)
- Bus ESB, bus ERB

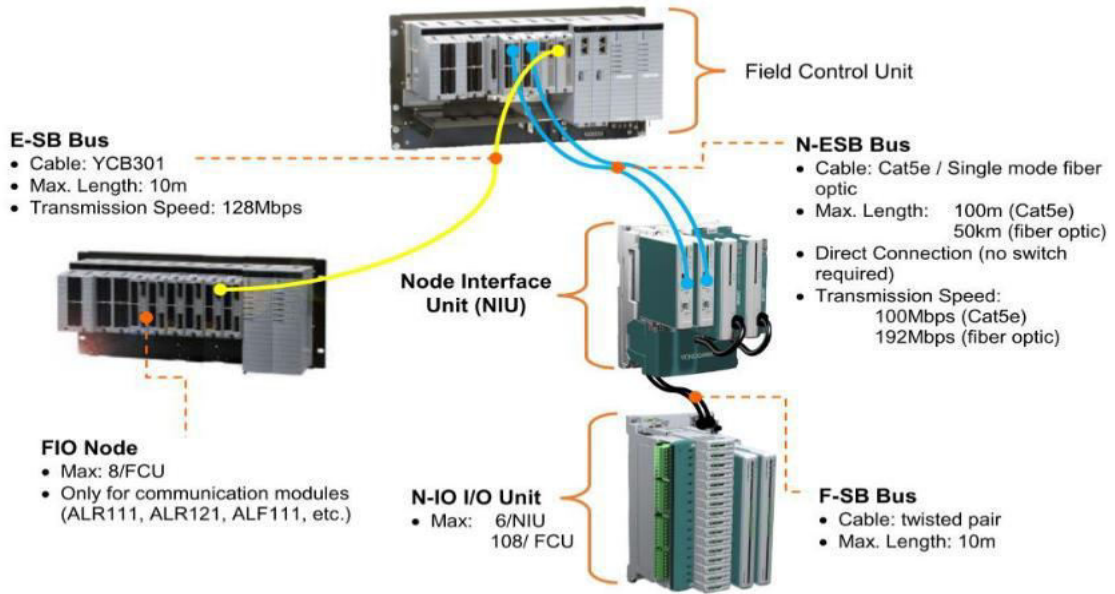


Figure III.3. Les composants du FCS

III.2.1.1.1. Unité de contrôle de terrain (FCU)

Le FCU comprend des cartes et des modules qui effectuent des calculs de contrôle pour FCS ; pour un FCU duplex, le processeur et le module de puissance sont duplex. Des modules d'E/S peuvent être montés. Pour ajouter des unités de nœud, un module d'interface de bus est requis.

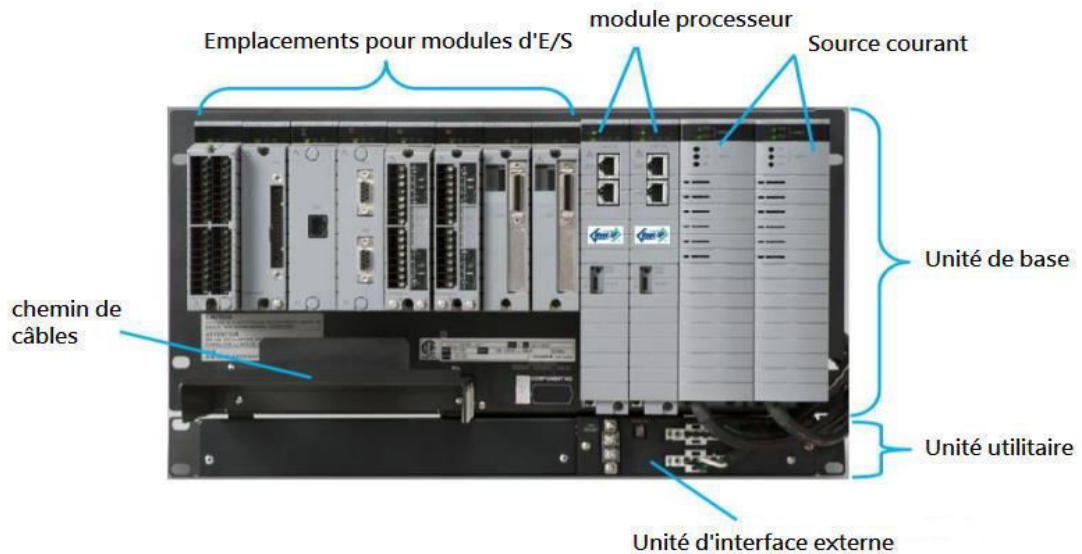


Figure III.4. Unité de contrôle de terrain (FCU)

III.2.1.1.2. Unité de nœud (NU)

Une unité de nœud (NU) est une unité de traitement du signal qui convertit et transmet les signaux d'E/S de traitement numérique ou analogique reçus des appareils de terrain au vers le FCU.

L'unité de nœud (NU) se compose d'une unité de bouton de bus ESB (nœud local) montée dans la station FCS et d'une unité de bouton de bus ERB (nœud distant) montée dans une armoire ou une carte à proximité du site de l'usine. L'unité de nœud se compose d'un module d'interface dépendant du bus ESB ou d'un module d'interface dépendant du bus ERB, d'un module d'E/S et d'un module d'alimentation.

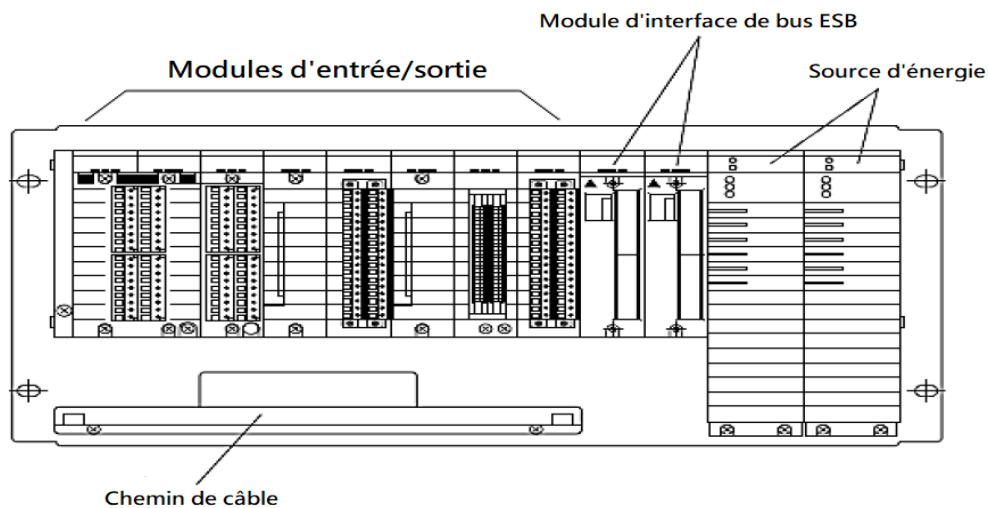


Figure III.5. Unité de nœud (NU)

III.2.1.1.3. Bus ESB et bus ER

Le bus série d'extension de carte mère (ESB) est un bus de communication disponible pour une double redondance connectant les unités de nœud de bus ESB et le FCU. Bus distant amélioré (Bus ER) est un bus de communication à haut débit disponible pour une double connexion redondante d'unités de nœud de bus ESB et d'unités de nœud de bus ER. À l'aide du bus ER, les unités de nœud peuvent être situées à l'écart de l'armoire FCU ainsi qu'à l'intérieur de l'armoire.

Cette disponibilité pour les unités de nœud de bus ER répond à des cas tels que la localisation d'unités de nœud à proximité des appareils de terrain, la disponibilité limitée de l'alimentation pour des raisons de sécurité ou la localisation d'unités de nœuds distinctes en raison de problèmes d'espace.

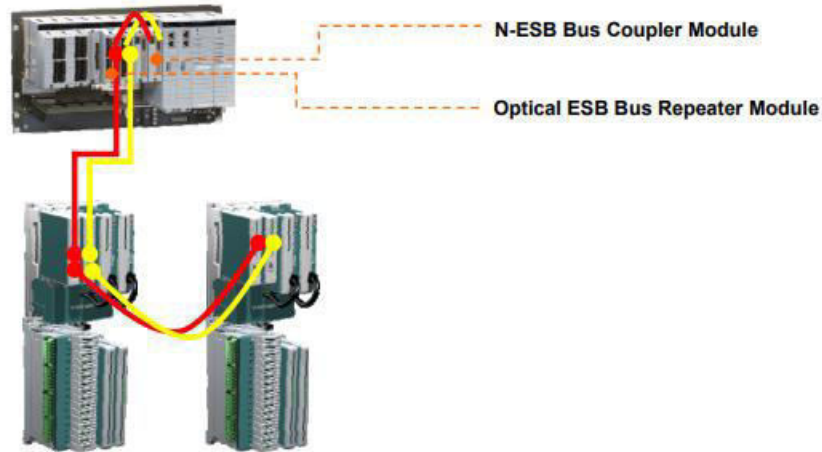


Figure III.6. Méthode de connexion du bus optique ESB

III.2.1.1.4. Modules d'E/S

Les modules d'entrée convertissent les signaux de processus au format de données numériques utilisé dans le FCS. Les modules de sortie convertissent le format de données numériques utilisé dans le FCS en signaux analogiques ou de contact. Modules d'E/S sont disponibles pour tous les types de signaux disponibles dans l'industrie de procédés.

FIO (Field network I/O) est une série de modules d'E/S à faible coût, qui ont été développés pour améliorer la densité de conditionnement. La large gamme de modules disponibles permet à la configuration du système de répondre aux exigences des signaux de processus et de fournir différents niveaux d'isolation.

Les modules FIO offrent une grande flexibilité dans le choix de la connexion aux signaux de terrain, à savoir. Connecteurs à pince de pression, connecteurs MIL et adaptateurs d'interface de câble KS (câble système propre à Yokogawa). La redondance double est possible pour tous les modules d'E/S et types de signaux. Des modules d'E/S compatibles HART sont disponibles qui fournissent une entrée de signal HART directe au module d'E/S sans avoir besoin d'un multiplexeur HART intermédiaire, etc.

Tableau III.1. Les modules E/S pour FIO

Modèles	Nom
Modules d'E/S analogiques	
AAI141	Module d'entrée analogique (4 à 20 ma, 16 canaux, non isolé)
AAV141	Module d'entrée analogique (1 à 5 V, 16 canaux, non isolé)
Modules E/S digitale	
ADV151	Module d'entrée digitale (32 canaux, 24 V CC, isolé)
ADV141	Module d'entrée digitale (16 canaux, 100 V à 120 V CA, isolé)
Modules de communication	
ALR111	Module de communication RS-232C (RS-232C, 2 ports pour N-IO/FIO)
ALR121	Module de communication RS-422/RS-485 (RS-422/RS-485, 2 ports pour N-IO/FIO)

III.2.1.2. Le Vnet/IP

Vnet/IP est un réseau de contrôle Ethernet Gigabit pour l'automatisation des processus. Il fournit une communication en temps réel hautement fiable qui est essentielle pour le fonctionnement stable de l'usine. Vnet/IP est un réseau de contrôle redondant, composé du bus 1 et du bus 2. Le bus 1 est généralement utilisé pour la communication de contrôle afin de transmettre les données de contrôle ; cependant, lorsque le bus 1 tombe en panne, il commute automatiquement son chemin de communication et le bus 2 continue de contrôler la communication sans s'arrêter.



Figure III.7. La carte réseau Vnet/IP (Modèle : VI702)

Tableau III.2. Caractéristiques du Vnet/IP

Topologie	Topologie étoile/arbre
Vitesse de transmission	1 Gbit/s pour le matériel Yokogawa, 100 Mbit/s pour l'équipement Ethernet général
Contrôle d'accès	Un duplex plein
La gamme	64 stations / domaine
Configuration du bus	Double redondance
Contrôle des communications	Fonctionnellement compatible avec Vnet
Communication ouverte	TCP/IP
Equipement réseau	Concentrateurs et routeurs de commutation disponibles dans le commerce
Câbles	Câbles UTP CAT5e ou supérieur ou câbles à fibre optique monomode

III.2.1.3. Station interface Homme-Machine (HIS)

Le HIS est une station utilisée principalement pour l'exploitation et la surveillance du processus. bien qu'ils aient les mêmes fonctionnalités, leur aspect est assez différent.

Il est directement connecté à Vnet/IP, assurant une communication en temps réel entre l'interface opérateur et le comportement de l'installation, par ex. façades et alarmes, etc. Le HIS est également connecté à Ethernet qui interconnecte tous les HIS permettant des fonctionnalités client-serveur au niveau de l'interface opérateur telles que le partage de fichiers de tendances, de bases de données d'événements, etc.

Parmi les caractéristiques du HIS, on mentionne :

- ❖ **Information de gestion** : intégration facile avec des systèmes de haut niveau, paquets de gestion avancés et packages de bases de données historiques ... etc.
- ❖ **Ingénierie** : Ingénierie de ligne OFF/ON, de puissants outils d'ingénierie et de test et paquets de bases de données historiques ... etc.
- ❖ **Maintenance** : autodiagnostic approfondi, fonctions de maintenance et de rapport, Maintenance en ligne et télémaintenance ... etc.
- ❖ **Traitement de l'information** : 1,000,000 tag names, 4000 panneaux d'affichage, tendance améliorée, fonctions d'alarme intelligentes... etc.

Le matériel HIS se décline en trois types : PC à usage général, PC industriel (uniquement pour le marché japonais) et console.

- ❖ PC à usage général : PC de bureau supérieur en termes de performances et de coût.
- ❖ PC industriel : PC de bureau avec fonctions de fiabilité, de disponibilité et de maintenance (RAS).
- ❖ Console : console avec un clavier d'opération (OPKB) ayant 8 touches de boucle.



Figure III.8. Exemple de configuration de PC de bureau

III.2.1.3.1. Capacité de fonctionnelle

L'HIS fournit un environnement d'exploitation puissant avec un large éventail de capacités et une capabilité élevée. Il peut être exploité comme une station autonome sans dépendre d'un serveur central, etc. Chaque opérateur peut effectuer les opérations quotidiennes en toute autonomie grâce à un HIS dédié. Tous les HIS ont la capacité de communiquer et d'échanger les données requises de manière flexible et d'effectuer une configuration de sauvegarde mutuelle par n'importe quel autre HIS. Les capacités fonctionnelles et les capabilités suivantes peuvent être intégrées dans chaque station HIS.

- Nombre des Tags : 100 000 (extensible jusqu'à 1 000 000)
- Fenêtre graphique : 4 000 (400 données par fenêtre)
- Groupe de tendance : 800 (8 tendances colorées par fenêtre)
- Fenêtre de point de tendance : 6 400
- Période d'enregistrement des données de tendance : Aucune limitation
- Période de mise à jour de l'affichage de la fenêtre : 1 minute (Par défaut)
- Période d'enregistrement des messages historiques : Aucune limite.

III.2.1.3.2. Service des terminaux

HIS de CENTUM VP peut fournir des services Terminal Server (TS) en utilisant la technologie Windows 2003 TS. Le serveur TS permet un accès simultané à l'application CENTUM VP, jusqu'à huit clients. Les fonctions d'exploitation et de surveillance peuvent être exécutées à partir d'ordinateurs distants similaires aux ordinateurs HIS locaux.

III.2.1.3.3. Poste de travail d'ingénierie (Engineering Work Station ENG)

Le CENTUM VP ENG est l'ordinateur utilisé pour la configuration et la maintenance du système. Il est également possible d'utiliser un seul ordinateur pour les fonctions HIS et EWS. Les fonctions techniques peuvent être réalisées en appliquant certains logiciels liés à l'ingénierie tels que : Fonction d'essai LHS5420, Fonction constructeur standard LHS5100, Constructeur graphique LHS5150 ... etc.

III.2.1.3.4. Fonction d'essai (Test Function)

Centum VP fournit un environnement de test d'ingénierie interne, En général, deux types de fonctions d'essai sont configurés par la station ENG, à savoir la fonction d'essai virtuel et la fonction d'essai cible. La fonction d'essai virtuel fournit un environnement de test sans véritable contrôleur FCS. L'émulateur FCS est utilisé sur PC pour simuler les fonctions et actions FCS. La fonction d'essai virtuel comprend principalement les capacités de fonctionnement FCS, de simulation de câblage, de point d'arrêt, d'exécution en une seule fois, de sauvegarde des paramètres de réglage, etc.

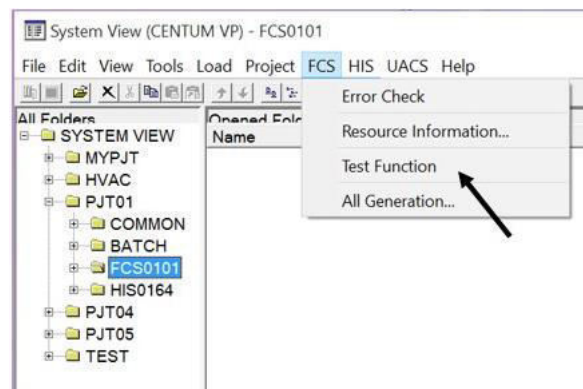


Figure III.9. Démarrage de la fonction de test

La fonction de test cible fournit un environnement de test avec le FCS réel, mais sans câblage de terrain ni cartes d'E/S. Même si le câblage de terrain est fourni, cette fonction de test est disponible en ignorant le câblage de terrain. En ignorant le câblage de terrain réel. Les signaux d'E/S de processus sont simulés par des E/S logicielles dans le FCS, et le PC peut recevoir un signal d'entrée et envoyer un signal de sortie depuis/vers la FCS. La fonction de test cible comprend principalement les capacités de fonctionnement du FCS, la simulation du câblage, la déconnexion des E/S, le point d'arrêt, l'exécution en une seule fois, la sauvegarde des paramètres de réglage, etc.

III.3. Les différents blocs de fonction [14]

Dans cette présentation, nous mettrons en évidence les blocs de fonction les plus importants parmi les nombreux types disponibles et que nous les avons utilisés.

III.3.1. Blocs de régulation

III.3.1.1. Bloc de régulation et de contrôle (PID)

Il s'agit d'un dispositif de régulation qui effectue le réglage en fonction de la variable de procédé PV (Process Value) et de la consigne SV (Set Value). Les paramètres du PID sont accessibles en mode hors ligne ou en ligne.

III.3.1.2. Bloc d'acquisition de valeur procès PVI

Le bloc PVI permet de rendre la variable PV d'un processus issu d'une entrée physique accessible et exploitable par le développeur.

III.3.1.3. Bloc de chargement manuel MLD

Le bloc MLD (Manuel Loader) est utilisé pour effectuer des manipulations sur le paramètre MV (Manipulated Value), ce qui signifie que le contrôle sera effectué de manière manuelle.

III.3.2. Blocs de contrôle séquentiel

Le bloc de contrôle séquentiel est responsable de l'exécution de la fonction séquentielle et de la surveillance de chaque étape de contrôle dans la séquence en fonction de conditions et de commandes préétablies.

III.3.2.1. Bloc de séquence ST16

La fonction de contrôle séquentiel d'une station de contrôle FCS est réalisée à l'aide de blocs de calcul séquentiel. La combinaison de ces divers blocs simplifie la configuration de la fonction séquentielle.

III.3.2.2. Blocs de schéma logique LC16 et LC64

Le bloc schéma logique représente les connexions entre les signaux d'entrée et de sortie en utilisant des éléments logiques. Ce bloc est approprié pour décrire les fonctions combinatoires.

- Le bloc LC16 comprend 8 entrées, 8 sorties et 16 opérateurs logiques.
- Le bloc LC64 comprend 32 entrées, 32 sorties et 64 opérateurs logiques.

III.3.3. Bloc calculateur (Calcul)

Le bloc "Calcul" nous offre la possibilité de programmer en utilisant un langage structuré pour effectuer des tâches qui ne peuvent pas être représentées par la logique traditionnelle ou pour réaliser des calculs simples de manière efficace.

III.3.4. Bloc de graphe des fonctions séquentielles SFC

C'est un langage graphique utilisé pour la programmation des algorithmes de contrôle séquentiel.

Tableau III.3. La liste des blocs de fonction [15]

	Type de bloc	Modèle	Nom
Le bloc de contrôle réglementaire effectue le calcul à l'aide de valeurs de processus analogiques pour le contrôle et la surveillance du processus.	Bloc indicateur d'entrée	PVI	Bloc d'indicateur d'entrée
		PVI-DV	Bloc d'indicateur d'entrée avec alarme de déviation
	Bloc contrôleur	PID	Bloc contrôleur PID
		PI-HLD	Bloc contrôleur PI d'échantillonnage
		PID-BSW	Bloc contrôleur PID avec commutateur de lot
		ONOFF	Bloc contrôleur marche/arrêt à deux positions
		ONOFF-E	Bloc contrôleur marche/arrêt amélioré à deux positions
		ONOFF-G	Bloc contrôleur marche/arrêt à trois positions
		ONOFF-GE	Bloc contrôleur marche/arrêt amélioré à trois positions
		PID-TP	Bloc contrôleur marche/arrêt proportionnel au temps
		PD-MR	Bloc contrôleur PD avec réinitialisation manuelle
		PI-BLEND	Mélanger le bloc contrôleur PI
		PID-STC	Bloc contrôleur PID à réglage automatique
	Bloc chargeur manuel	MLD	Bloc chargeur manuel
		MLD-PVI	Bloc chargeur manuel avec indicateur d'entrée
		MLD-SW	Bloc chargeur manuel avec Auto/Man SW
		MC-2	Bloc de commande de moteur à deux positions
		MC-2E	Bloc de commande de moteur à deux positions amélioré
		MC-3	Bloc de commande de moteur à trois positions
		MC-3E	Bloc de commande de moteur à trois positions amélioré
	Bloc de réglage du signal	RATIO	Bloc de réglage de rapport
		PG-L13	Bloc de programmation 13 zones
		BSETU-2	Bloc d'ensemble de lots de totalisation de flux
		BSETU-3	Bloc d'ensemble de lots de totalisation de poids
	Bloc limiteur de signal	VELLIM	Bloc limiteur de vitesse
	Bloc sélecteur de signal	SS-H/M/L	Bloc sélecteur de signal
		AS-H/M/L	Bloc de sélection automatique
SS-DUAL		Bloc sélecteur de signal à double redondance	
Le bloc de séquence effectue un contrôle de séquence tel qu'une séquence de verrouillage ou une séquence de surveillance de processus traitée selon un ordre défini.	Bloc de table de séquence	ST16	Bloc de table de séquence
		ST16E	Bloc d'extension de règle
	Bloc de diagramme logique	LC64	Bloc de diagramme logique
	Bloc SFC	_SFC SW	Bloc SFC de commutateur à 3 positions
_SFC PB		Bloc SFC à bouton-poussoir	
_SFC AS		Bloc SFC analogique	
Le bloc de calcul complète le contrôle de régulation et le contrôle de séquence effectuant le calcul à usage général des signaux analogiques et de contact.	Calcul arithmétique Bloc	ADD	Bloc d'addition
		MUL	Bloc de multiplication
		DIV	Bloc de divisionnaire
		AVE	Bloc de moyenne
		SQRT	Bloc de racine carrée
		EXP	Bloc exponentiel
		LAG	Bloc de décalage de premier ordre
		INTEG	Bloc d'intégration
		LD	Bloc dérivé
RAMP	Bloc de rampe		

III.4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fourni une vision globale du DCS et mis en évidence les caractéristiques spécifiques du système de contrôle et de commande CENTUM VP de YOKOGAWA.

Grâce à l'utilisation des dernières technologies, ce système offre une compatibilité ascendante et une fiabilité inégalée, répondant ainsi aux exigences croissantes des industries modernes. Cette étude approfondie nous a permis de mieux comprendre les fonctionnalités et les avantages du système CENTUM VP, ce qui en fait une solution fiable et performante pour les applications de contrôle et de commande industriels.

Chapitre IV :

La communication industrielle

IV.1. Introduction

Nous avons vu dans le chapitre précédent les architectures des systèmes automatisés, nous allons maintenant expliquer les liens entre ces architectures. Car chaque niveau de l'architecture a ces propres protocoles de communication.

IV.2. La communication industrielle

En automatisme, il existe beaucoup de protocoles de communication. Un protocole de communication est un ensemble de règles qui régissent le dialogue entre deux ou plusieurs équipements ou services.

Cette communication doit aujourd'hui prendre un format universel et s'étendre à la fois au cœur de la machine et vers les couches supérieures (de la supervision jusqu'au concept élargi d'Industrie 4.0). Les bus de communication (protocoles) à travers leurs différents supports physiques (réseaux) doivent donc s'harmoniser.

IV.2.1. Bus de terrain et protocole de communication industriel

Le bus de terrain est un terme générique qui désigne un type de réseau de communications numériques qui à remplacer les transmissions analogiques (pour réduire le nombre de connexions). Un bus série numérique bidirectionnelle est susceptible de relier des dispositifs indépendants tels que des contrôleurs, des capteurs et des actionneurs.

Le bus de terrain fonctionne sur une structure de réseau qui permet généralement des topologies en guirlande, étoile, anneau, branche et arborescence. Auparavant, les ordinateurs étaient connectés à l'aide de RS-232 (connexions série) par lesquelles seulement deux appareils pouvaient communiquer.

En automatisme industriel, on retrouve : les bus de terrain bas niveau dédiés à l'interconnexion des capteurs et des actionneurs (Asi, CANopen) et les bus de terrains dédiés aux communications inter automate (Modbus, Profibus etc.).

IV.2.2. Topologie des réseaux

IV.2.2.1. Réseau en bus

La topologie du bus est la plus ancienne technologie de réseau disponible. Avec la technologie en bus, tous les nœuds ou les ordinateurs sont connectés directement à un câble principal qui traverse le réseau appelé le bus. Il a également un faible coût de déploiement et la défaillance d'un nœud (ordinateur) ne scinde pas le réseau en deux sous-réseaux.

IV.2.2.2. Le réseau en anneau

Un réseau a une topologie en anneau quand toutes ses stations sont connectées en chaîne les unes aux autres par une liaison bipoint de la dernière à la première. Chaque station joue le rôle de station intermédiaire. Chaque station qui reçoit une trame, l'interprète et la réémet à la station suivante de la boucle si c'est nécessaire. La défaillance d'un hôte rompt la structure d'un réseau en anneau si la communication est unidirectionnelle ; en pratique, un réseau en anneau est souvent composé de 2 anneaux contrarotatifs.



Figure IV.1. Topologie réseau anneau

IV.2.2.3. Réseau en étoile

C'est la station centrale qui gère le réseau. C'est la topologie la plus courante actuellement. Elle est aussi très souple en matière de gestion et de dépannage d'un réseau : la panne d'un nœud ne perturbe pas le fonctionnement global du réseau. Le réseau Ethernet est un exemple de topologie en étoile.



Figure IV.2. Topologie réseau en étoile

IV.2.2.4. Le réseau maillé

En ce qui concerne les topologies maillées, il y a en fait deux types. Il y a le maillage complet, et puis il y a aussi le maillage partiel. Dans la topologie maillée complète, tous les périphériques sont connectés directement à tous les autres appareils. Cela fournit une redondance complète pour le réseau. Alors que chaque appareil connecté à tous les autres appareils fournit une grande redondance, il augmente également le coût de manière significative.



Figure IV.3. Topologie réseau maillé

IV.2.3. Les supports physiques

Les liaisons en milieu industriel sont souvent soumises à des perturbations extrêmes. Le choix des composants utilisés et plus particulièrement les supports de transmission est donc essentiel.

Les câbles utilisés en industrie sont renforcés selon leur utilisation pour s'adapter aux conditions auxquels ils sont exposés tels que les variations de température, les chocs, les produits chimiques et bien d'autres perturbations.

Trois types de supports physiques sont aujourd'hui assez couramment employés :

- Le réseau cuivre, constitué pour Ethernet de paires torsadées, demeure le plus utilisé. Il permet aussi de faire passer l'alimentation. Paires torsadées (pouvant aussi être blindée)
- La fibre optique, via des convertisseurs, permet quant à elle de transmettre le protocole par signaux optiques sur une longue distance (plusieurs centaines de mètres, voire plusieurs kilomètres) ou encore d'assurer l'isolation galvanique du réseau. Il s'agit là d'empêcher le passage de toute perturbation électrique/électromagnétique.
- Enfin, la transmission radio aujourd'hui éprouvée, apporte une grande flexibilité à la machine pour ses parties mobiles ou encore en permettant à un opérateur de se mouvoir avec une interface vraiment mobile.

Le choix du réseau à déployer, filaire ou sans fil, dépend de l'application, du débit à transmettre, ainsi que l'environnement du déploiement.

IV.2.4. Normalisation des protocoles de communication industrielle

Pour que deux équipements communiquent, ils doivent parler le même langage, c'est ce qu'on appelle un protocole de communication. Ces protocoles spécifient quels types de données peuvent être envoyés, le formatage du message, son identification, son support, les droits d'utilisation, etc. Ainsi, pour que deux équipements puissent communiquer ensemble, ils doivent tous les deux être compatibles avec le protocole utilisé pour réaliser les échanges.

Les protocoles sont composés de plusieurs «couche», certains protocoles décrivent l'ensemble des couches, alors que d'autres ne décrivent qu'une partie et peuvent être encapsulés dans un autre protocole.

Par exemple certains protocoles (comme le Modbus) ne spécifient pas le support de transmission des données et la manière de les véhiculer. Il existera donc plusieurs sous-familles de Modbus comme le Modbus RTU ou le Modbus TCP/IP. RTU et TCP/IP étant aussi des protocoles.

Un protocole peut être implémenté comme un protocole logiciel ou comme un protocole matériel, voire une association des deux.

Pour mieux comprendre les différentes couches d'un protocole, il existe le modèle OSI (de l'anglais Open System Interconnexion). Le modèle OSI est une normalisation (ISO 7498) qui décrit les fonctionnalités nécessaires à la communication et l'organisation de ces fonctions.

Nous présentons cette norme, pour illustrer la structure des protocoles, mais le nombre de couches est théorique, et nous pouvons retrouver des protocoles n'ayant qu'une partie de ces 7 couches.

Dans le monde industriel, on rencontre un grand nombre de protocoles de communication différente ayant chacun leur particularité, leurs avantages et leurs inconvénients. Nous allons donc montrer des exemples de ces protocoles qu'il soit dédié pour les actionneurs (CAN), utilisé par les automates (Modbus) ou généraliste comme l'Ethernet TCP/IP.

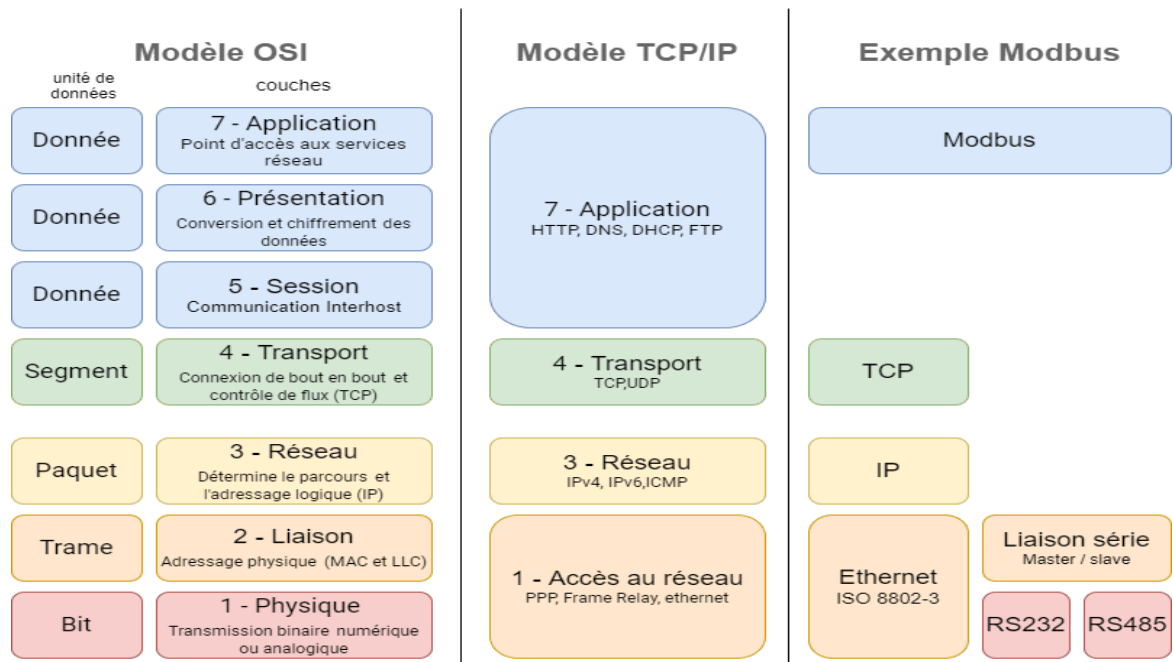


Figure IV.4. Le modèle OSI de l'ISO

Sous l'effet conjugué des contraintes des utilisateurs, des technologies et des standards, les architectures actuelles se structurent en cinq niveaux distincts et interconnectés par des réseaux, comme présentés sur l'image ci-dessous :

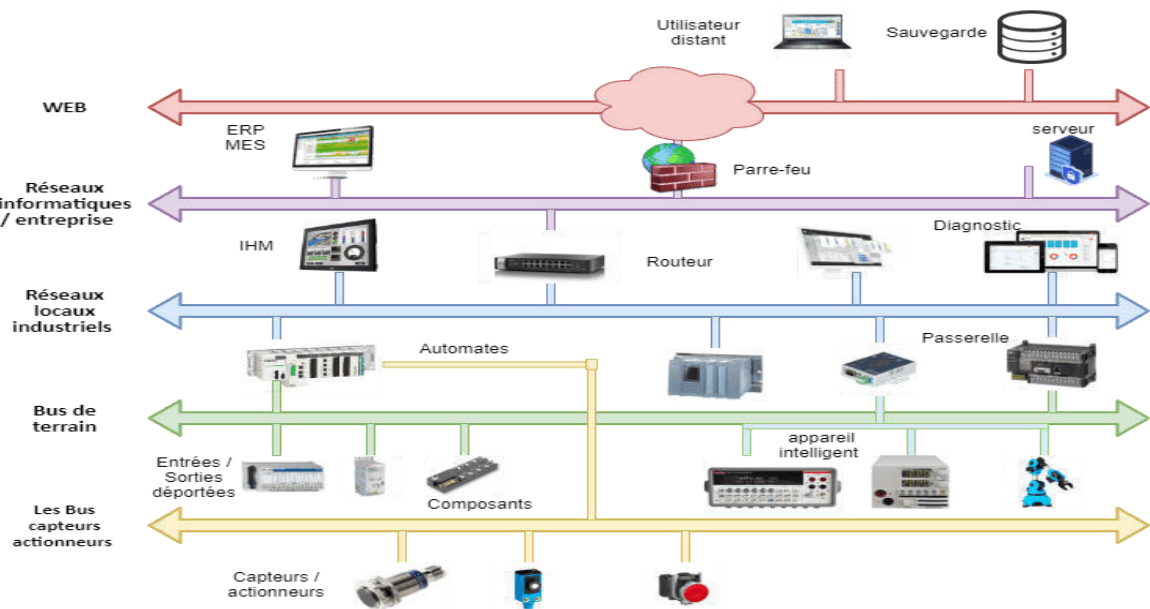


Figure IV.5. Hiérarchisation des réseaux de communication

IV.2.5. Les Bus capteurs actionneurs (Sensor Bus)

Les bus capteurs, sont des protocoles de communication de très bas niveaux. Pour la plupart ils utilisent le protocole CAN (Controller Area Network) qui est un bus système série. Il met en application une approche connue sous le nom de multiplexage, et qui consiste à raccorder à un même câble (un bus) un grand nombre de calculateurs qui communiqueront donc à tour de rôle.

Toute transmission des données à travers le bus est bornée grâce à un temps maximal normalisé. De plus l'architecture CAN possède un système d'erreur simple et efficace. Les contrôleurs CAN sont physiquement petits, peu coûteux et entièrement intégrés. Ils sont utilisables à des débits importants, en temps réel et dans des environnements difficiles.

- **Can-Open** est un protocole qui utilise le bus série CAN. Ce Protocole impose des mécanismes de communication standardisés. L'avantage principale du protocole CAN Open est qu'il supporte des systèmes temps réel, car un temps maximal entre l'émission et la réception des trames pour un processus quelconque peut être défini.
- **AS -Interface** : La liaison physique est composée d'une simple paire de fils gainés. Sur ces fils transitent les données ainsi que l'alimentation électrique. Le bus AS-I permet d'utiliser jusqu'à 124 capteurs (4 capteurs par embase) tout en gardant un temps de réaction très faible de 5 ms. La longueur maximale d'un segment AS-I est de 100 mètres. La taille des données est limitée à 4 bits.
- **Device-Net** est un protocole de communication de bus utilisé dans l'industrie pour connecter et administrer à distance une large gamme d'appareils tels que des senseurs et utilisant la technologie CAN. L'alimentation et le signal transitent dans le même câble. Le bus permet d'utiliser jusqu'à 100 équipements avec une vitesse de 500 kbit/s.
- **Le protocole Modbus** est l'un des plus anciens protocoles de communication industriels. Il est désormais un protocole ouvert et largement utilisé dans différents équipements industriels tels que les variateurs de vitesse, les compteurs d'énergie et les automates. Le protocole Modbus est disponible en trois variantes : Modbus ASCII qui utilise les caractères ASCII pour le codage des données, Modbus RTU qui utilise le format binaire, et Modbus TCP/IP qui permet la communication via TCP/IP.

- **Le protocole Profibus** également connu sous le nom de Process Fieldbus, est un protocole de communication maître/esclave. Contrairement au Modbus série qui est limité à un seul maître, le PROFIBUS est un protocole multi-maître qui utilise un mode d'accès au réseau basé sur le passage d'un jeton.

IV.3. Conclusion

A la fin de ce chapitre ont conclu que les protocoles de communication jouent un rôle crucial dans les systèmes automatisés en permettant une liaison temps réel entre ces équipements et services.

Chapitre V :
Implémentation de la supervision du
système HVAC sur DCS

V.1. Introduction

Dans les chapitres précédents, nous avons évoqué les principaux éléments suivants : l'API Allen Bradley MicroLogix 1400, qui agit en tant que contrôleur pour le système HVAC et qui est programmé à l'aide du logiciel RSLogix 500, le DCS YOKOGAWA CENTUM VP, ainsi que la communication industrielle basée sur le protocole Modbus.

Les données du système HVAC sont collectées par l'API Allen Bradley MicroLogix 1400. En suite un résumé d'alarmes est transmis au système DCS via une sortie digitale. Cette configuration ne permet pas une supervision adéquate des conditions environnementales des locaux techniques où sont installés les différents contrôleurs des divers systèmes de contrôle et de sécurité ainsi que leurs périphériques et accessoires.

Ce manque de visibilité associé à l'omniprésence des alarmes due principalement au vieillissement du système HVAC et au manque de PDR ; a conduit à une attitude d'ignorance et de négligence de ces alarmes de la part des opérateurs et des ingénieurs système. Et c'est dans ces conditions qu'a eu l'incident mentionné en introduction.

Dans ce modeste travail on propose une solution d'amélioration de la supervision du système HVAC, en implémentant d'une manière détaillée ses différentes alarmes et mesures dans le système DCS et cela avec un minimum d'investissement.

On va schématiser la connexion entre les deux systèmes et exposer la configuration nécessaire à effectuer dans les deux systèmes. Et on terminera par une simulation illustrative.

V.2. Schémas de câblage de l'inter connexion entre API et DCS

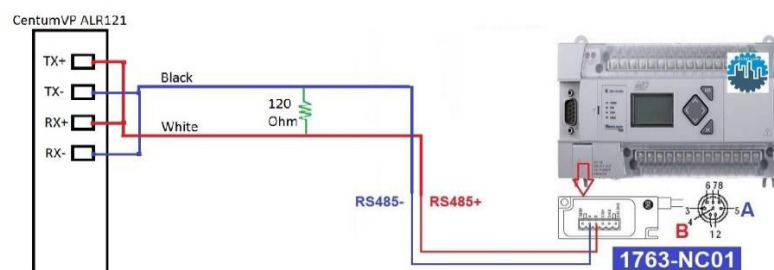


Figure V.1. Schémas de Câblage API-DCS

Le Câble utiliser pour cette connexion est un câble spécifique disponible sur le marché.



Figure V.2. Le câble 1763-NC01

V.3. La configuration de l'API Micrologix 1400

La première étape consiste à configurer le canal respectif pour la communications Modbus, et cela se fait dans RSLogix 500. Dans l'arborescence de navigation du projet (à gauche de l'affichage du programme), en cliquant sur Configuration du canal et dans le menu déroulant Pilote, on sélectionne : Esclave Modbus RTU. Ensuite, on sélectionne le débit en bauds, la parité, les bits d'arrêt et de données souhaités qui seront la configuration du périphérique hôte avec lequel on va communiquer. Ensuite, on sélectionne les numéros de fichier Modbus. Ces numéros de fichier référenceront les fichiers de notre projet.

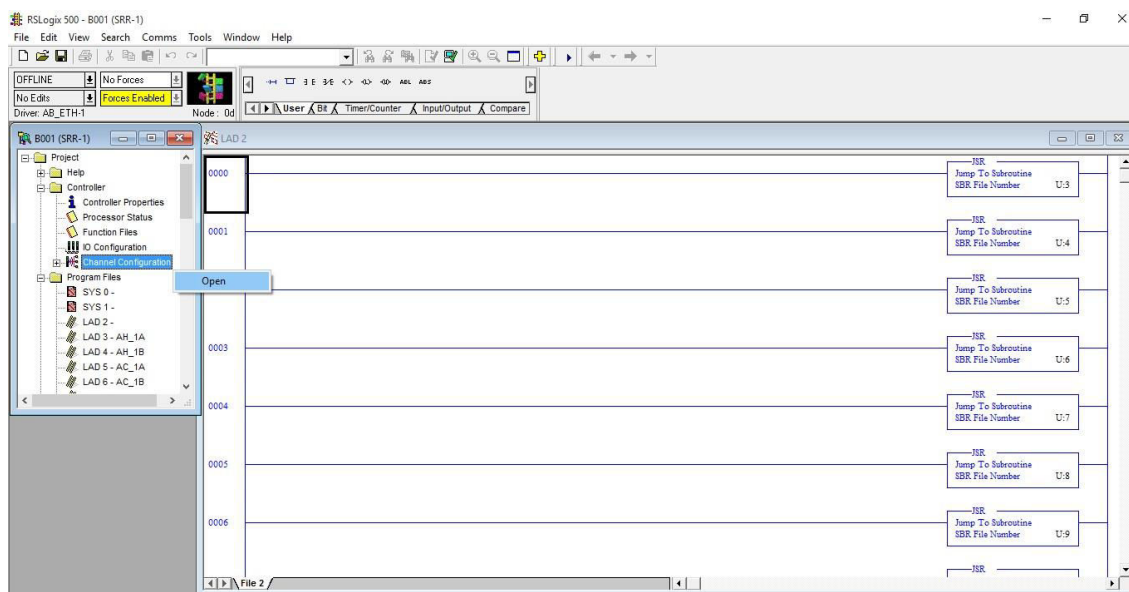


Figure V.3. La configuration du canal 0 pour une communication Modbus-RTU (Etape 1)

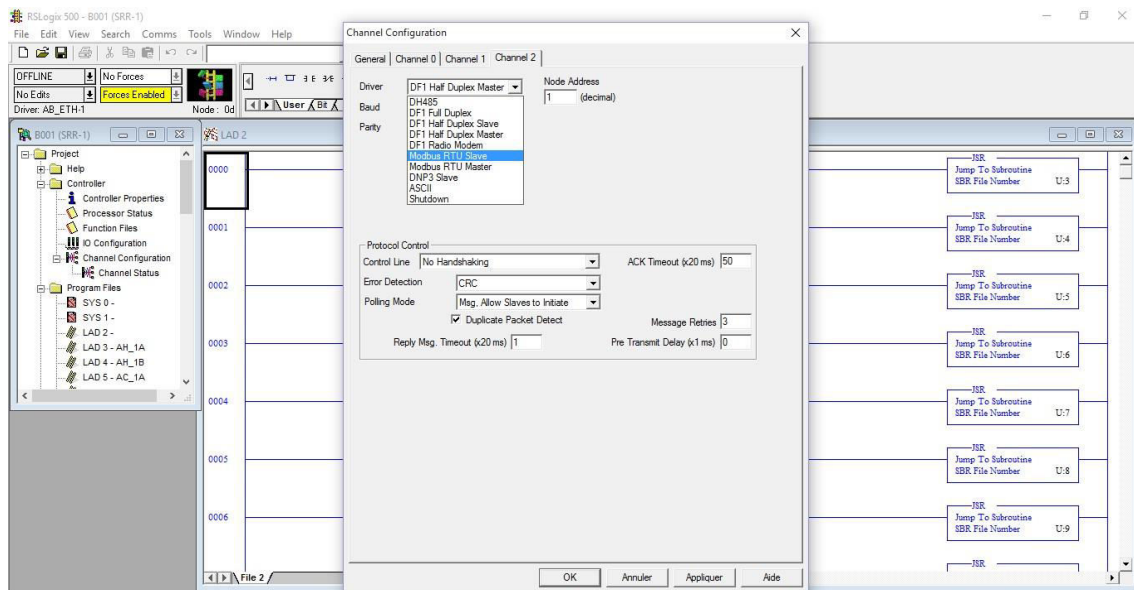


Figure V.4. La configuration du canal 0 pour une communication Modbus-RTU (Etape 2)

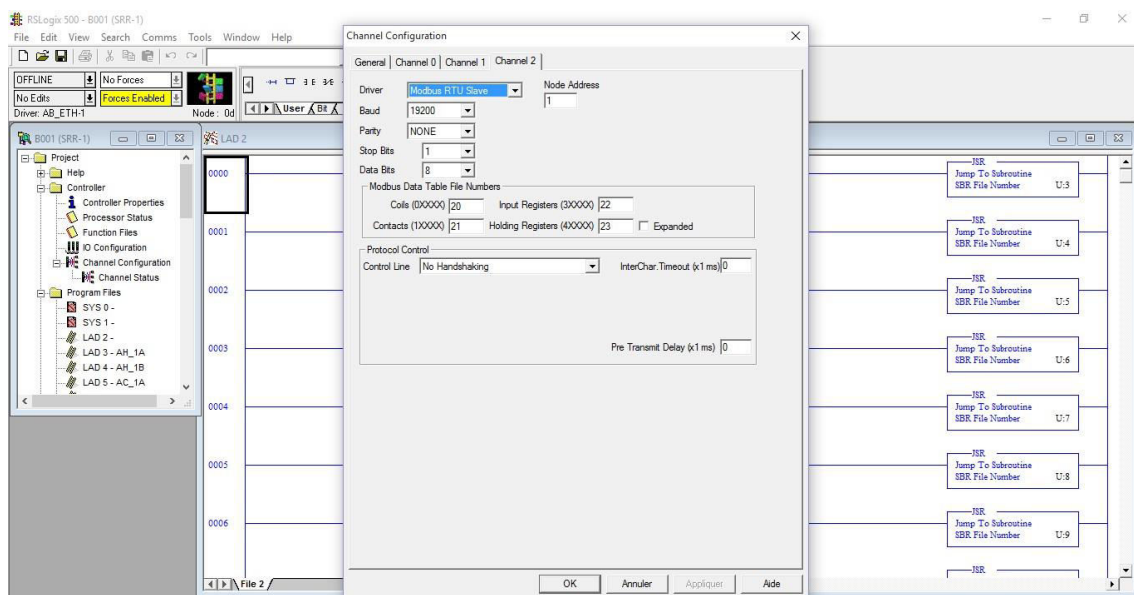


Figure V.5. La configuration du canal 0 pour une communication Modbus-RTU (Etape 3)

Les numéros de dossier sont les suivants :

- Bobines 20
- Contacts 21
- Registres d'entrée 23
- Registres de maintien 24

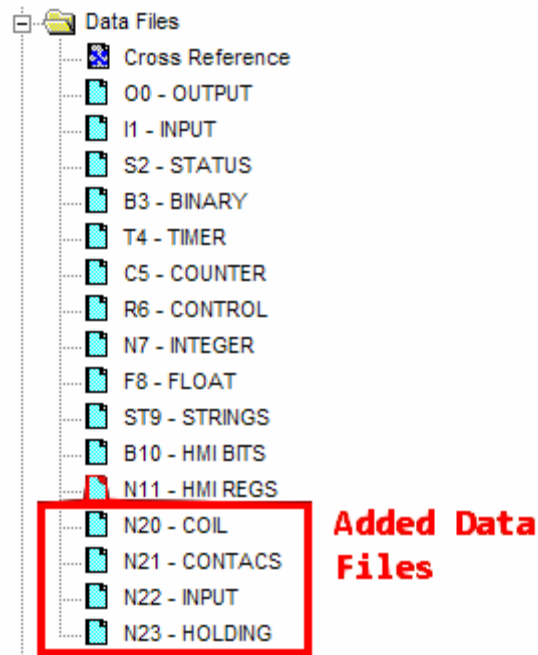


Figure V.6. Les fichiers de la communication Modbus

Maintenant que nous avons sélectionné les numéros de fichier, on descend jusqu'au menu déroulant intitulé Ligne de contrôle, puis sélectionnez "Pas de liaison (réseau 485)". Et on appuie ensuite sur le bouton "OK" en bas. On remarque que tout de suite que les numéros de fichier sélectionnés sont automatiquement intégrés à notre projet. Ces fichiers correspondront au type de fichier auquel ils sont associés.

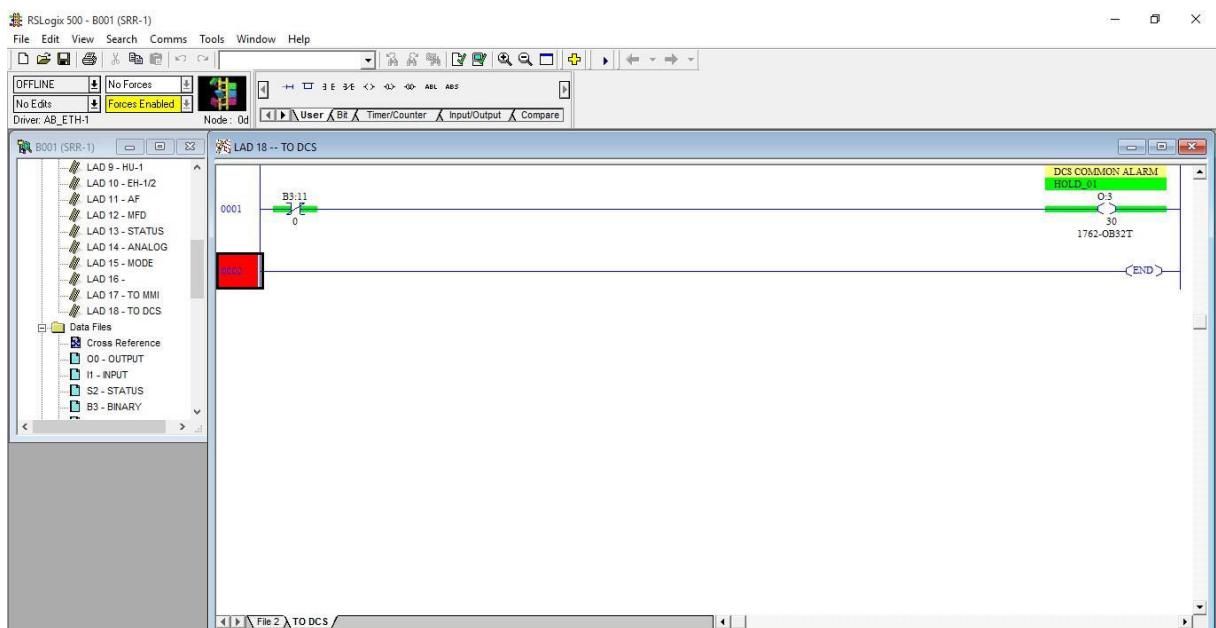


Figure V.7. Les fichiers de la communication Modbus

Bobines 20 = Modbus 0xxxxx

Contacts 21 = Modbus 1xxxx

Registres d'entrée 22 = Modbus 3xxxx

Registres de maintien 23 = Modbus 4xxxx

Pour les numéros de fichier de votre projet, le premier bit/mot disponible dans chaque fichier sera égal à la première adresse Modbus disponible pour le type de fichier que vous avez sélectionné. Par exemple :

N20:0/00 = Adresse Modbus 00001

N21:0/00 = Adresse Modbus 10001

N22:0 = Adresse Modbus 30001

N23:0 = Adresse Modbus 40001

Sans oublier qu'il n'y a pas de bits ou de mots "0" dans Modbus, alors on doit décaler le bit/mot du fichier AB # de "1" pour référencer le bit/registre Modbus correct. Par exemple :

N20:0/14 = Adresse Modbus 00015

N21:1/15 = Adresse Modbus 00032

N22:5 = Adresse Modbus 30006

N23:15 = Adresse Modbus 40016

Une fois terminer de construire le numéro de fichier et sélectionné le protocole, tout ce que nous devons faire dans le programme est de déplacer les données que nous souhaitons rendre disponibles via Modbus dans les types de fichiers appropriés que nous avons attribués ci-dessus. Par exemple, si nous souhaitez déplacer la valeur de l'alarme XA_01 dans le registre de maintien 40002, nous devons créer une ligne avec une instruction MOV qui fera ceci :

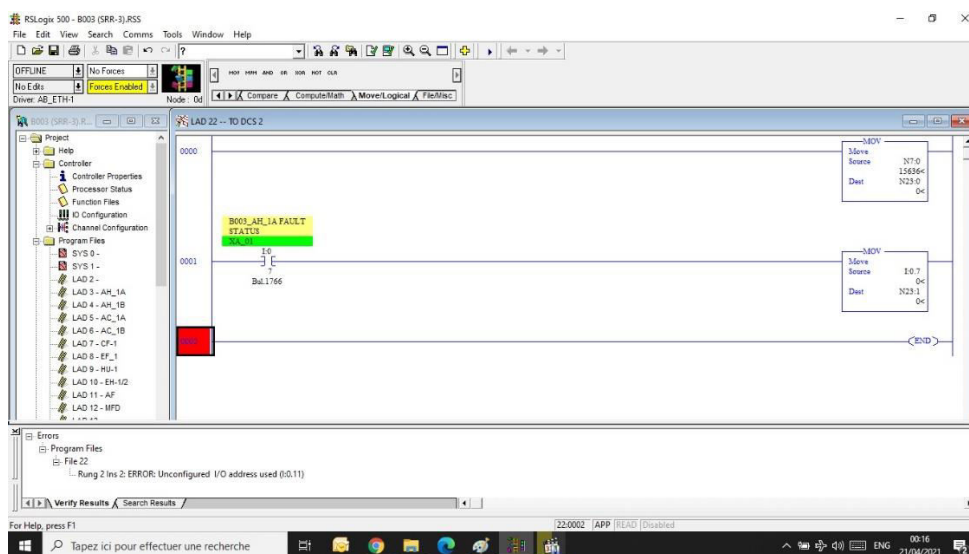


Figure V.8. Déplacement de la valeur de l'alarme XA_01 dans le registre de maintien 40002

V.4. La configuration du DCS Yokogawa Centum VP

La deuxième étape consiste à configurer la communications Modbus du côté du DCS,

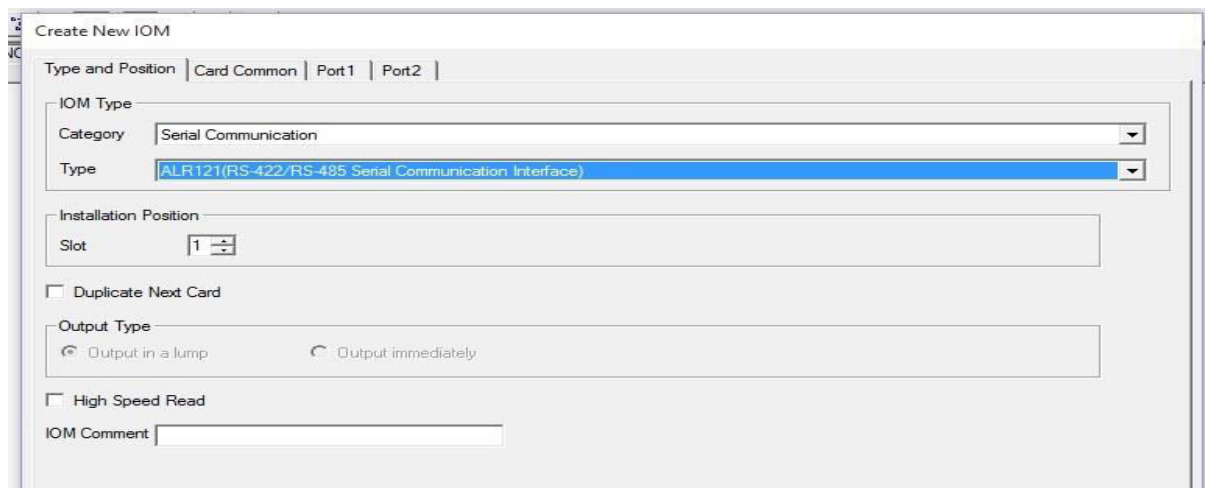


Figure V.9. Ajout d’une carte de communication Modbus (ALR121) au projet DCS

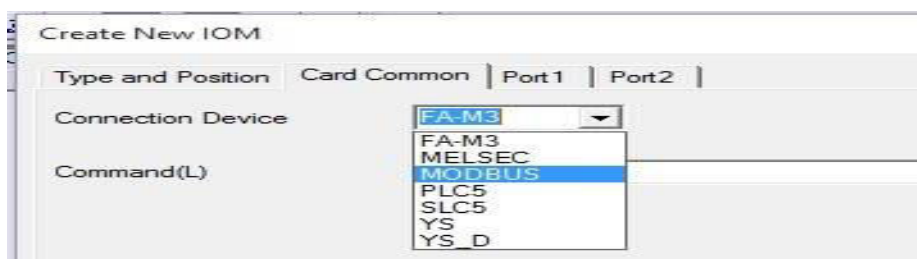


Figure V.10. Paramétrage de la Carte ALR121 (Etape 1)

Communication I/O Builder - [P]:PJT01 Strn:FCS0101 File:CommDataWW.edf

File Edit View Tools Window Help

Buffer	Element	Buffer	Program Name	Size	Port	IP Address	Station	Device&Address	Data Type
	%NW0001	1	K1-1-MODBUS	1	1		0	A34001	Input(16-Bit Signed)
	%NW0002	*	*	*	*		*	*	*
	%NW0003	*	*	1	1		0	A34007	Input(16-Bit Signed)
	%NW0004	*	*	*	*		*	*	*
	%NW0005	*	*	1	1		0	A34008	Input(Discrete)
	%NW0006	*	*	*	*		*	*	*
	%NW0007	*	*	1	1		0		Input(Discrete)
	%NW0008	*	*	*	*		*	*	*

Figure V.11. Paramétrage de la Carte ALR121 (Etape 2)

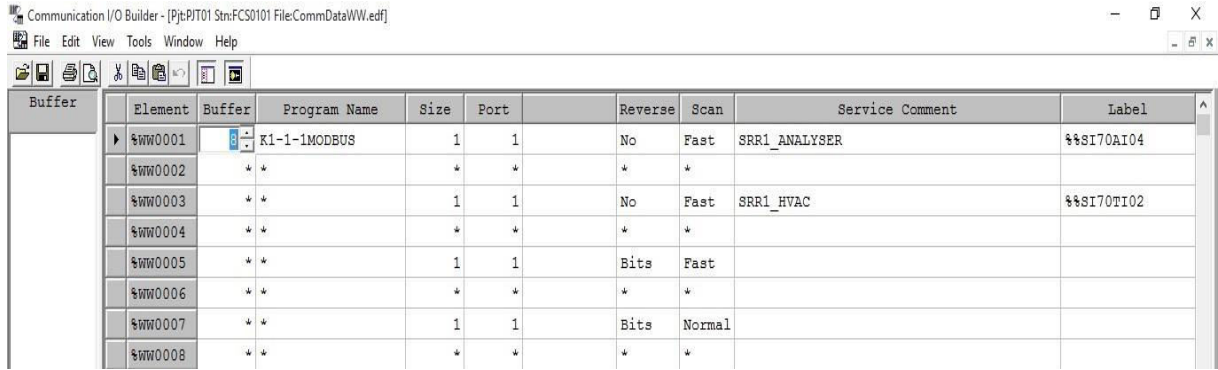


Figure V.11. Paramétrage de la Carte ALR121 (Etape 3)

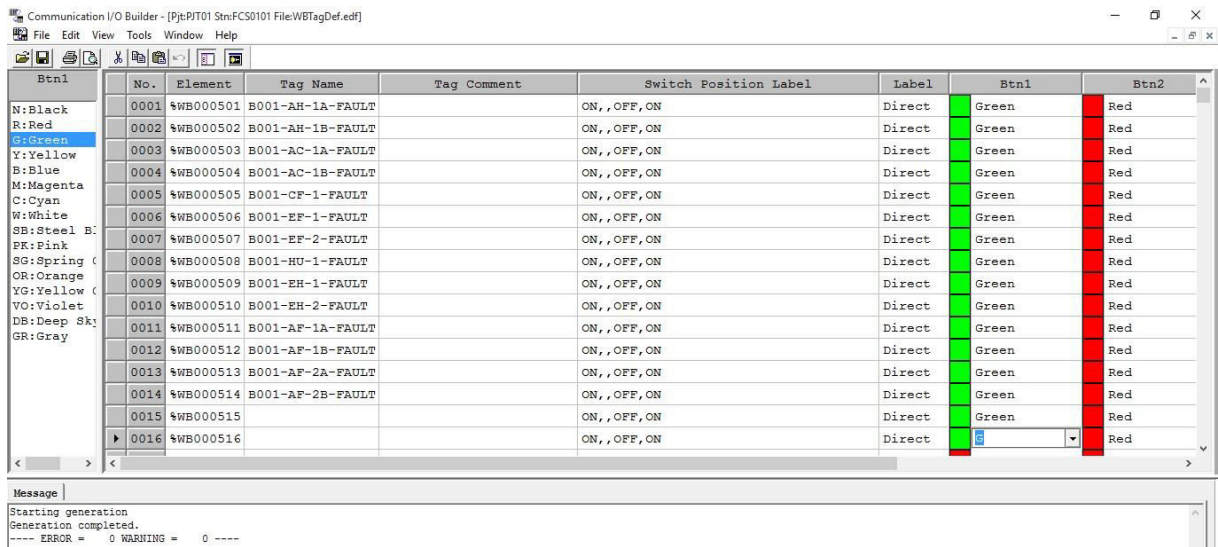


Figure V.12. Attribution des bits des mots de communication

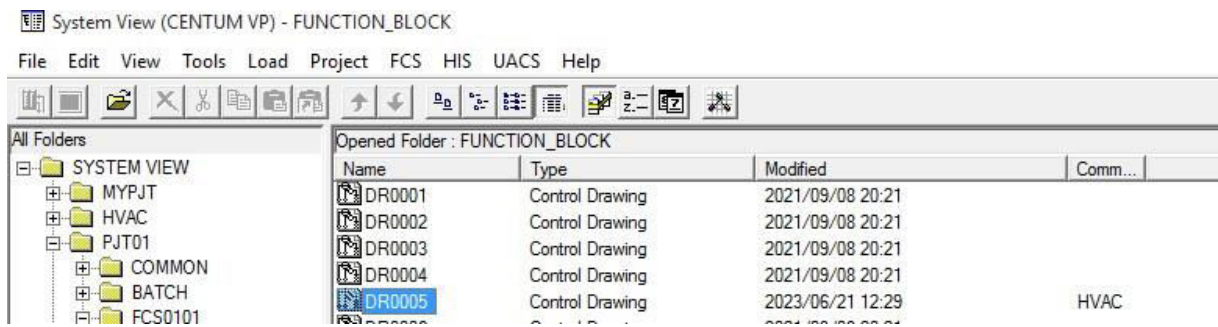


Figure V.13. Création d'une logique pour la manipulation des alarmes



Figure V.14. Schéma de contrôle pour la manipulation des alarmes

Function Block Detail Builder - [Pjt:PJT01 Stn:FCS0101 Draw:DR0005 File:70HVACST.edf - Edit Sequence Tables.]

File Edit View Tools Window Help

Edit Window Edit Sequence Tables.

Processing Timing TC Scan Period Bas:

No.	Tag name.Data item	Data	1	5	9
C01	B001-AH-1A-FAULT.PV	ON	Y	.	.
C02	B001-AH-1B-FAULT.PV	ON	.	Y	.
C03	B001-AC-1A-FAULT.PV	ON	.	.	Y
C04	B001-AC-1B-FAULT.PV	ON	.	.	Y
C05	B001-CF-1-FAULT.PV	ON	.	.	Y
C06	B001-EF-1-FAULT.PV	ON	.	.	Y
C07	B001-EF-2-FAULT.PV	ON	.	.	Y
C08	B001-HU-1-FAULT.PV	ON	.	.	Y
C09	B001-EH-1-FAULT.PV	ON	.	.	Y
C10	B001-EH-2-FAULT.PV	ON	.	.	Y
C11	B001-AF-1A-FAULT.PV	ON	.	.	Y
C12	B001-AF-1B-FAULT.PV	ON	.	.	Y
A01	B001AH1AFAULT.PV	L	Y	.	.
A02	B001AH1BFAULT.PV	L	.	Y	.
A03	B001AC1AFAULT.PV	L	.	.	Y
A04	B001AC1BFAULT.PV	L	.	.	Y
A05	B001CF1FAULT.PV	L	.	.	Y

Figure V.15. Table de séquences pour la manipulation des alarmes

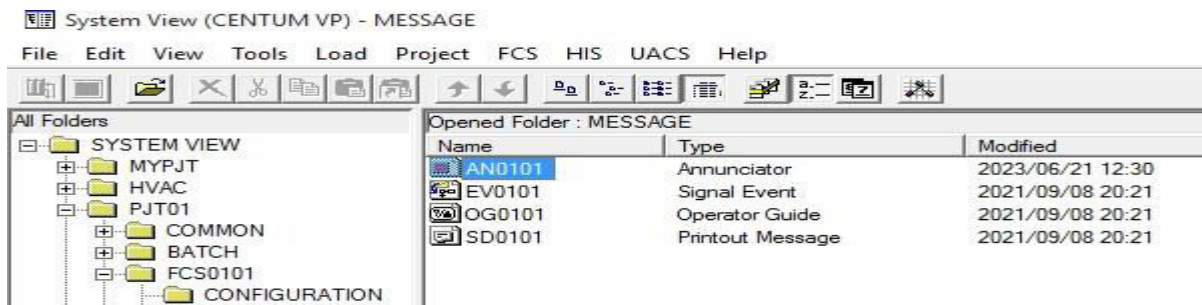


Figure V.16. Création d'annonceurs pour la manipulation des alarmes (Etape 1)

Message	Element Number	Message	Tag Name	Switch Position Label	Label	Lvl	Tag Mark	Alarm
%AN0001	70 HVAC AH-1A EN DEFAUT	B001AH1AFAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0002	70 HVAC AH-1B EN DEFAUT	B001AH1BFAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0003	70 HVAC AC-1A EN DEFAUT	B001AC1AFAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0004	70 HVAC AC-1B EN DEFAUT	B001AC1BFAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0005	70 HVAC CF-1 EN DEFAUT	B001CF1FAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0006	70 HVAC EF-2 EN DEFAUT	B001EF1FAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0007	70 HVAC HU-1 EN DEFAUT	B001EF2FAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0008	70 HVAC EH-1 EN DEFAUT	B001HU1FAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0009	70 HVAC EH-2 EN DEFAUT	B001EH1FAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0010	70 HVAC AF-1A EN DEFAUT	B001EH2FAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0011	70 HVAC AF-1B EN DEFAUT	B001AF1AFAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0012	70 HVAC AF-2A EN DEFAUT	B001AF1BFAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0013	70 HVAC AF-2B EN DEFAUT	B001AF2AFAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	
%AN0014	70 HVAC AF-2B EN DEFAUT	B001AF2BFAULT	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	

Figure V.17. Création d’annonciateurs pour la manipulation des alarmes (Etape 2)

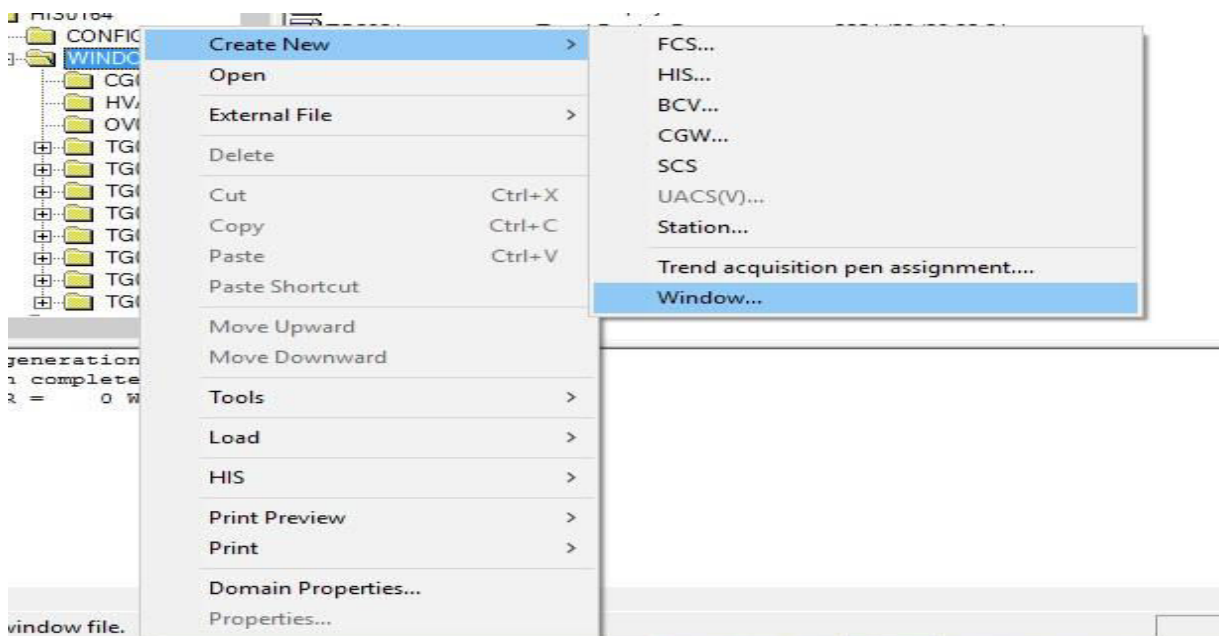


Figure V.18. Création d’un graphique pour l’affichage des alarmes (Etape 1)

The image shows a file explorer window with a table of files. The table has columns for 'Name', 'Type', 'Modified', 'Hierar...', and 'Co...'. The files listed are:

Name	Type	Modified	Hierar...	Co...
CG0001	Graphic	2021/09/08 20:21	1	
GR0001	Graphic	2023/07/02 20:16	12	
HVAC	Graphic	2023/07/02 20:13	2	

Figure V.19. Création d’un graphique pour l’affichage des alarmes (Etape 2)

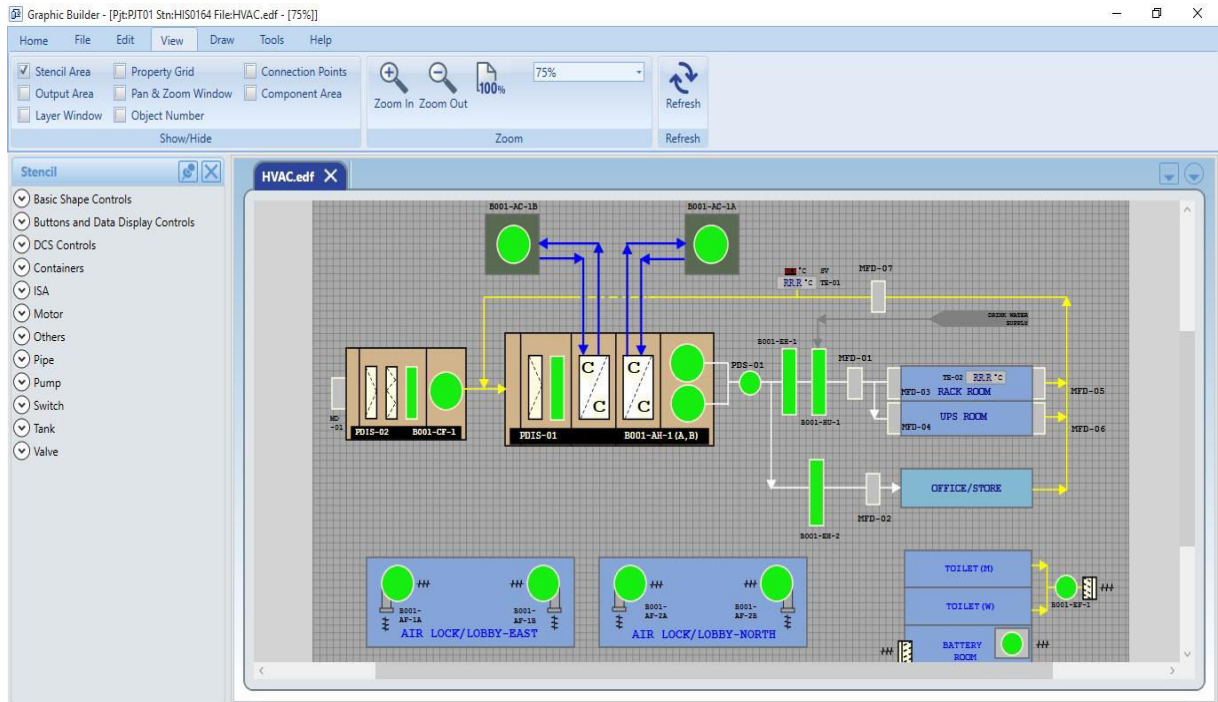


Figure V.20. Création d'un graphique pour l'affichage des alarmes (Etape 3)

V.5. La simulation

Pour tester notre proposition on a recours à la simulation, qui se limite dans ces conditions au forçage des bites d'entrée de la carte ALR121 et d'observer l'effet produit dans l'interface graphique. Les figures ci-dessous montre les étapes de simulation de notre projet.

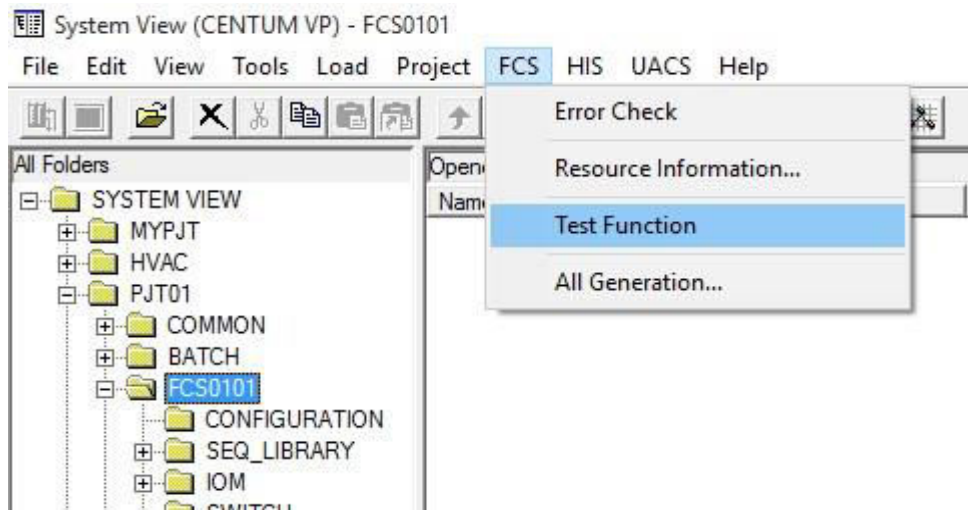


Figure V.21. Démarrage de Test Function

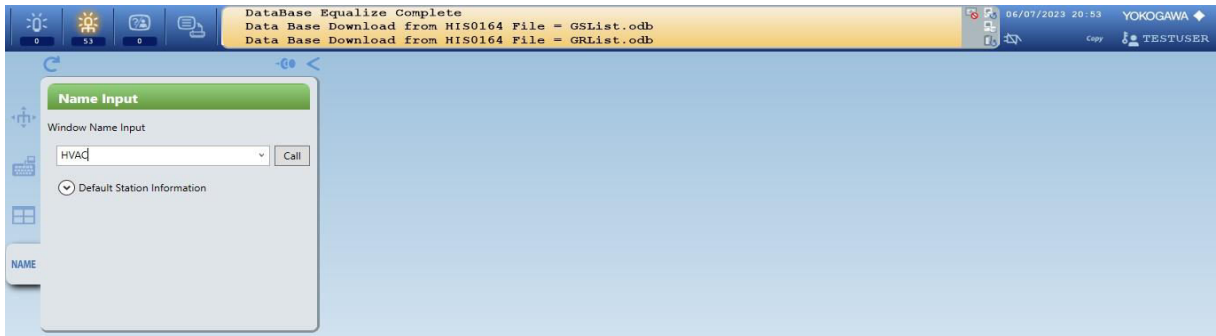


Figure V.22. Appel de graphique

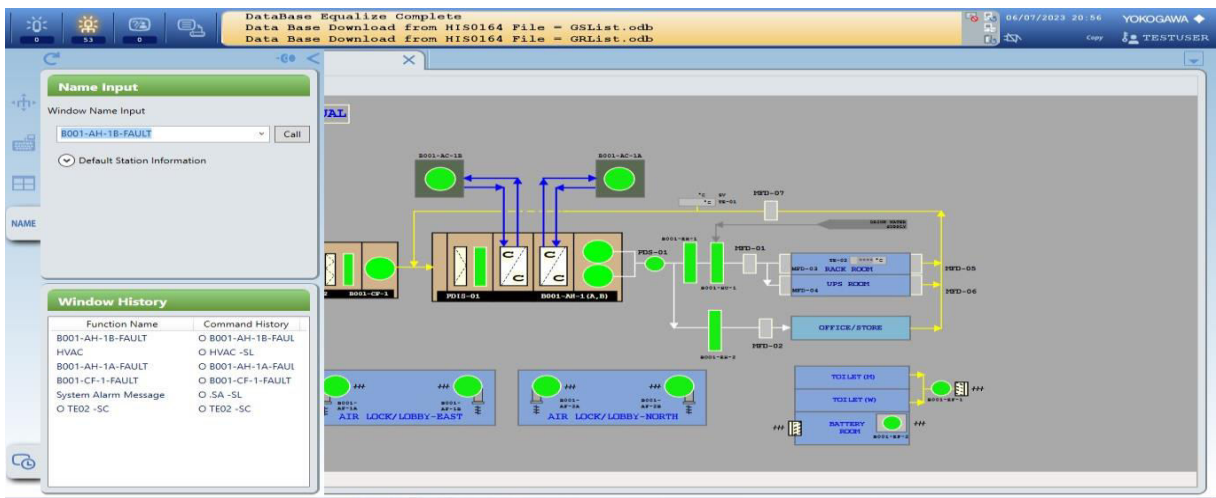


Figure V.21. Appel de l'alarme B001-AH-1B

De la même manière que dans l'étape précédente, nous avons déclenché la deuxième alarme et les avons testées simultanément. Les résultats des tests sont illustrés dans les figures suivantes.

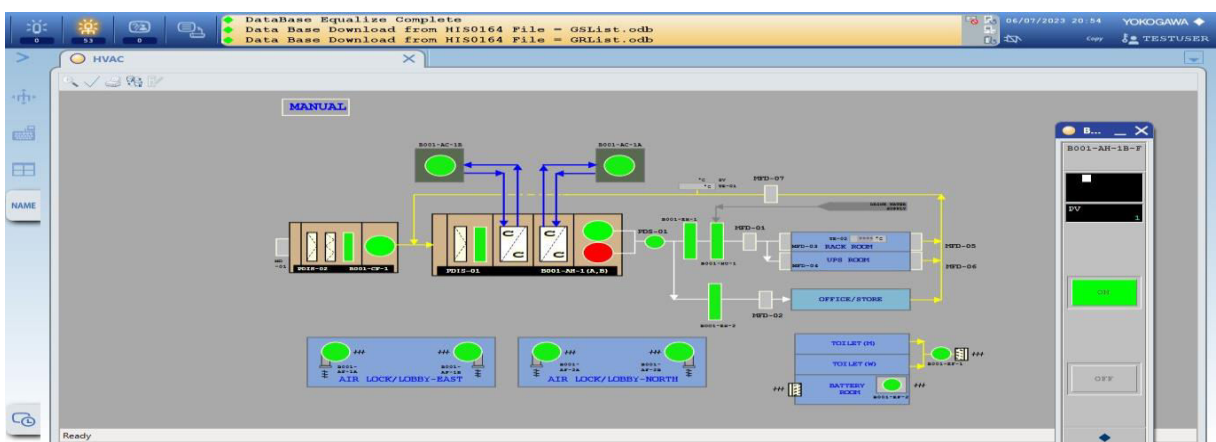


Figure V.22. Test de l'alarme B001-AH-1B

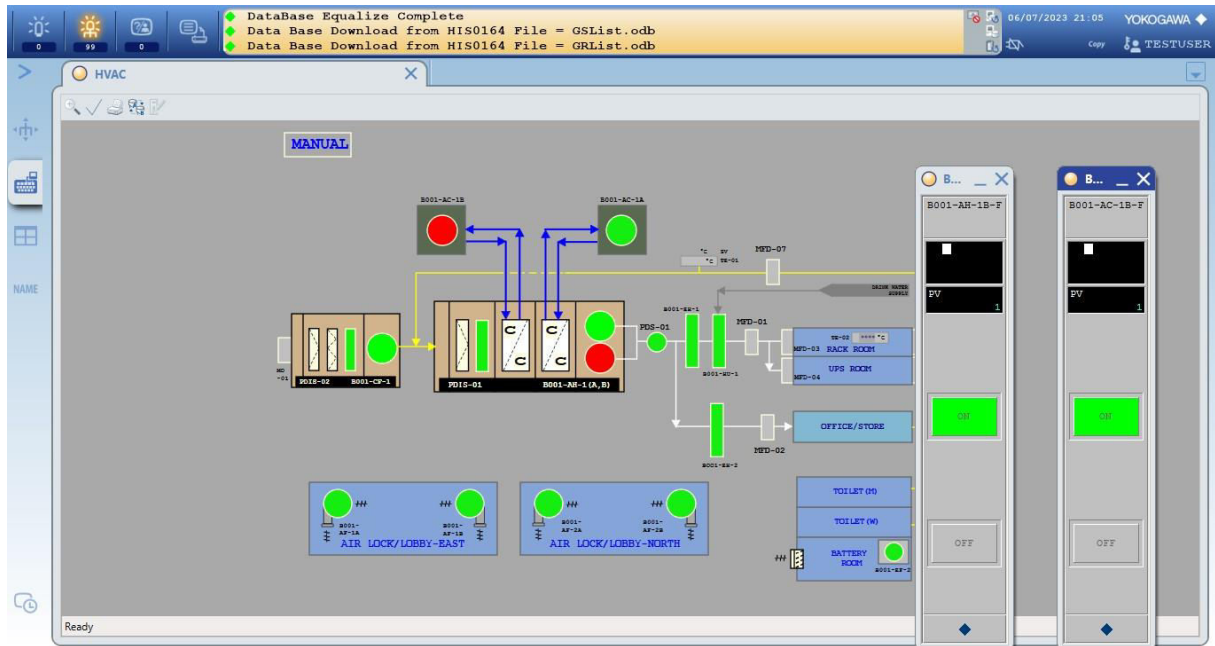


Figure V.22. Test de l’alarme B001-AC-1B

V.6. Conclusion

Dans ce chapitre une liaison Modbus RTU a été mise en œuvre entre l’automate programmable du système HVAC (Allen Bradley MicroLogix 1400) et le DCS YOKOGAWA CENTUM VP, à travers sa carte de communication série (ALR121). La configuration nécessaire des deux côtés et l’interface graphique dédiée ont aussi été détaillés.

Cette liaison a permis le transfert de toutes les informations relatives à l’état des alarmes et mesures collectées par l’API, vers le système DCS, où elles sont visualisées en temps réel.

Conclusion générale

VI. Conclusion Générale

Ce mémoire a abordé différents aspects liés aux systèmes HVAC, au DCS YOKOGAWA CENTUM VP, aux protocoles de communication et à l'intégration entre l'automate programmable industriel (API) MicroLogix 1400 et le DCS.

Dans le premier chapitre, on a présenté le lieu de notre stage pratique le complexe RA1K situé à la Raffinerie de SKIKDA.

Dans le deuxième chapitre, une présentation complète des systèmes HVAC a été réalisée, mettant en évidence leurs composants, leur fonctionnement et leur classification. L'API MicroLogix 1400 a été étudié en détail, en mettant l'accent sur son architecture et ses fonctionnalités.

Le troisième chapitre a permis de mieux comprendre le DCS YOKOGAWA CENTUM VP, en soulignant ses caractéristiques spécifiques et sa compatibilité ascendante. Ce système, grâce à ses technologies de pointe, offre une fiabilité inégalée et répond aux exigences des industries modernes en matière de contrôle et de commande.

Le quatrième chapitre a souligné l'importance des protocoles de communication dans les systèmes automatisés, en permettant une liaison en temps réel entre les équipements et les services.

Le dernier chapitre a présenté l'implémentation d'une liaison Modbus RTU entre l'API MicroLogix 1400 et le DCS YOKOGAWA CENTUM VP, permettant le transfert en temps réel des informations sur les alarmes et les mesures collectées par l'API vers le système DCS.

Ce travail a exigé des connaissances approfondies en automatisme, en automates programmables industriels, en systèmes de contrôle distribué et en réseaux de communication industrielle. L'objectif principal était d'intégrer la supervision du système HVAC dans le DCS avec un investissement minimal, motivé par des événements et des incidents réels.

En conclusion, la plupart des objectifs fixés au départ ont été atteints, ce qui contribuera à éviter d'autres incidents majeurs liés à la défaillance des systèmes HVAC et aux limitations de la stratégie d'information existante entre le système HVAC et le DCS. L'effort fourni dans cette étude servira à améliorer la fiabilité et la performance globale du système, tout en optimisant la gestion des locaux techniques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1]. AMMARI Et-tahir ; Etude et vérification d'un échangeur de chaleur « cas de 100-E-70 » ; 2017
- [2]. Manuel Interne d'Organisation ; 2018
- [3]. Manuelle opératoire de l'unité 10
- [4]. Safety Culture ; Systèmes CVC ; 07/06/2023
- [5]. Hexonic ; Chauffage, Ventilation et climatisation CVC (HVAC)
- [6]. IntechOpen ; Types of HVAC Systems ; 05/11/2018
- [7]. Aggreko ; Soyez Prêts à réagir face au vieillissement de votre système HVAC ; 07/02/2020
- [8]. Air and Hydraulic ; What is HVAC System? Types of HVAC System? Components of HVAC System ; 18/09/2020
- [9]. Bilel Hermouche; Modbus communication between the RA1K HVAC package and YOKOGAWA DCS; 2021
- [10]. Achour Abdeldjalil; Distributed Control System DCS An application on YOKOGAWA CENTUM VP; 01/06/2015
- [11]. YOKOGAWA Electric Corporation ; Engineering Training Manual ; 2012
- [12]. YOKOGAWA Electric Corporation ; Integrated Production Control System CENTUM VP System Overview (Vnet/IP) Edition) ; 03/06/2015
- [13]. Kawashima Tetsuya ; New Human Interface Station 'HIS' For CENTUM VP ; 2008
- [14]. BENARRACHE Driss Madani, BENZAOUI Mohamed Tayeb ; Intégration de la Commande et la Supervision des Turbo-Expanders dans le système de contrôle DCS YOKOGAWA au Module de Traitement de Gaz MPP2 de Hassi R'mel ; 2011
- [15]. YOKOGAWA Electric Corporation ; Integrated Production Control System CENTUM VP System Overview (FCS Overview) ; 01/09/2011