

**UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA**

**Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la  
Communication Département d'Electronique et des  
Télécommunications**



**Thèse**

**Master professionnel en instrumentation industrielle**

**Domaine : Science et technologie**

**Filière : Automatique**

**Encadrer par :**

**Mem. W. BENZAOUI**

**Préparé par :**

**M. Imad Eddine ABID**

**Titre :**

**Une nouvelle installation de ligne concentrique  
d'eau diluant au puits QB-83 et QB-99 Au  
niveau de l'organisation Ourhoud**

**Année académique : 2019/2020**

## *Dédicace*

*Je dédie mon travail de thèse avant tout le monde au cœur et à l'âme de toute  
mon existence :*

*Ma belle-mère pour les prières silencieuses et sincères... Maman ! Vous êtes et  
serez toujours un symbolisme d'espoir, de foi et d'amour dans ma vie.*

*Et mon merveilleux père ALI pour le don sans fin et le soutien inconditionnel,*

*Maman, papa, je chérirai toujours ce que vous avez fait pour moi et moi... je  
vous aime également pour toujours.*

*Je dédie également ce travail à mes frères et sœurs aimants.*

*Merci je suis totalement incomplet sans toi à mes côtés*

*Mes belles sœurs, vous n'êtes pas que des sœurs pour moi ; vous êtes en fait une  
partie précieuse de mon monde.*

*De plus, je ne peux pas oublier mes amis à l'université, spécialement ma classe,  
avec toi a été un moment tellement incroyable. Sans oublier mon ami ingénieur*

*Mr. Labadi Ahmed*

*Enfin, je dédie véritablement mon mémoire de fin d'études*

*À quiconque n'a jamais cru en moi et aidé à canaliser mon talent ici sur Terre.*

*IMAD*

## REMERCIEMENT

*Tout d'abord et pour la plupart, je remercie Allah Tout-Puissant mon créateur, mon pilier fort, ma source d'inspiration, de sagesse, de connaissance et de compréhension. Il a été la source de ma force tout au long de ce travail ; nous tenons à le remercier pour son aide et ses conseils tout au long de ma vie. Ma gratitude va à nos frères et à nos familles qui croient et nous font confiance.*

*Mon plus profond respect va à mes deux superviseurs*

*Docteur : BENZAOUI WAFAA et Ingénieur : AHMED LABADI*

*Pour leurs conseils et conseils académiques et professionnels pendant toutes les phases de ce travail. Je voudrais également exprimer ma plus grande gratitude à mes professeurs du Département d'Electronique et des Télécommunications - Université de Ouargla, qui ont consacré leur temps et leurs efforts à m'enseigner, spécialement M. MOKHTAR SMAHI, TEDJANI ZAKARIA, ABIMILOU ADEL, BENZAOUI WAFAA, BOUZIDI MANSOR, RACHEDI MOHAMED YASIN et NASSRI*

*MOHAMED NADJIB pour leurs efforts et patients dans l'élaboration de ce travail simple, Sans oublier les ingénieurs de mon stage pratique M. MERRINI BECHARQUI et M. AHMED LABADI*

*De plus, nous remercions tous mes professeurs (primaire, collège et lycée) qui participent à m'accompagner lors de cette journée spéciale.*

*Enfin, je voudrais remercier notre pays bien-aimé pour la période d'éducation non rémunérée de l'école primaire aux études universitaires.*

## Liste des matières

Liste des matières .....	III
Liste des figures .....	VII
Liste des tableaux .....	IX
Liste des abréviations .....	IX
Introduction générale.....	1
Chapitre I Présentation de l'organisation Ourhoud.....	2
I.1.Introduction.....	3
I.2.Présentation de l'organisation Ourhoud .....	3
I.2.1.Historique.....	3
I.2.2. Localisation géographique .....	4
I.2.3. Géologie du gisement .....	4
I.2.4. Composition du champ Ourhoud.....	5
I.2.4.2. Les Satellites.....	5
I.2.4.3. Le centre de traitement de brut CPF (Central Processing Facility) .....	6
I.3.Présentation du processus traitement du pétrole brut au champ Ourhoud .....	6
I.3.1. Train de Traitement d'huile .....	7
I.3.1.1. La séparation .....	8
I.3.1.2. Le dessalage.....	8
I.3.1.3. La stabilisation et le rebouillage.....	9
I.3.1.4. Stockage et Expédition.....	9
I.3.2. Unité de Traitement du gaz .....	9
I.3.2.1. Les compresseurs .....	10
I.3.2.2. Les récompresseurs .....	10
I.3.2.3. Le déshydrateur .....	10
I.3.2.4. Les turbocompresseurs (Booster gaz lift compresseur) .....	11
I.3.2.5. Le Compresseur d'injection de gaz .....	11

I.3.3. Unité de Traitement d'eau.....	11
I.4. Les systèmes de sécurité de l'organisation Ourhoud .....	12
I.4.1. Le système de sécurité FEU et GAZ (F&G).....	12
I.4.2. Le système de sécurité d'arrêt d'urgence.....	13
I.4.2.1. Le système d'arrêt d'urgence (ESD).....	13
I.4.2.2. Le système d'arrêt du procédé (PSD).....	14
I.5. Conclusion .....	14
Chapitre II Etude du système de contrôle distribué DCS .....	15
II.1 Introduction.....	16
II.2 Présentation du système de contrôle distribué DCS .....	16
II.3 Evolution des systèmes de commande Yokogawa .....	17
II.4 Présentation du CENTUM VP de Yokogawa.....	18
II.4.1 Architecture Hardware du CENTUM VP .....	18
II.4.2 La station de conduite HIS .....	19
II.4.3 La station de développement EWS .....	20
II.4.4 La station de contrôle FCS .....	20
II.4.4.1 Les fonctions de la FCS.....	21
II.4.4.2 La redondance de CPU.....	21
II.4.4.3 Les avantages de la redondance.....	21
II.4.4.4 La composition d'une station FCS.....	22
II.4.4.5 Unité de contrôle FCU .....	22
II.4.4.6 Unité des nœuds NU .....	22
II.4.4.7 Le bus N-ESB .....	22
II.4.4.8 Unités d'entrées-sorties .....	22
II.4.5 Système de sécurité Prosafe RS (SIS).....	23
II.4.5.1 La redondance en ProSafe-RS .....	23
II.4.5.2 Intégration du ProSafe RS .....	23

II.4.5.3	Types d'E / S configurables de SIS .....	24
II.4.6	Les réseaux de communication .....	25
II.4.6.1	Réseau de contrôle .....	25
II.4.6.2	Réseau de terrain .....	26
II.5	Conclusion .....	27
Chapitre III Les outils nécessaires pour la nouvelle ligne.....		28
III.1	Introduction .....	29
III.2	Procédure Coiled tubing .....	29
III.2.1	Unité de coiled-tubing .....	29
III.2.2	La cabine de commande .....	30
III.2.3	Les applications .....	30
III.3	Protocole Modbus.....	31
III.3.1	Domaines d'utilisation .....	31
III.3.2	La transmission de Modbus .....	31
III.3.3	Transaction Modbus.....	32
III.4	Modbus RTU.....	32
III.4.1	Historique Modbus RTU .....	32
III.4.2	Messages Modbus RTU .....	32
III.4.3	La disponibilité .....	33
III.4.4	L'ouverture .....	33
III.4.5	Domaines d'utilisation .....	33
III.4.6	La communication Modbus RTU .....	33
III.4.6.1	La communication maître / esclave .....	33
III.4.7	Représentation des données Modbus RTU.....	34
III.5	Unité terminale à distance RTU .....	34
III.5.1	Architecture .....	35
III.5.2	RTU pour la commande .....	35

III.5.3	Endurance et économie .....	35
III.6	Présentation de FA-M3 de Yokogawa :.....	36
III.6.1	Caractéristiques :.....	36
III.6.2	Fonction de contrôle du capteur.....	36
III.6.3	Un RTU sans plage .....	36
III.6.4	Modules de base :.....	37
III.6.5	Traitement ultra-rapide :.....	37
III.6.6	Unité principale et sous-unité .....	38
III.7	Installation de ligne concentrique d'eau diluant au puits QB-83 QB-99.....	38
III.7.1	La nouvelle installation .....	39
III.7.1.1	Installation en surface.....	39
III.7.1.2	Installation sous surface .....	39
III.7.2	La philosophie du système de contrôle .....	40
III.7.3	Les modifications au niveau de système de contrôle .....	40
III.7.3.1	La modification 1 .....	40
III.7.3.2	La modification 2.....	40
III.7.4	Étude HAZOP.....	41
III.8	Conclusion.....	41
Chapitre IV	Les configurations DCS, Modbus et RTU pour les instruments .....	42
IV.1	Introduction.....	43
IV.2	Protocole Modbus.....	43
IV.2.1	RTU vers DCS digital .....	43
IV.2.2	DCS vers RTU digital .....	44
IV.2.3	Analogique RTU vers DCS .....	45
IV.2.4	Analogique DCS vers RTU .....	45
IV.3	La configuration dans le DCS .....	45
IV.3.1	Affectation des switches Digital DCS vers RTU dans le DCS .....	45

IV.3.2	Affectation des switches Digital RTU vers DCS.....	46
IV.3.3	Déclaration des annonceurs .....	47
IV.3.4	Déclaration des entrées-sorties (DI/DO/AI/AO) .....	48
IV.3.5	La configuration du transmetteur 13FQI510001 sur le drawing DR0053 .....	48
IV.3.6	Logique configurée sur le bloc 13FQI510001LC sur le drawing DR0053 .....	49
IV.3.7	La configuration du vanne 13SDV510010 sur le drawing DR0052.....	50
IV.3.8	Logique configurée sur le bloc 13SDV510010LC sur le drawing DR0052 .....	51
IV.4	Configuration sur RTU .....	53
IV.4.1	Bloc RTU vers DCS.....	53
IV.4.2	Bloc inhibition processus .....	54
IV.4.3	Bloc mesures.....	54
IV.4.4	Bloc DCS vers RTU.....	55
IV.4.5	Bloc inhibition de transmetteur.....	55
IV.5	Conclusion.....	56
	Conclusion générale .....	57
	Références.....	58

## Liste des figures

<b>Chapitre I</b> .....		
Figure I. 1	Champ pétrolier Ourhoud.....	3
Figure I. 2	Localisation géographique du champ Ourhoud .....	4
Figure I. 3	Structure du gisement d'Ourhoud .....	5
Figure I. 4	Vue générale du processus de traitement du pétrole brut.....	6
Figure I. 5	Une station satellite .....	7
Figure I. 6	Un train de séparation.....	8
Figure I. 7	Unité de Traitement d'eau .....	12
<b>Chapitre II</b> .....		
Figure II. 1	Evolution des systèmes de commande Yokogawa .....	17



Figure II. 2 Architecture Hardware du CENTUMVP .....	19
Figure II. 3 Une station de conduite HIS.....	20
Figure II. 4 Une station de control FCS .....	20
Figure II. 5 Une station SIS à processeur unique.....	23
Figure II. 6 Une station SIS à CPU redondant.....	23
Figure II. 7 Intégration du ProsSafe RS au DCS Centum VP .....	24
Figure II. 8 Types d'E / S configurables de SIS.....	24
Figure II. 9 Configuration du réseau Vnet-IP .....	26
Figure II. 10 L'intégration des réseaux Vnet et Ethernet sur un seul bus Vnet-IP .....	26
Figure II. 11 Configuration du réseau de terrain.....	27
<b>Chapitre III</b> .....	
Figure III. 1 Unité de coiled-tubing .....	29
Figure III. 2 La buse et la tête rotative du tube enroulé .....	30
Figure III. 3 Câble série RS485 .....	31
Figure III. 4 La communication maître / esclave du Modbus RTU .....	34
Figure III. 5 Un module RTU reliaer avec des entées auxiliaire .....	35
Figure III. 6 Un module de base FA-M3 .....	36
Figure III. 7 Les six types de module de base FA-M3 .....	37
Figure III. 8 Unité principale et sous-unité.....	38
Figure III. 9 L'ancienne installation de l'eau de dilution.....	38
Figure III. 10 La fréquence des chutes au niveau de puits QB-83.....	39
Figure III. 11 La nouvelle installation de l'eau de dilution.....	39
Figure III. 12 La philosophie du système de contrôle.....	40
Figure III. 13 Les modifications au niveau de système de contrôle.....	40
<b>Chapitre IV</b> .....	
Figure IV. 1 Affectation des switches Digital DCS vers RTU .....	46
Figure IV. 2 Affectation des switches Digital RTU vers DCS.....	47
Figure IV. 3 Déclaration des annonceurs .....	47
Figure IV. 4 Déclaration des entrées-sorties (DI/DO/AI/AO).....	48
Figure IV. 5 La configuration du transmetteur 13FQI510001.....	49
Figure IV. 6 Logique configurée sur le bloc 13FQI510001LC .....	50
Figure IV. 7 La configuration du vanne 13SDV510010 .....	50
Figure IV. 8 Logique configurée sur le bloc 13SDV510010LC.....	51

Figure IV. 9 Ancien synoptique QB-83 .....	52
Figure IV. 10 Nouveau synoptique QB-83.....	52
Figure IV. 11 Bloc RTU vers DCS .....	53
Figure IV. 12 Bloc inhibition processus.....	54
Figure IV. 13 Bloc mesures .....	54
Figure IV. 14 Bloc DCS vers RTU.....	55
Figure IV. 15 Bloc inhibition de transmetteur .....	55

## **Liste des tableaux**

<b>ChapitreII</b> .....	
Tableau II. 1 Le numéro de modèle à des fins de référence .....	25
<b>ChapitreIII</b> .....	
Tableau III. 1 Les articles HAZOP concernant la modification .....	41
<b>ChapitreIV</b> .....	
Tableau IV. 1 Le tableau d'échange Digital RTU vers DCS.....	44
Tableau IV. 2 Le tableau d'échange Digital DCS vers RTU .....	44
Tableau IV. 3 Le tableau d'échange Digital DCS vers RTU .....	45
Tableau IV. 4 Le tableau d'échange Analogique DCS vers RTU .....	45

## **Liste des abréviations**

**AGP** : Arrêt Générale de Processus.

**CHH** : Cause High High.

**CLL** : Cause Low Low.

**CPF** : Central Processing Facility

**CT** : Coiled-Tubing.

**CTU** : Coiled-Tubing Unit.

**DC** : Default Card.

**DCS** : Distributed Control System.

**DI** : Digital Input.

**DO** : Digital Output.

**ENG** : Engineering Station

**ESB** : Enterprise Service Bus.  
**ESD** : Emergency Shut-Down.  
**ESDV** : Emergency Shut-Down Valve.  
**EWS** : Environment Work Station.  
**F&G** : Fire and Gas.  
**FCS** : Field Control Station.  
**FIO** : Field I/O.  
**F-SB** : field Service Bus.  
**FT** : Flow Transmitter.  
**HH** : High High.  
**HIS** : Human Interface Station (Operator workstation).  
**LL** : Low Low.  
**N-ESB** : Node Enterprise Service Bus.  
**N-IO** : Network I/O.  
**NIU** : Node Interface Unit.  
**OSI** : Open System Interconnection.  
**PDU** : Protocol Data Unit.  
**PIH** : Process Inhibition.  
**PLC** : Programmable logic controller.  
**PSD** : process Shut-Down.  
**PV** : Process Value.  
**PVI** : Process Value Indication.  
**RTU** : Remote Terminal Unit.  
**SCADA** : Supervisory Control And Data Acquisition.  
**SCSSV** : Safety, Control, Security, Shutdown Valve.  
**SDV** : ShutDown Valve.  
**SHH** : Action High High.  
**SLL** : Action Low Low.  
**SSV** : Security & Safety Valve.  
**TRP** : Trip.  
**VLSH** : Valve Limit Switch High.  
**VLSL** : Valve Limit Switch Low.  
**Vnet-IP** : Virtual Network - Internet Protocol.

**WAG** : Water & Gas.

## Introduction générale

L'Algérie est un pays membre de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole et du Forum des pays exportateurs de gaz, elle est le 3<sup>e</sup> producteur de pétrole en Afrique derrière le Nigeria et l'Angola et le 11<sup>e</sup> exportateur de pétrole à l'échelle mondiale, Elle occupe la 15<sup>e</sup> place mondiale en matière de réserves pétrolières (45 milliards de tonnes en équivalent pétrole pour les réserves prouvées), et 18<sup>e</sup> producteur mondial de pétrole.

Le pétrole est une l'huile minérale résultant d'un mélange d'hydrocarbures et de divers composés organique exploité par l'humain, il est considéré comme source d'énergie et source de matières chimiques premières utilisées dans l'industrie du plastique, le textile, la peinture, le bitume utilisé pour le revêtement des routes, l'agroalimentaire et même les médicaments donc il est la matière première de la civilisation moderne, c'est la première source d'énergie mondiale grâce à ces propriétés physiques et chimiques principalement la quantité d'énergie par rapport au volume ainsi que le rendement et la rentabilité économiques qu'il offre ,la facilité de sa commercialisation ,sa production et son transport, l'abondance des réserves naturelles et les dérivés qu'on peut extraire, il remplace le charbon utilisé depuis très longtemps qui était moins pratique.

Pour garantie la continuité de la production du pétrole il faut maintenir les équipements de production de manière continu. Les puits producteurs d'huile sont l'un des équipements les plus nécessitants de la maintenance, un des problèmes major des puits producteurs d'huile est l'accumulation des sels au fond et au niveau du tête de puits, la solution de ce problème est la procédure Coiled-tubing, mais cette solution est très chère. À l'organisation Ourhoud ce problème était très fréquent au puit QB-83 et QB-99, alors il est nécessaire de trouves une solution efficace et moins chère.



# **Chapitre I**

## **Présentation de l'organisation Ourhoud**

## I.1.Introduction

Dans ce premier chapitre, je vais présenter une brève description du champ Ourhoud où j'ai suivi mon stage pratique. Je vais parler des objectifs de ce champ et ces différentes unités et installations de traitement.

## I.2.Présentation de l'organisation Ourhoud

### I.2.1.Historique

L'organisation Ourhoud (créée en 1997, début de production 2003) est l'opérateur délégué chargé du développement et de l'exploitation du champ Ourhoud. Les partenaires ont conçu l'organisation Ourhoud comme un instrument doté de pouvoirs et procédures fiables approuvées par toutes les parties et l'ont dotée de moyens matériels et ont affecté du personnel de haut niveau pour assurer son efficacité. L'organisation Ourhoud a su tirer profit de toute l'expérience acquise par Sonatrach et les partenaires : Cepsa, Anadarko, En-Soi, Maersk, ConocoPhillips et Talisman au bénéfice du projet et de la diversité culturelle [1].

Sonatrach est associée à six compagnies étrangères dans la mesure où le gisement chevauche trois blocs :

- Le bloc 404 : Sonatrach est associée à l'américaine Anadarko qui a comme associés Agip et Maersk dont le contrat est signé le : 23-10-1989.
- Le bloc 405 : Elle est associée à Burlington Ressource qui a comme associé Talisman dont le contrat est signé le : 24-11-1992.
- Le bloc 406 : la compagnie nationale est associée à l'espagnole Cepsa dont le contrat est signé le : 26-05-1992.

Le gisement a fait l'objet d'une unitisation qui permet de calculer la part de pétrole qui revient à chaque compagnie.

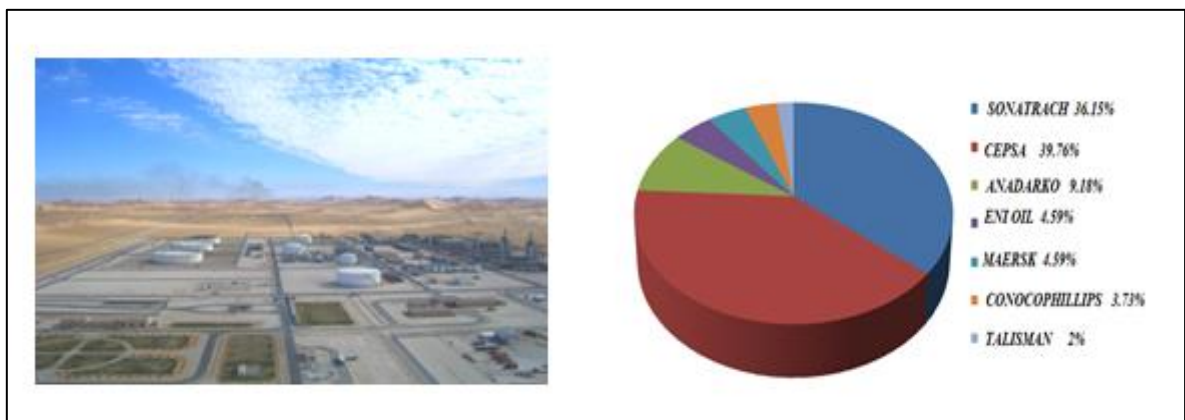
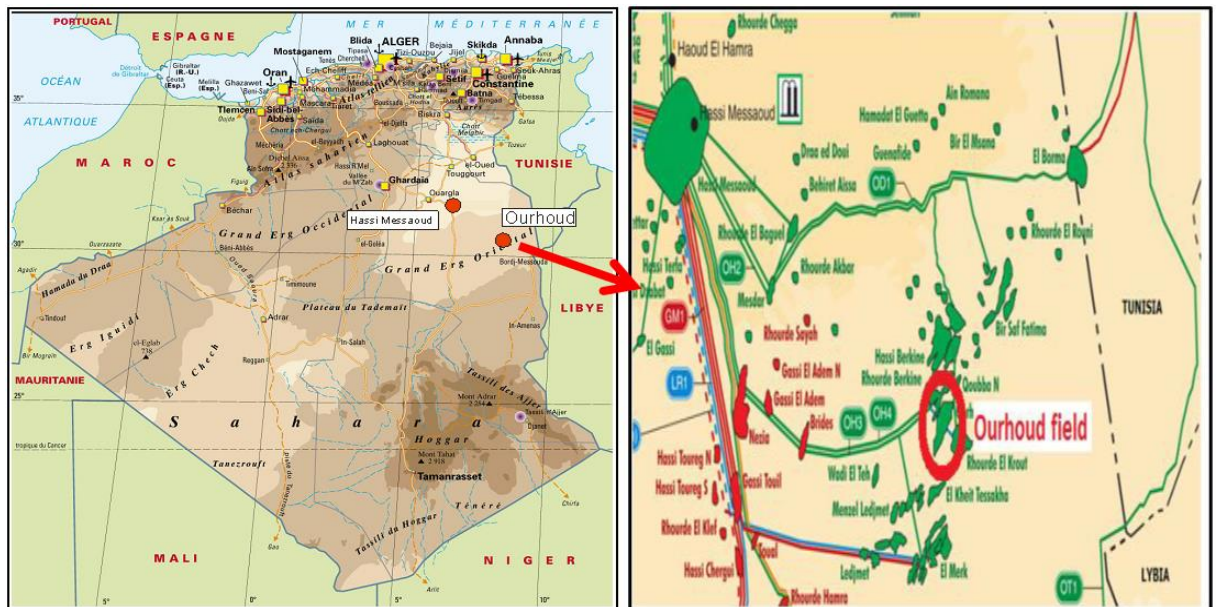


Figure I. 1 Champ pétrolier Ourhoud

### I.2.2. Localisation géographique

Le champ d'Ourhoud fut découvert en juillet de l'année 1994. Il se situe dans le bassin de Hassi Berkine à 320km au Sud/Est de Hassi Messaoud et 1200Km au Sud-Est d'Alger. Il chevauche les blocs 404, 405 et 406A avec une superficie de réservoir de 140 km<sup>2</sup>.



**Figure I. 2** Localisation géographique du champ Ourhoud

Le champ devrait être unitisé en 2005, mais en février 1997 une participation par pourcentage fut convenue d'une manière à ce que trois opérateurs étrangers pourront développer le champ en association avec Sonatrach.

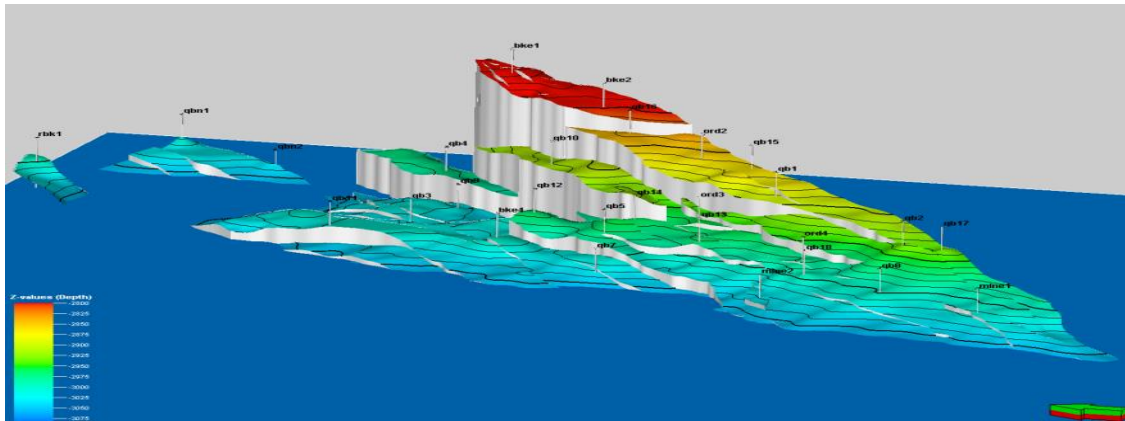
### I.2.3. Géologie du gisement

Le gisement Ourhoud est situé dans le bassin intra-cratonique de Ghadamès où se trouvent d'épaisses séries Paléozoïques et Mésozoïques. Ces deux séries sont séparées par la discordance Hercynienne.

Le gisement Ourhoud est localisé dans les blocs : 404-406A-405 du bassin de Ghadamès et contient une huile légère sous saturée dans les grés du TAGI, pigée dans une structure anticlinale faillée. Le réservoir possède des caractéristiques petro-physiques de grande qualité.

L'intervalle de production du réservoir est : TAGI situé immédiatement au-dessus de la discordance Hercynienne, qui est généralement rencontré à une profondeur de 3100 mètres dans la région du champ pétrolier Ourhoud.





**Figure I. 3** Structure du gisement d'Ourhoud

#### I.2.4. Composition du champ Ourhoud

Les éléments fondamentaux qui composent le champ Ourhoud et qui sont en relation directe avec la production sont les puits, les satellites et le centre de traitement du brut.

##### I.2.4.1. Les puits

Le puits est le premier élément essentiel dans la production du pétrole ou du gaz, Contient plusieurs équipements pour assurer l'extraction du pétrole/gaz ou bien l'injection du gaz et de l'eau, et d'assurer aussi la sécurité des personnes et des installations en cas d'incendie ou d'une déviation procès.

Il existe plusieurs types de puits. Le champ d'OURHOUD comprend :

- 66 puits de production d'huile :

Ce sont des puits qui contiennent sont des puits qui produisent de pétrole brut (huile + gaz+ eau), chaque puits produise de pétrole brut avec des propres caractéristiques (salé, goudronné...) et des propres exigences.

- 14 puits injecteurs de gaz (02 en WAG).
- 29 puits injecteurs d'eau.
- 09 puits producteurs d'eau de l'ALBIEN/BAREMIEM.
- 08 puits producteurs d'eau du MIOPLIOCENE.

Le transport du fluide entre les puits et les satellites se fait par : flowlines (conduite d'écoulement).

##### I.2.4.2. Les Satellites

Le pétrole brut provenant des différents puits arrive au CPF à travers les satellites.

Il existe sept satellites ayant chacun :

- Un manifold de production.

- Des installations de test.
- Un manifold de gaz lift (système d'injection de gaz).
- Un système de décompression.
- Des locaux d'électricité et d'instrumentation.

Le transport du fluide entre les satellites et le centre de traitement de brut se fait par : trunklines (collecteurs).

#### I.2.4.3. Le centre de traitement de brut CPF (Central Processing Facility)

Le centre de traitement CPF est composé principalement des parties suivantes :

- Arrivées des lignes principales : trunklines.
- Slug-catcher avec deux nouveaux séparateurs + Trains de traitement d'huile.
- Bac off spécification pour le stockage du brut hors-normes + Bacs de stockage du pétrole brut qui est prêt pour l'exportation.
- Système de traitement de gaz.
- Système de traitement des eaux pour l'injection + Bac de stockage pour l'eau d'incendie.
- Salle de control.
- Laboratoire.

### I.3. Présentation du processus traitement du pétrole brut au champ Ourhoud

Le pétrole brut sortant du gisement passe par trois principaux points :

- Les têtes de puits.
- Les stations satellites.
- Le CPF.

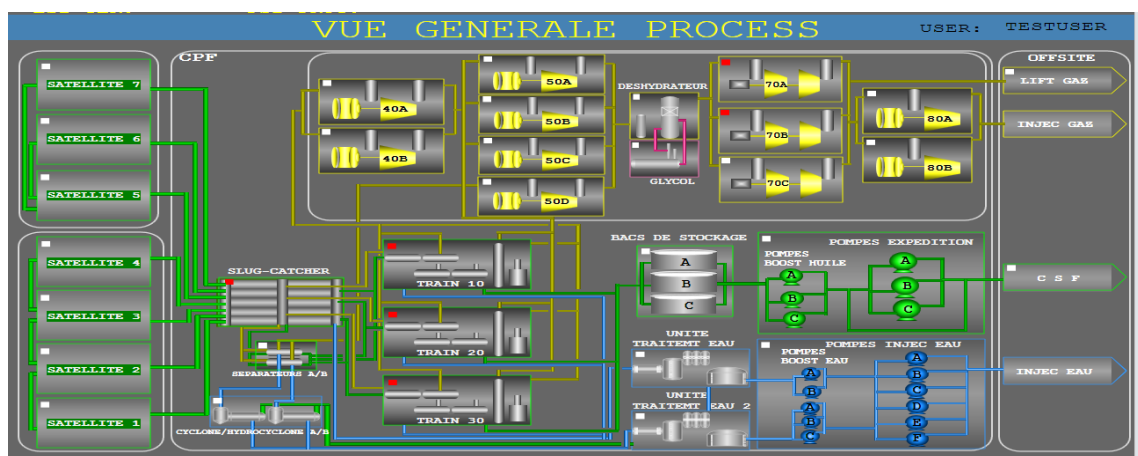


Figure I. 4 Vue générale du processus de traitement du pétrole brut

Au champ d'Ourhoud on retrouve sept satellites (quatre au sud du CPF et trois au nord), ces dernières collectent les fluides d'un groupe de cinq à treize puits producteurs de brut.



**Figure I. 5** Une station satellite

Les lignes de collecte transportent les effluents venant des puits de production vers les sept satellites, où les fluides d'un groupe de puits (5 à 13 puits) seront collectés. On retrouve aussi au niveau des satellites un manifold de test et un jeu de vannes manuelles permettant de faire passer le brut d'un puits vers un débitmètre multiphasique.

Les lignes principales transportent les effluents des puits de chaque station satellite vers le centre CPF. Des lignes principales et des lignes de collecte sont également installées pour l'eau d'injection, le gaz d'injection et le gaz lift pour les envoyer vers les puits.

Les arrivées des sept satellites seront collectées au niveau d'un récupérateur de bouchons liquides : Slug-catcher.

Le slug-catcher est un assemblage de plusieurs tuyaux qui sont utilisés comme des séparateurs longs inclinés, il fonctionne à une pression de 21 bars et une température variante entre 55-72c° avec une alimentation moyenne de 2800m<sup>3</sup>/h. le slug-catcher minimise les effets hydrodynamiques, et amortit les chocs des effluents entrant au CPF pour les stabiliser, et les séparer en trois phases : l'huile, l'eau, et le gaz. Il permet d'effectuer une pré-séparation triphasique du brut et de stocker temporairement tout volume excessif de liquide qui pourrait excéder instantanément la capacité des unités de traitement situées en aval.

Les effluents liquides de ce slug-catcher sont acheminés vers deux nouveaux séparateurs, puis sont distribués de façon équilibrée entre les trois trains de séparation.

### **I.3.1. Train de Traitement d'huile**

Le traitement d'huile au niveau d'un train se fait selon les quatre étapes suivantes :

- La séparation.
- Le dessalage.
- Le rebouillage.
- La stabilisation.

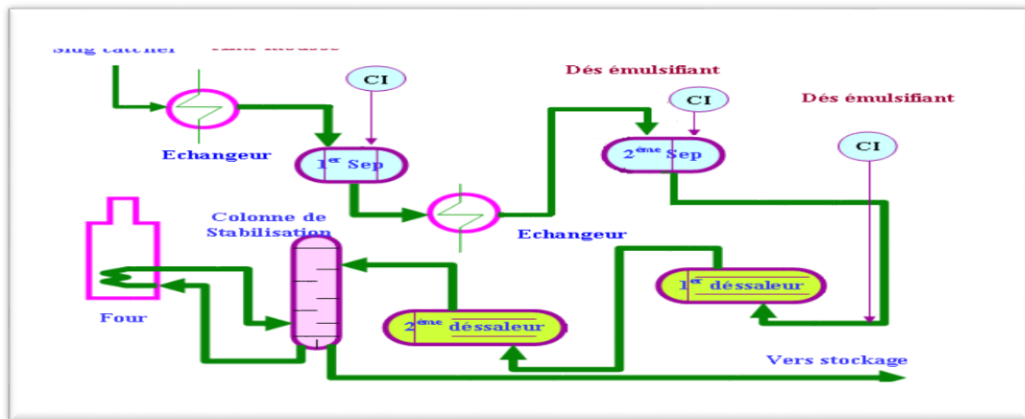


Figure I. 6 Un train de séparation

### I.3.1.1. La séparation

Le séparateur du premier étage est un séparateur tri-phasique opérant à 15 Bars. Il sépare l'huile, le gaz et l'eau dans un mélange brut comme suit :

- L'huile est chauffée en amont des premiers séparateurs par des échangeurs et passe au niveau du deuxième séparateur.
- Le gaz est dirigé vers le système de compression.
- L'eau séparée de l'huile est dirigée vers le système de traitement des eaux huileuses.

Le séparateur du deuxième étage est également un séparateur tri-phasique qui sépare le gaz, l'huile et l'eau. Cependant la fonction principale de ce séparateur est de fournir un temps de séjour adéquat pour faciliter la séparation d'huile et de l'eau dans le cas d'une émulsion importante, en suite l'huile est envoyée vers le premier et le deuxième dessaleur.

### I.3.1.2. Le dessalage

Généralement le pétrole brut contient des sels, qui sont des agents corrosifs. Dans les cas où le pétrole brut subit un dessalage, les procédés employés requièrent l'utilisation d'une eau de très grande qualité, dans l'organisation Ourhoud on utilise : le Mio-Pliocène. Les dessaleurs comprennent deux coaliseurs électrostatiques en série. L'eau de dilution Mio-Pliocène est injectée dans le deuxième dessaleur et passe à travers des vannes mélangeuses.

L'huile ainsi mélangée est envoyée vers le deuxième dessaleur afin de diluer le sel contenu dans l'huile. Cette eau est ensuite séparée par l'action d'un champ électrostatique et est pompée vers le premier dessaleur où elle agit comme lavage préliminaire et dilue le sel contenu dans l'huile.

Ensuite l'huile est refroidie par l'échangeur de chaleur, et sa pression réduite à 6 bars pour être prêt à passer dans la colonne de stabilisation.

### **I.3.1.3. La stabilisation et le rebouillage**

Une stabilisation du brut dans une colonne est le réchauffement du brut jusqu'à 158°C. La colonne de stabilisation est une colonne verticale de 20 plateaux, la pression de tête de colonne est de 6 bars avec une température de fond de colonne égale 158°C. L'huile venant du dessaleur 2<sup>ème</sup> étage est envoyée sur le plateau supérieur de la colonne de fractionnement, et comme l'écoulement descend, les composants plus légers sont extraits grâce à la vapeur produite par le réchauffeur du stripper. Le liquide, venant du plateau inférieur, est extrait par la pompe du rebouilleur de la colonne de fractionnement, traverse le rebouilleur chauffé au gaz, et l'huile et la vapeur résultants retournent au fond de la colonne. Un plateau, retenant l'eau, est situé près du haut de la colonne pour enlever l'excès d'eau qui, autrement, serait piégé dans la colonne. L'eau extraite de ce plateau est envoyée dans un séparateur où elle est vidangée vers le traitement de production d'eau et la vapeur retourne vers la colonne de fractionnement.

Le brut stabilisé, sortant du fond de la colonne de stripage, est d'abord refroidi, en échangeant sa chaleur avec l'alimentation vers les séparateurs 1<sup>ers</sup> et 2<sup>èmes</sup> étages, avant le refroidissement final dans le refroidisseur à l'air du pétrole brut.

### **I.3.1.4. Stockage et Expédition**

Au CPF d'Ourhoud on retrouve trois bacs de stockage ayant chacun une capacité de 37960 m<sup>3</sup>. Ces trois bacs entrent en alternance dans l'un des états suivants (production, repos, expédition).

Un ensemble de motopompes centrifuges (trois pompes booster, et trois pompes Export) permettent d'expédier le brut On-Spec vers Haoud-El-Hamra à travers une ligne 24'' de 21 Km.

### **I.3.2. Unité de Traitement du gaz**

Les gaz provenant des étages de séparation et des colonnes de stabilisation des trains sont repris par une série de compresseurs de gaz afin de ramener leur pression à 270 et 300bar. Le train de compression est composé d'une série de cinq étages, qui sont :

- Compresseurs Over Head.

- Recompresseurs.
- Turbocompresseurs : compresseurs Booster ou compresseurs gaz lift.
- Compresseurs d'injection de gaz.

A la sortie des recompresseurs le gaz passe par une unité qui permet d'extraire la valeur d'eau présente dans ce dernier, cette unité s'appelle le Déshydrateur.

### **I.3.2.1. Les compresseurs**

Les compresseurs de tête de la colonne de stabilisation (Over Head) sont conçus pour comprimer les gaz issus des trois colonnes de stabilisation. Cela permet au gaz d'avoir une pression suffisamment haute pour être mélangé avec le gaz venant des séparateurs des premiers et deuxièmes étages dans un collecteur.

### **I.3.2.2. Les récompresseurs**

Ce système contient quatre compresseurs, les vapeurs des deux séparateurs de chaque train sont combinées et mélangées avec les gaz sortant de système Over Head. Le mélange est dirigé vers les quatre compresseurs qui sont entraînés par des moteurs électriques. Dans leurs ballons de refoulement en récupère des condensats après avoir passé par des aéros-réfrigérants.

### **I.3.2.3. Le déshydrateur**

Les vapeurs de ballon situé au refoulement du récompresseurs, sont dirigées vers le ballon tampon de déshydratation où les condensats liquides sont éliminés.

Ce liquide est envoyé vers le slug-catcher de production basse pression sous contrôle de niveau de fond du ballon. Tout le gaz sortant du ballon tampon de déshydratation est séché dans le déshydrateur.

Le gaz s'élève à travers la section à garnissage de la colonne et le glycol régénéré alimente le sommet de ce garnissage. Le glycol absorbe l'eau en s'écoulant du haut en bas à contre-courant du gaz. Le glycol riche est soutiré au fond de la colonne. Le gaz est séché pour éviter toute formation d'hydrate dans le gaz lift et le système de gaz d'injection et par conséquent, éviter la corrosion dans les réseaux et les systèmes de distribution de gaz lift et de gaz d'injection.

Le glycol riche en eau, passe sous contrôle de niveau dans l'unité de régénération du glycol, où il est régénéré à l'aide de gaz de stripping. Le glycol pauvre est pompé pour retourner vers la colonne de déshydratation.

Après avoir séché le gaz, une partie a été prise pour assurer l'alimentation des fours et d'autres équipements comme fuel gaz, et l'autre partie est acheminée vers les turbines appelées booster gaz lift compresseur.

#### **I.3.2.4. Les turbocompresseurs (Booster gaz lift compresseur)**

Ce système est équipé par trois trains de compression entraînés par des turbines à gaz pour élever la pression du gaz de 36 jusqu' à 200 bar.

#### **I.3.2.5. Le Compresseur d'injection de gaz**

Le gaz produit dans le précédent système est dispatché en deux parties :

- La première est envoyée comme gaz lift pour alléger la colonne de production d'huile.
- La deuxième partie subit une autre compression.

Le système n'est pas équipé d'un ballon de refoulement puisque les gaz seront réinjectés dans des puits d'injection de gaz.

Deux lignes principales (injection nord et injection sud) alimentent le manifold d'injection de gaz aux satellites où le gaz est séparé en lignes de distribution alimentant les puits. Les lignes sont dimensionnées pour permettre une complète injection de gaz vers chacun des puits.

#### **I.3.3. Unité de Traitement d'eau**

L'eau huileuse sortant du slug-catcher, des deux nouveaux séparateurs et des séparateurs des trois trains est dirigé vers deux unités de traitement travaillant de la même manière, où il entre dans un dégazeur, ce dernier fait une séparation par densité pour récupérer le maximum d'huile qui retourne au slug-catcher, l'eau sortante subite deux étapes de filtrage en série :

- Les filtres fins afin d'éliminer les traces d'huile restées dans l'eau.
- Les filtres à cartouche pour éliminer les matières suspendues dans l'eau telles que le sable.

L'eau déshuilée et filtrée est ensuite stockée dans un bac de stockage, à cette étape l'eau est prête à être mélangée avec l'eau de l'Albian-Barrémien qui est déjà traitée puis injectée au réservoir.

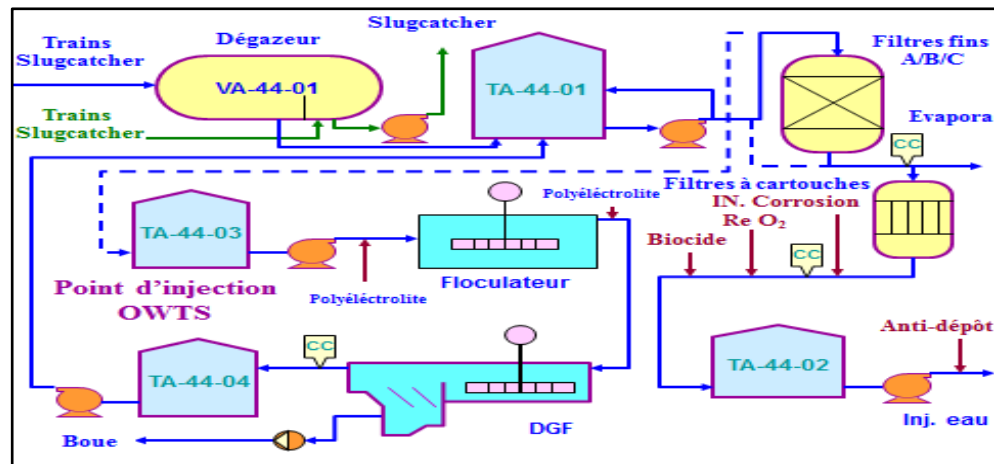


Figure I. 7 Unité de Traitement d'eau

### I.3.4. Un système d'air comprimé

Trois compresseurs à moteur électrique fournissent un air comprimé. L'ensemble du flux est dirigé vers le ballon d'air de service, qui alimente le système de sécheur d'air. L'air de service séché puis filtré, avant d'alimenter le réseau air instrument et le générateur de gaz inerte.

### I.4. Les systèmes de sécurité de l'organisation Ourhoud

Sur le site, la commande et l'installation des équipements de traitement sont gérées par un concept de sécurité. L'une des fonctions principales de la discipline d'instrumentation est le contrôle de la sécurité des procédés qui s'appuie principalement sur deux systèmes :

- Le système de sécurité Feu et Gaz.
- Le système de sécurité d'arrêt d'urgence.

Ce sont deux systèmes logiques différents, mais complémentaires et non dissociables sur aucun site. Ces deux systèmes sont surveillés par des PLC spécifiques, autonomes, non dépendants d'autres logiques.

#### I.4.1. Le système de sécurité FEU et GAZ (F&G)

Ce système assure deux fonctions :

- Fonction de la détection Feu & Gaz.
- Fonction de la protection contre les incendies.

Il est composé principalement des :

- Equipements du champ : détecteurs, vannes, pompes anti-incendie.
- Contrôleurs logiques programmables : PLC.
- Interfaces opérateurs de supervision : HIS.



Pour atteindre ses fonctions, le système F&G doit intégrer au minimum les actions suivantes :

- Alerter le personnel : Alarmes visuelles et sonores.
- Activer le système anti-incendie : déluge, poudre, CO2.
- Arrêter la ventilation.
- Initier le système : ESD.

Le système F&G générale de l'organisation Ourhoud est composé de plusieurs sous-systèmes :

- Système F&G pour les installations de production au CPF.
- Système F&G au niveau des satellites.
- Système F&G au niveau des Puits.
- Système F&G pour les bâtiments.
- Système F&G pour les Turbines à gaz.

#### **I.4.2. Le système de sécurité d'arrêt d'urgence**

Il existe deux types de système d'arrêt d'urgence sont fournis pour la gestion sûre de l'installation centrale de traitement (CPF), satellites et têtes de puits :

- Système d'arrêt d'urgence : ESD.
- Système d'arrêt du procédé : PSD.

##### **I.4.2.1. Le système d'arrêt d'urgence (ESD)**

Le système d'arrêt d'urgence (ESD) est dans la hiérarchie d'arrêt supérieur à PSD. Son rôle est d'arrêter et isoler une partie, ou bien la totalité des installations dans le cas d'une détection de feu ou de gaz confirmée.

Le système ESD est également actionner par un bouton-poussoir manuel en fonction de la décision de l'opérateur. Le rôle du système ESD est :

- Protection de la vie du personnel.
- Protection des installations.
- Protection de l'environnement.
- Maintien de la production.

Il est composé principalement des :

- Equipements du champ : vannes ESDV, boutons d'arrêt d'urgence, relais électrique.
- Contrôleurs logiques programmables : PLC.
- Interfaces opérateurs de supervision : HIS.

Pour atteindre ses fonctions, le système ESD doit intégrer au minimum les actions suivantes :

- Isolation entre les zones d'incendie par l'arrêt d'urgence au moyen des vannes ESDV.
- Arrêter des équipements : pompes, compresseurs, ventilateurs de refroidissement.
- Dans certains cas, coupure de l'alimentation électrique.

Le système ESD générale de l'organisation Ourhoud est composé de plusieurs sous-systèmes :

- Système ESD pour les installations de production au CPF.
- Système ESD au niveau des satellites.
- Système ESD au niveau des Puits.

#### **I.4.2.2. Le système d'arrêt du procédé (PSD)**

Le système d'arrêt du procédé (PSD) de l'organisation Ourhoud est géré par son système de contrôle et de commandes (DCS). Son rôle est d'effectuer des arrêts de faibles niveaux de l'équipement de traitement en cas de déviation mineure des variables du procédé en dehors des limites prédéfinies.

Le système reçoit des informations concernant la température, la pression, le niveau, et le débit par des entrées numériques et analogiques. La configuration du système d'arrêt du procédé est déterminée par une analyse de risque pour l'installation et elle est souvent influencée par les exigences de disponibilité. L'analyse peut être utilisée comme un guide pour diriger le choix de la configuration PSD.

Le rôle du système d'arrêt du processus (PSD) est de :

- Enregistrer les conditions de fonctionnement anormales dans le processus.
- Prendre les mesures nécessaires pour protéger l'équipement et le personnel.
- Empêcher la libération incontrôlée d'hydrocarbures.

### **I.5. Conclusion**

Dans ce chapitre, j'ai présenté l'organisation Ourhoud et j'ai décrit le processus de traitement du pétrole brut ainsi que les unités de compression de gaz. J'ai présenté aussi des généralités sur les systèmes de sécurité F&G et ESD d'Ourhoud. Le chapitre suivant aura pour objet de définir le système DCS (distributed Control System) du champ, l'RTU utilisée au niveau des puits et le protocole de transmission des données Modbus RTU.



# **Chapitre II**

## **Etude du système de contrôle distribué DCS**

## II.1 Introduction

La conduite d'un procédé dans le domaine du pétrole et du gaz implique la connaissance, la surveillance et la maîtrise de certains paramètres tels que : la pression, la température, le niveau et le débit. Chaque procédé possède ses propres exigences, et chaque équipement à ses propres conditions de fonctionnement. Parmi ces équipements : les puits. Chaque catégorie des puits a ses propres caractéristiques en site les puits producteurs de brut, chaque puit producteur de brut a aussi à ses propres caractéristiques et possède ses propres exigences, en site :

- L'accumulation d'asphalte et du goudron au long des pipes.
- L'accumulation des déchets et des sables au niveau des coins et des raccords.
- L'accumulation ou la cristallisation des sels au fond et à la tête de puit ainsi qu'au niveau des vannes.

Ces exigences et conditions doivent être traitées à travers :

1. Des installations.
2. Des protocoles de communication comme le protocole Modbus.
3. Un programme de commande.

Le tout est contrôlé par un système de commande.

Il existe divers systèmes de commande dans l'industrie, Le développement continu de ces systèmes laisse apparaître de nouvelles technologies de commande qui permettent de mieux gérer les processus industriels devenus de plus en plus complexes.

Parmi les systèmes de commande les plus courants, on trouve :

- L'unité terminal à distance : RTU.
- Le système de commande et supervision à distance : SCADA.
- Le système de commande distribuée : DCS.

## II.2 Présentation du système de contrôle distribué DCS

Un système de contrôle distribué (DCS) est une plate-forme pour un contrôle automatisé d'une usine ou d'un procédé industriel. Il combine les éléments suivants en un seul système automatisé :

- L'interface homme machine (IHM).
- Les solveurs logiques.
- L'historique.

- Une base de données commune.
- Ainsi que la gestion des alarmes.

La fonction principale du DCS est d’assurer la surveillance et la maîtrise des procédés. Cette surveillance s’effectue par l’acquisition des mesures sur le site et leur transmission jusqu’à la salle de contrôle où elles seront visualisées par l’opérateur.

Le DCS est utilisé dans diverses industries, telles que : la pétrochimie, l’agroalimentaire, le nucléaire, l’industrie pharmaceutique...etc. Le système DCS installé au champ d’Ourhoud est le CENTUM VP de Yokogawa. Ce dernier assure le contrôle des installations au CPF et au niveau des satellites.

### II.3 Evolution des systèmes de commande Yokogawa

Grâce à ses systèmes de contrôle distribué, Yokogawa est l’un des leaders mondiaux de l’instrumentation, de la commande et de l’optimisation des procédés industriels. Il fut le premier à lancer le concept : Système numérique de commande en 1975. Depuis, plus de 10000 systèmes CENTUM ont été installés dans le monde, pour automatiser les procédés les plus variés, dans les conditions les plus extrêmes [2].

Les différents systèmes de commande conçus par la société japonaise : Yokogawa depuis sa création en 1975 sont : CENTUM, CENTUM V, CENTUM XL, CENTUM CS, CENTUM CS 3000, CENTUM CS 3000 R3, et CENTUM VP.

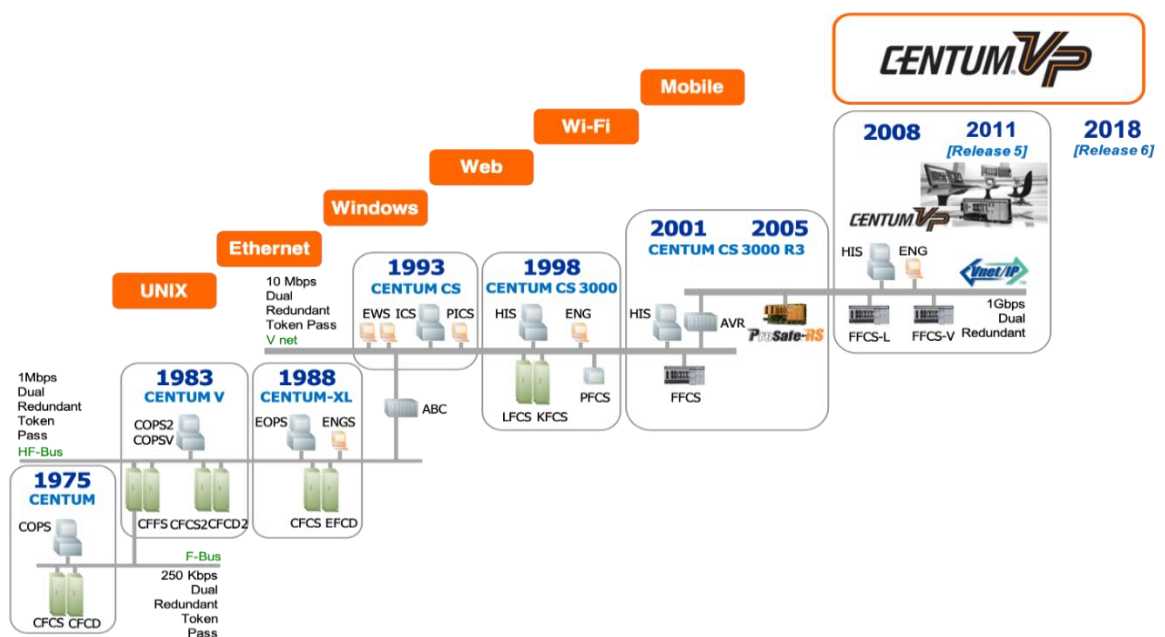


Figure II. 1 Evolution des systèmes de commande Yokogawa

## II.4 Présentation du CENTUM VP de Yokogawa

Le CENTUM VP qui est la dernière génération de la solution Système Numérique de Commande de Yokogawa, et l'évolution naturelle du CENTUM CS 3000. Cette nouvelle génération va permettre de répondre au mieux aux besoins des utilisateurs, en mettant à disposition des opérateurs une interface homme machine puissante et intuitive<sup>[3]</sup>.

Le système numérique de contrôle commande conçu par : Yokogawa ouvre une ère nouvelle dans l'implantation des systèmes DCS. Il intègre les dernières technologies sur une architecture ouverte et modulaire tout en garantissant une comptabilité ascendante avec les générations précédentes, et une grande fiabilité légendaire incontesté. Il assure une fiabilité et une adaptabilité grâce à :

- L'utilisation facile, disposant de fonctions de contrôle supérieures et d'un excellent rapport coût-performance, le système s'intégrera rapidement dans un environnement industriel exigeant.
- L'architecture ouverte de ses interfaces définit un échange d'informations avec le système de gestion et de planification et facilite la mise en place d'un système de gestion stratégique pour une entreprise.
- Il est connu pour s'adapter aux systèmes déjà implantés et suivre l'évolution des unités de production en réduisant le coût total de possession.

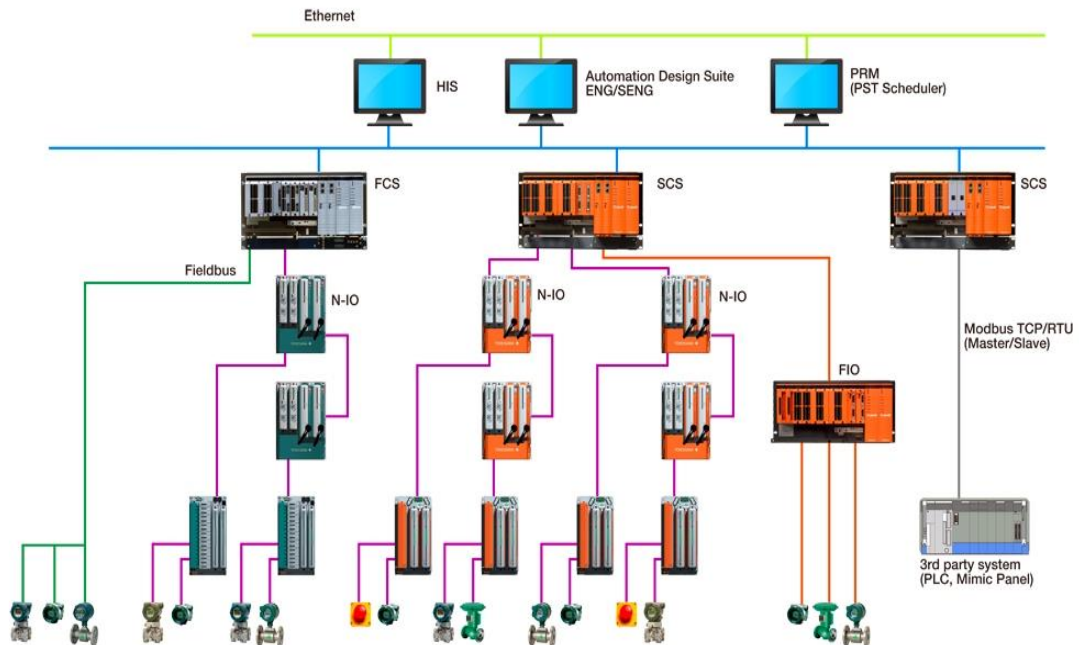
### II.4.1 Architecture Hardware du CENTUM VP

L'architecture du CENTUM VP est une architecture modulaire et hiérarchique lui permettant d'être un système adaptable à un grand nombre de procédés industriels ayant des dimensions diversifiées. Aussi, l'architecture du CENTUM VP est une architecture flexible qui facilite la prise en compte des éventuelles modifications et extensions faites sur les installations industrielles<sup>[4]</sup>.

Parmi les éléments les plus importants qui constituent cette architecture on cite :

- La station de contrôle FCS (Field Control Station) : qui est un automate programmable capable d'assurer à la fois le contrôle du procédé et la communication avec les sous-systèmes.
- La station de conduite HIS (Humain Interface Station) : Utilisée par les opérateurs pour la conduite et la supervision du procédé.

- Le réseau de communication : C'est un moyen d'interconnexion et d'échange d'information entre les éléments du DCS.
- La station de développement EWS/ENG : (Engineering Work Station) : qui est une interface de maintenance et d'ingénierie [4].



**Figure II. 2** Architecture Hardware du CENTUMVP

#### II.4.2 La station de conduite HIS

La station d'interface homme-machine est basée sur le système d'exploitation Windows. C'est une station de surveillance qui offre une vue d'ensemble du site, elle affiche les variables des procédés, les paramètres de contrôle et les alarmes nécessaires à l'exploitation.

Un poste opérateur peut supporter jusqu'à quatre écrans. Une interface graphique simple et intuitive met à disposition de l'opérateur un navigateur dans lequel les vues sont organisées suivant une représentation hiérarchique calquée sur l'organisation des unités pilotées par le CENTUM VP. L'opérateur appelle la vue de son choix par un simple clic [5].

L'accès aux informations est protégé par un système de (logging + mot de passe) par lequel chaque opérateur se verra attribuer un niveau d'accès ainsi qu'une liste des entités procédés sur lesquels il pourra agir.



**Figure II. 3** Une station de conduite HIS.

#### II.4.3 La station de développement EWS

Yokogawa l'appelle ENG. Celle-ci permet de configurer le système pour s'adapter au procédé et pour diagnostiquer les états du système pour les fonctions de maintenance. Cette interface comprend :

- Un éditeur de programme (drawing) qui contient un ensemble de bloc fonction (PI, PID, Logic chart, ...etc)
- Des outils de configuration des Entrées/Sorties (analogiques et discrètes) et des variables internes.
- Un éditeur graphique.
- Une fonction de test et de simulation.

#### II.4.4 La station de contrôle FCS

La station de contrôle FCS est le cœur du CENTUM VP et de ses fonctions avancées, fiables et performantes, elle offre une disponibilité maximale grâce à une redondance totalement intégrée des unités centrales ainsi que pour les bus de liaison et les cartes d'entrées-sorties [6].



**Figure II. 4** Une station de control FCS



#### II.4.4.1 Les fonctions de la FCS

Les fonctions de la FCS sont :

- Réalisation des fonctions de contrôle (régulation ou séquentiel).
- Exécution des algorithmes de contrôle.
- Exécution des programmes utilisateur.
- Communication avec les modules d'entrée -sortie.
- Communication avec les autres stations du système et les sous-systèmes.

Grâce à la technologie : Pair and Spare, la redondance de CPU apporte une disponibilité totale. Le transfert de CPU s'effectue automatiquement sans à-coup en cas de défaillance de la CPU active. La FCS standard dispose d'une double CPU redondante l'une active et l'autre en standby.

#### II.4.4.2 La redondance de CPU

La redondance de l'unité centrale est basée sur les principes suivants :

- Les deux unités centrales fonctionnent en permanence, l'une maître et l'autre esclave et elles sont synchronisées.
- Une carte CPU est équipée de deux processeurs qui fonctionnent simultanément et qui comparent leurs résultats à chaque cycle d'écriture.
- Si les résultats des deux processeurs sont cohérents : les calculs sont présumés exacts et les données sont envoyées aux cartes de sorties.

Sinon, les calculs de contrôle sont présumés erronés :

- L'unité centrale maîtresse envoie un signal à l'unité centrale esclave qui prend alors le statut de maître.
- Un message d'alarme système est émis sur le réseau de contrôle.
- La carte processeur qui a détecté l'erreur effectue un autodiagnostic. Si aucune anomalie n'apparaît, l'erreur est considérée comme transitoire et la carte passe en état de réserve<sup>[6]</sup>.

#### II.4.4.3 Les avantages de la redondance

La redondance des CPU apporte les avantages suivants :

- Pas d'interruption du traitement (haute disponibilité).
- Transfert de contrôle active/standby sans à coup grâce à la synchronisation.
- Remplacement en ligne.

#### II.4.4.4 La composition d'une station FCS

La station FCS est composée de :

- Une unité de contrôle FCU.
- Une unité des nœuds NU.
- Un bus RIO.
- Les unités d'entrées-sorties.

#### II.4.4.5 Unité de contrôle FCU

C'est l'unité qui effectue les fonctions de contrôle, elle est construite autour d'un processeur RISC hautement performant.

#### II.4.4.6 Unité des nœuds NU

L'unité des nœuds NIU est un dispositif qui est composé de :

- Deux cartes d'alimentations redondantes.
- Deux cartes de communication assurent la communication avec la FCU via un Bus N-ESB.
- Des cartes d'Entrée / Sortie configurable intelligentes NIO interne et autres externes, ceux-ci communiquent avec le NIU via un Bus de terrain F-SB.

#### II.4.4.7 Le bus N-ESB

Le bus d'entrée-sortie déporté N-ESB relie l'unité FCU aux nœuds. Le bus N-ESB est redondant et sa longueur maximale peut être étendue à l'aide de répéteurs de liaisons par fibre optique.

#### II.4.4.8 Unités d'entrées-sorties

Elles se composent des modules d'entrées-sorties enfichés dans des boîtiers réalisant les fonctions suivantes :

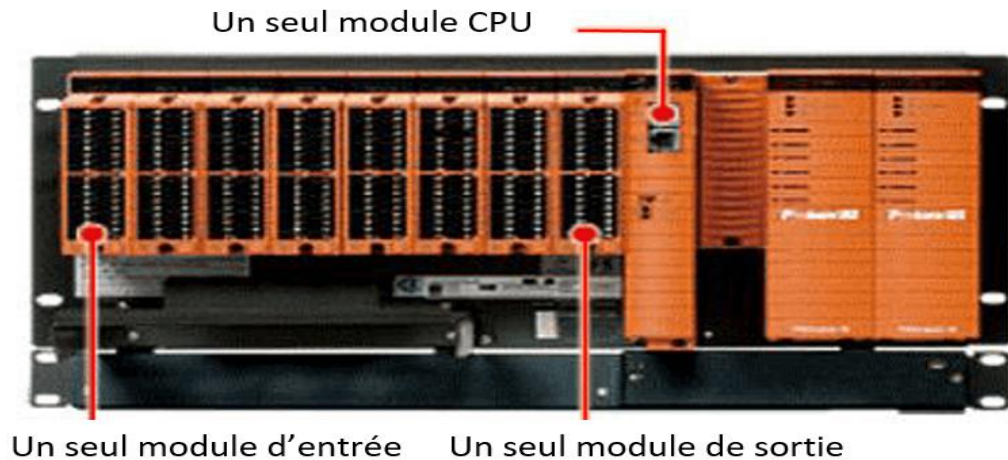
- Interface entre les signaux industriels du procédé et la station de contrôle FCS.
- Conversion des signaux industriels en signaux numériques et inversement.

Un module d'entrée-sortie est un ensemble des cartes d'entrée-sortie dont le rôle est l'adaptation des signaux échangés entre le procédé et le système c'est-à-dire que ces cartes transforment les signaux industriels d'entrée à une forme numérique adaptée au système et transforment les signaux numériques de sortie à une forme industrielle adaptée au procédé.

Les signaux d'entrées-sorties du procédé sont des signaux industriels qui appartiennent à deux catégories standard distinctes : logique et analogique.

### II.4.5 Système de sécurité Prosafe RS (SIS)

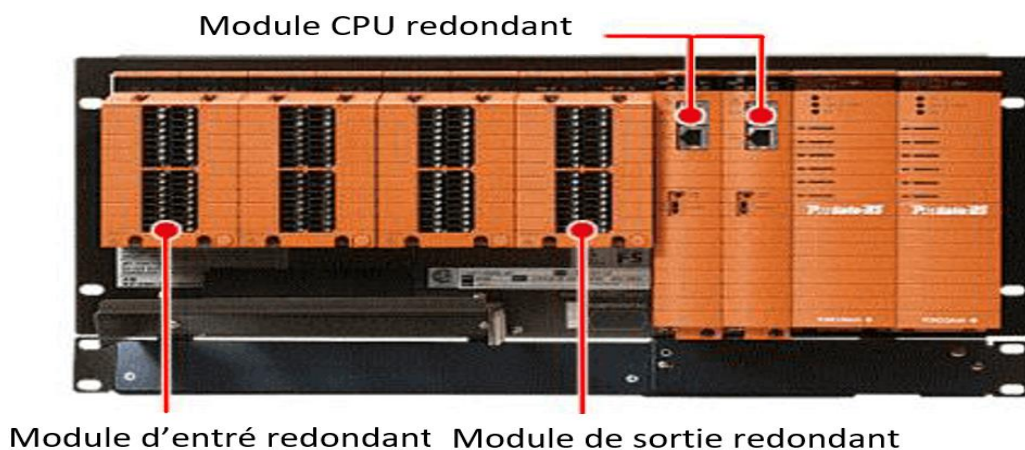
Le système de sécurité instrumenté de Yokogawa ProSafe RS est un système autonome à sécurité intégrée qui ne dépend d'aucun autre système pour remplir sa fonction [4].



**Figure II. 5** Une station SIS à processeur unique

#### II.4.5.1 La redondance en ProSafe-RS

Le système ProSafe-RS comprend un processeur physique redondant complètement avec deux processeurs et deux circuits intégrés dans chaque carte, un module d'E / S redondant physique avec deux processeurs et deux circuits intégrés dans chaque carte, une alimentation redondante et une communication redondante [4].



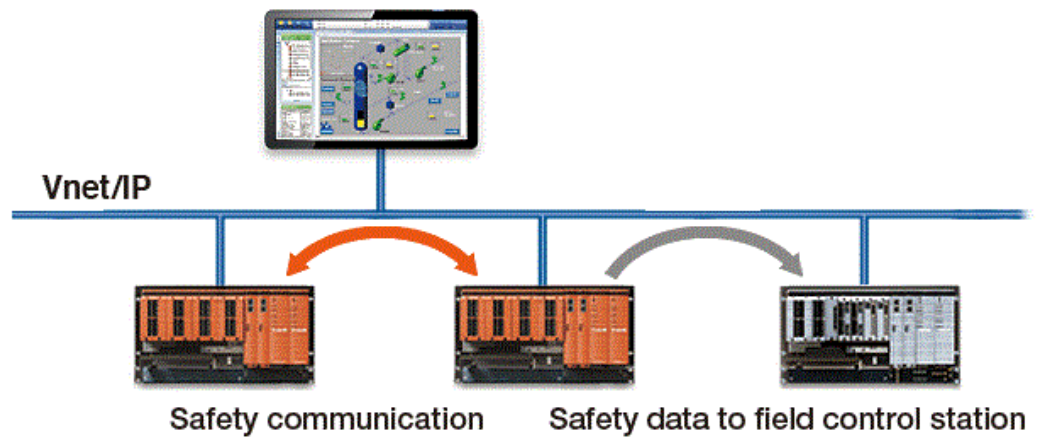
**Figure II. 6** Une station SIS à CPU redondant

#### II.4.5.2 Intégration du ProSafe RS

ProSafe RS est normalement intégré au DCS Centum VP sur le même réseau de contrôle Vnet / IP. L'adoption de ProSafe RS.

Une interface homme-machine commune sert à la fois les fonctions DCS et ESD / F&G, les opérateurs peuvent accéder aux données de sécurité en utilisant la même HMI utilisée par

CENTUM VP. ProSafe RS se trouve être une véritable mise en œuvre du concept « Un processus, un réseau, une fenêtre, une solution » [4].

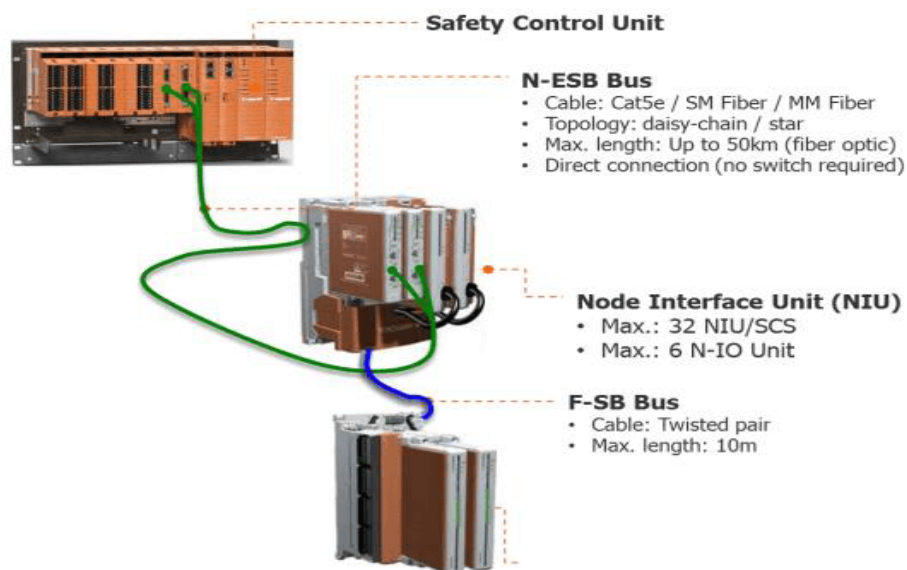


**Figure II. 7** Intégration du Prosafe RS au DCS Centum VP

Les avantages de cette intégration sont :

- Élimination le besoin d'une passerelle distincte entre DCS en termes de CENTUM VP et de SIS.
- Voie simple et rapide vers la réalisation du système.
- Réduction de la complexité technique et des coûts de connexion du SIS et du DCS.
- Réduction des coûts de maintenance pour les grandes usines de traitement.

#### II.4.5.3 Types d'E / S configurables de SIS



**Figure II. 8** Types d'E / S configurables de SIS

La carte d'E / S Yokogawa SIS ne nécessite aucun adaptateur (c'est nécessaire en cas de DCS). Le numéro de modèle à des fins de référence indiqué dans le tableau ci-dessous <sup>[4]</sup>.

S2SC70D	Unité de contrôle de sécurité
SCP461	Module de processeur
S2NN30D	NIU
S2BN1D	Plaque de base pour N-I / O
S2MMM843	Carte I/O pour AI, AO, DI & DO
Série d'E/S	ALE111 - Module de communication Ethernet

**Tableau II. 1** Le numéro de modèle à des fins de référence

La sortie par défaut du signal de type DO est de type Wet (24 V CC, 0,2 A par canal). En cas de sortie sèche, des relais externes peuvent être utilisés. Cependant, l'emplacement d'installation du relais doit être revu de manière critique afin d'éviter le câblage interpanel / interpanel. La fonctionnalité du Prosafe RS basé sur N-IO est similaire à celle du Centum VP DCS <sup>[4]</sup>.

#### II.4.6 Les réseaux de communication

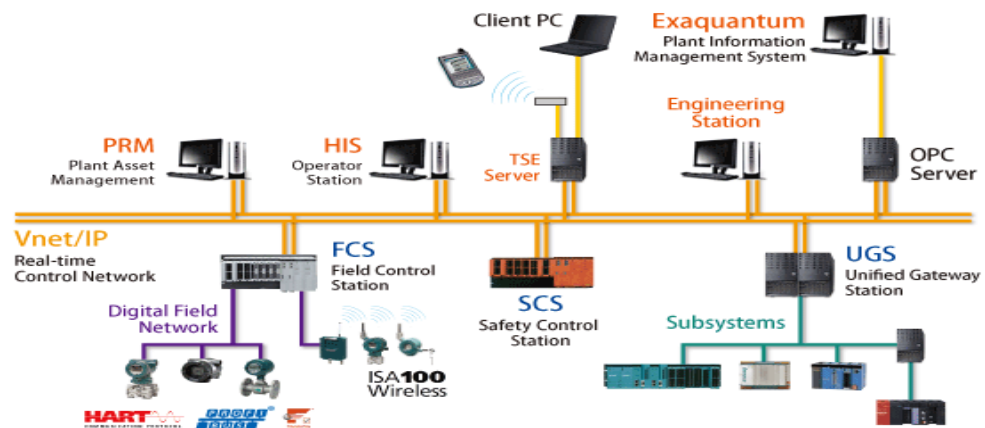
Il existe trois types de réseaux de communication :

- Réseau de contrôle.
- Réseau de terrain.

##### II.4.6.1 Réseau de contrôle

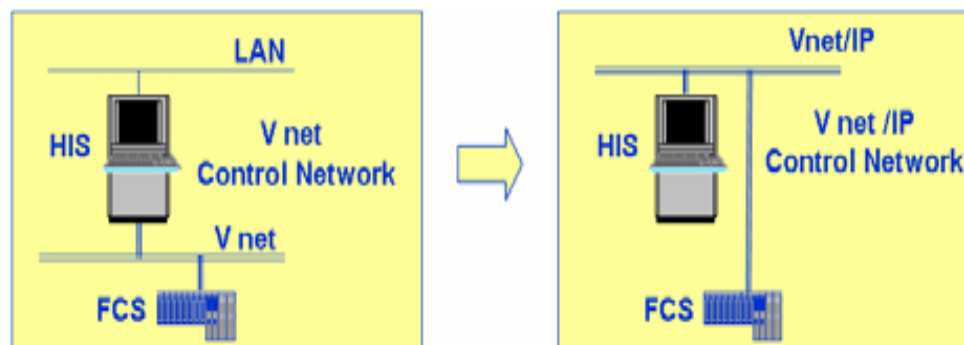
Le V NET-IP est le réseau du système de contrôle en temps réel redondant, qui relie les FCS aux autres stations tel que : HIS, ENG. L'ensemble des stations connectées à un Vnet-IP forme un domaine. Ce réseau doit assurer trois fonctions de communications :

- Communication lecture-écriture.
- Communication message.
- Transmission de liaison.



**Figure II. 9** Configuration du réseau Vnet-IP

Le Vnet-IP est un réseau de contrôle tout à fait innovateur basé sur la technologie Ethernet. Il combine à la fois la fiabilité, la stabilité et les fonctionnalités hautement réputées du bus de contrôle Vnet redondant, en temps réel, du CENTUM ainsi que les qualités d'Ethernet en matière d'ouverture, de communication et de vitesse. Le Vnet-IP permet donc l'intégration du réseau de contrôle et du réseau d'information sur un seul bus de contrôle redondant.



**Figure II. 10** L'intégration des réseaux Vnet et Ethernet sur un seul bus Vnet-IP

Le réseau Vnet-IP est caractérisé par :

- Fonctionnement à : 1 Gb/s.
- Structure étoile basée sur Hub Switch.
- Réseau redondant.
- Liaison optique.

#### II.4.6.2 Réseau de terrain

Ce réseau est destiné à couvrir les différents besoins en communication industrielle dans les automatismes, depuis le niveau capteur-actionneur jusqu'au niveau de commande et de

supervision de processus. Les avantages apportés par le bus de terrain en exploitation sont divers, on cite :

- Réseau bidirectionnel, multi-branche, série reliant différents types d'équipements.
- Maintenance simplifiée.
- Temps d'intervention réduits.
- Standardisation des composants.
- Augmentation de l'efficacité : précision, formalisation des échanges entre des équipements.
- Diminution des coûts : réutilisation possible du câblage existant.
- Augmentation globale de la qualité.

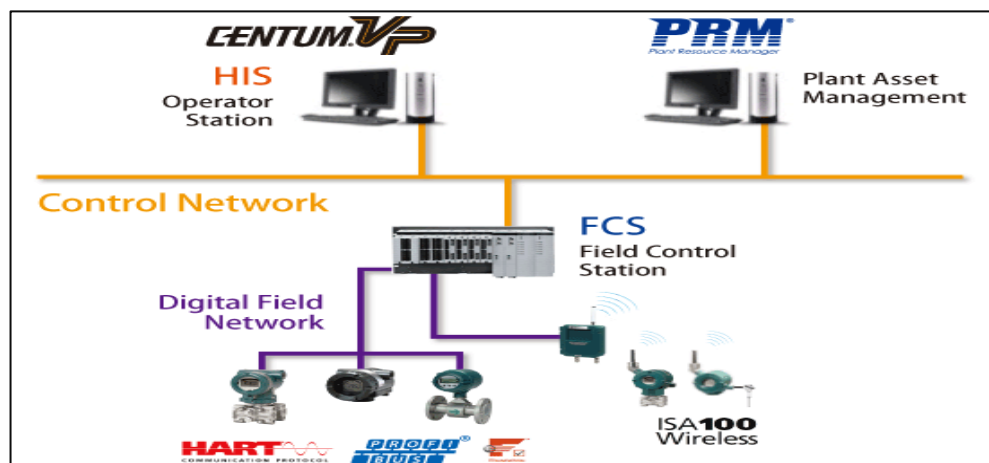


Figure II. 11 Configuration du réseau de terrain.

## II.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné une description générale du système de commande distribué DCS ainsi qu'une étude détaillée du système numérique de contrôle commande CENTUM VP de Yokogawa, qui intègre les dernières technologies, garantissant ainsi une compatibilité ascendante avec les générations précédentes.



## **Chapitre III**

### **Les outils nécessaires pour la nouvelle ligne**



### III.1 Introduction

L'accumulation de sel dans les puits producteurs d'huile brut QB-83 et QB-99 a entraîné de fréquents temps d'arrêt, avec une réduction subséquente de la production de pétrole.

Afin de résoudre ce problème, le département puits a demandé au service technique de concevoir et de construire une installation de surface pour permettre l'injection d'eau de dilution le long de la colonne de tubes concentriques à la place des installations de la procédure Coiled-tubing pour dessaler le fond du puits.

### III.2 Procédure Coiled tubing

De plus en plus, l'unité de tubulure enroulée est utilisée pour de nombreuses opérations d'intervention sur puits, la coiled-tubing font référence à une longueur continue de tuyau en acier de petit diamètre et d'équipement de surface associé, ainsi qu'au reconditionnement et à l'achèvement associés, ou des techniques de remédiation. La technologie de coiled-tubing a été développée pour travailler sur des puits de production sous tension [7].

#### III.2.1 Unité de coiled-tubing

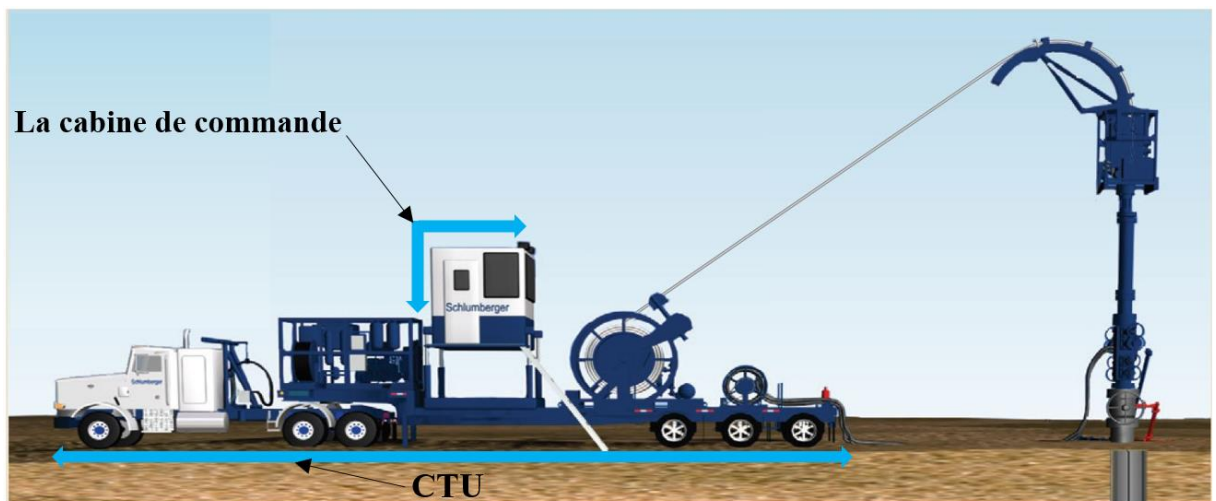


Figure III. 1 Unité de coiled-tubing

Au centre de toute opération de surface CT se trouve une unité de coiled-tubing CTU, la caractéristique la plus importante étant une bobine à partir de laquelle une longueur continue de tuyau flexible en acier est enroulée pour déployer la tubulure en fond de puit, l'opérateur enroule la tubulure hors de l'enrouleur et la fait passer à travers un col de cygne, qui dirige le CT vers une tête d'injecteur, où il est redressé juste avant d'entrer dans le puit. A la fin de l'opération, la tubulure flexible est tirée hors du puits et enroulée sur la bobine. Sur le moyeu de l'enrouleur de stockage, un joint pivotant haute pression permet de pomper des fluides à travers le tube tandis que l'enrouleur tourne pour enrouler le tuyau sur ou hors de l'enrouleur [7].

### III.2.2 La cabine de commande

Depuis la cabine de commande du CTU, l'opérateur contrôle la tête d'injecteur à entraînement hydraulique pour réguler le mouvement et la profondeur du colonne CT, un assemblage d'extraction sous la tête d'injecteur fournit une étanchéité dynamique autour du train de tubes, ce qui est essentiel pour faire entrer et sortir le CT des puits sous tension [7].

Un ensemble obturateur d'éruption entre le stripper et la tête de puits fournit des fonctions de contrôle de pression secondaires et, l'ensemble du processus est surveillé et coordonné depuis la cabine de contrôle de la CTU [7].

### III.2.3 Les applications

L'une des applications les plus courantes de la coiled-tubing est le nettoyage et le retrait des matériaux de remplissage qui limitent le débit à travers le tube ou le boîtier (à droite), le matériau de remplissage peut entraver la production en bloquant l'écoulement de pétrole ou de gaz, cela peut également empêcher l'ouverture ou la fermeture des dispositifs de commande de fond tels que les manchons et les vannes. Les sources courantes de remblai sont le sable, les selles ou les matériaux fins produits à partir du réservoir [7].

L'élimination du remplissage implique généralement la circulation d'un fluide de nettoyage, tel que de l'eau ou de la saumure, à travers une buse à jet située à l'extrémité du CT. Les fluides en circulation ramènent les débris à la surface à travers l'anneau entre la colonne CT et le tube de complétion [7].

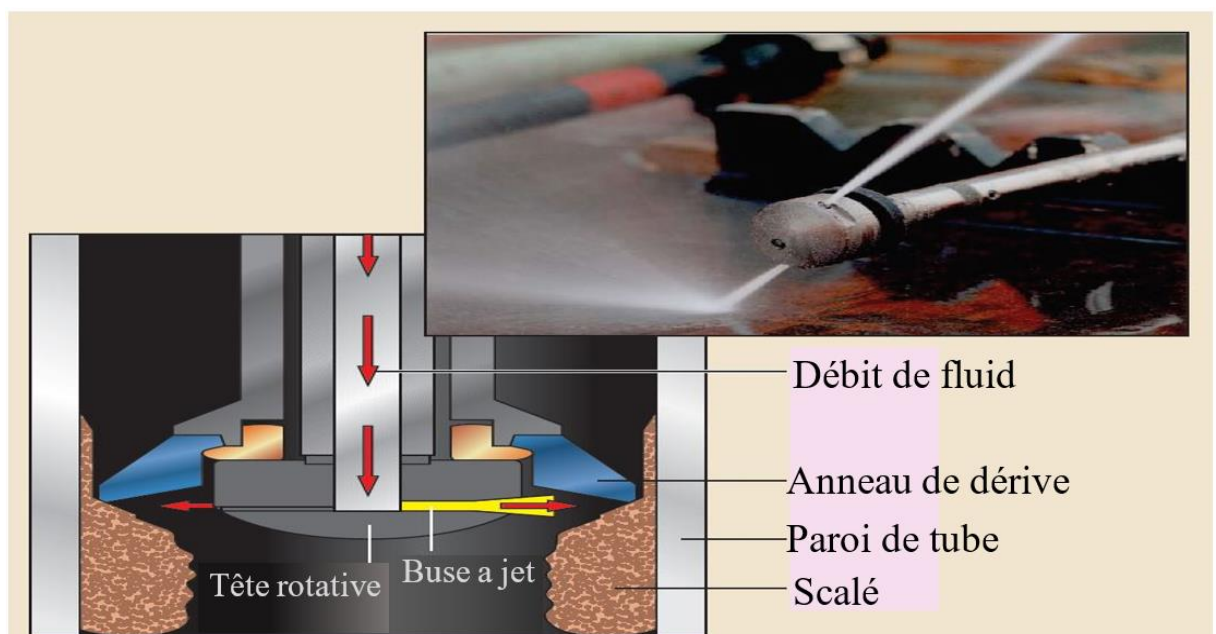


Figure III. 2 La buse et la tête rotative du tube enroulé

Plus récemment, cette technologie a été plus largement acceptée par les opérateurs pour une gamme croissante d'applications de reconditionnement et pour sa capacité à réduire les coûts globaux. La coiled-tubing peut faciliter l'installation des tubes de production et des équipements de complétion associés. Dans certains puits, une colonne ou une section de coiled-tubing peut être laissée dans le trou de forage en tant que partie permanente de l'achèvement. Les complétions de coiled-tubing offrent souvent une approche peu coûteuse pour prolonger la durée de vie des anciens puits mais quand même, elle reste toujours coutée très chère [7].

### III.3 Protocole Modbus

Modbus est un protocole de communication développé par les systèmes Modicon (aujourd'hui Schneider Electric). En termes simples, il s'agit d'une méthode utilisée pour transmettre des informations sur des lignes série entre des appareils électroniques. L'appareil qui demande les informations est appelé le Modbus maître et les appareils fournissant les informations sont des Modbus esclaves. Dans un réseau Modbus standard, il existe un maître et jusqu'à 247 esclaves, chacun avec une adresse d'esclave unique de 1 à 247. Le maître peut également écrire des informations aux esclaves.

#### III.3.1 Domaines d'utilisation

Modbus est un protocole ouvert, ce qui signifie qu'il est gratuit pour les fabricants d'intégrer leurs équipements sans avoir à payer de redevances. Il est devenu un protocole très courant et largement utilisé par de nombreux fabricants dans de nombreuses industries. Modbus est généralement utilisé pour transmettre les signaux des appareils d'instrumentation et de contrôle vers un contrôleur principal ou un système de collecte de données.

#### III.3.2 La transmission de Modbus

Modbus est transmis sur des lignes série entre les appareils. La configuration la plus simple serait un seul câble série reliant les ports série de deux appareils, un maître et un esclave.

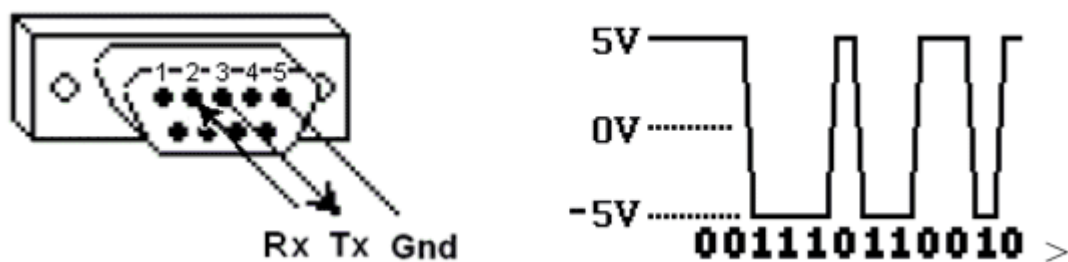


Figure III. 3 Câble série RS485

Les données sont envoyées sous forme de séries d'uns et de zéros appelés bits. Chaque bit est envoyé sous forme de tension. Les zéros sont envoyés en tant que tensions positives et les uns en tant que négatifs. Les bits sont envoyés très rapidement. Une vitesse de transmission typique est de 9600 bauds (bits par seconde).

### III.3.3 Transaction Modbus

Afin de construire l'unité de données d'application Modbus, le client doit lancer une transaction Modbus. C'est la fonction qui informe le serveur du type d'action à effectuer. Le format d'une requête initiée par un maître est établi par le protocole d'application Modbus. Le champ de code de fonction est ensuite codé en un octet. Seuls les codes compris entre 1 et 255 sont considérés comme valides à cause de ces codes sont des codes hexadécimal ( $16^2 = 1+255$ ), 128 à 255 étant réservés pour les réponses d'exception. Lorsque le maître envoie un message à l'esclave, c'est le champ de code de fonction qui informe le serveur du type d'action à effectuer. Les contrôleurs peuvent être configurés pour communiquer sur des réseaux Modbus standard en utilisant l'un des deux modes de transmission : ASCII ou RTU, En va utiliser Modbus RTU.

### III.4 Modbus RTU

Pour être des changements d'informations entre le DCS dans la salle de contrôle et les automates situés au niveau du puits il est nécessaire d'être avoir un moyen de communication, la protocole Modbus RTU est un protocole de communication entre le DCS et l'unité RTU à travers un câblage fibre optique Série RS485, le protocole basé sur des tableaux d'échanges d'informations : DCS vers RTU digital, RTU vers DCS digital, DCS vers RTU analogique, RTU vers DCS analogique.

#### III.4.1 Historique Modbus RTU

Le protocole Modbus RTU (1979) est l'un des premiers types de Modbus au monde. Vous pourriez appeler le Modbus RTU le grand-père des réseaux industriels. Il est vraiment vieux. À l'ère actuelle de la connectivité Internet et des services Web, le message non connecté de Modbus et la structure de communication simple requête-réponse sont presque pittoresques. Presque aussi vieux que le premier contrôleur logique programmable industriel, le Modicon 084, qui à l'époque s'appelait un PC pour contrôleur programmable.

#### III.4.2 Messages Modbus RTU

Les messages Modbus RTU sont une structure simple de 16 bits avec un CRC (Cyclic-Redundant Checksum). La simplicité de ces messages est d'assurer la fiabilité. En raison de cette simplicité, la structure de registre Modbus RTU 16 bits de base peut être utilisée pour

regrouper des données en virgule flottante, des tables, des files d'attente et d'autres données non liées.

### **III.4.3 La disponibilité**

Ce protocole utilise principalement des interfaces série RS-232 ou RS-485 pour les communications et est pris en charge par presque tous les logiciels commerciaux SCADA, IHM, DCS, serveur OPC et d'acquisition de données du marché. Cela facilite l'intégration d'équipements compatibles Modbus dans des applications de surveillance et de contrôle nouvelles ou existantes.

### **III.4.4 L'ouverture**

Modbus RTU est une norme ouverte, ce qui signifie que les fabricants peuvent l'intégrer à leurs équipements sans avoir à payer de redevances. C'est le protocole de communication le plus répandu dans l'automatisation industrielle et c'est maintenant le moyen le plus couramment disponible par rapport les autres Modbus pour connecter d'instrumentation et des appareils électroniques industriels.

### **III.4.5 Domaines d'utilisation**

Modbus est largement utilisé par de nombreux fabricants dans de nombreuses industries. Modbus est généralement utilisé pour transmettre des données de l'instrumentation de contrôle à un contrôleur logique ou à un système d'archivage des données. Dans l'automatisation des bâtiments, par exemple, la température et l'humidité sont souvent communiquées à un ordinateur pour un stockage à long terme. Modbus RTU est souvent utilisé pour connecter un système de contrôle/supervision (DCS) à une unité terminale à distance.

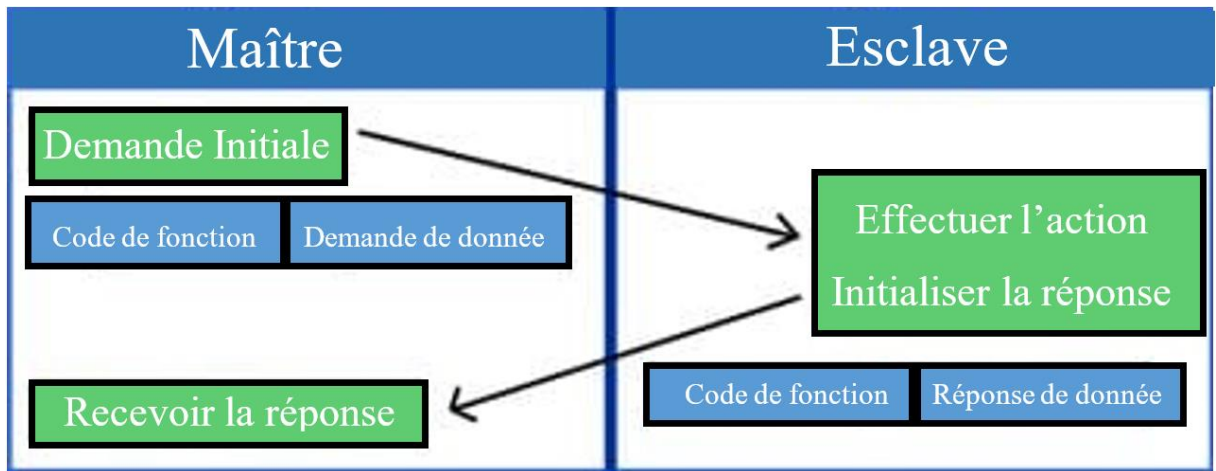
### **III.4.6 La communication Modbus RTU**

Le protocole Modbus RTU utilise une technique maître / esclave pour communiquer entre les appareils. Cela signifie que toute application utilisant le protocole Modbus RTU aura un maître Modbus RTU et au moins un esclave Modbus RTU. Un maître Modbus RTU est généralement un système de contrôle/supervision exécutant un logiciel qui communiquera avec un ou plusieurs dispositifs esclaves Modbus RTU.

#### **III.4.6.1 La communication maître / esclave**

Modbus RTU permet la communication maître / esclave entre les appareils connectés via des bus ou des réseaux. Sur le modèle OSI (Open System Interconnection), Modbus est positionné au niveau 7. Modbus est destiné à être un protocole de demande / réponse et fournit

des services spécifiés par des codes de fonction. Les codes de fonction de Modbus sont des éléments des PDU (Protocol Data Unit) de demande / réponse de Modbus.



**Figure III. 4** La communication maître / esclave du Modbus RTU

Pour définir plusieurs actions, certaines fonctions auront des codes de sous-fonction ajoutés. Par exemple, le maître peut lire les états ON / OFF d'un groupe de sorties ou d'entrées discrètes. Il pourrait également lire / écrire le contenu des données d'un groupe de registres MODBUS. Lorsque le maître reçoit la réponse de l'esclave, le champ de code de fonction est utilisé par l'esclave pour indiquer une réponse sans erreur ou une réponse d'exception. L'esclave fait écho à la demande du code de fonction initial dans le cas d'une réponse normale.

#### III.4.7 Représentation des données Modbus RTU

Comme tout le reste de Modbus, la représentation des données est simple. En fait, les données sont représentées plus simplement dans Modbus que dans tout autre protocole industriel que vous ne trouverez jamais. Le bit de moindre importance est envoyé et reçu en premier. Tous les appareils du réseau doivent interpréter chaque octet transmis de manière analogue.

Il n'existe aucune méthode de reconnaissance automatique des vitesses de transmission. La même vitesse de transmission doit être utilisée par le (s) esclave (s) et le maître connecté au bus. Aucune vitesse de transmission spécifique n'est spécifiée par le Modbus : les vitesses de transmission typiques sont de 9600 ou 19200 bauds.

#### III.5 Unité terminale à distance RTU

Une unité terminale à distance est un dispositif électronique contrôlé par microprocesseur qui relie des objets du monde physique à un système DCS ou SCADA en transmettant des données de télémétrie à un système maître et en utilisant des messages du système maître de supervision / contrôle pour contrôler les objets.



**Figure III. 5** Un module RTU reliait avec des entrées auxiliaires

### III.5.1 Architecture

Une RTU surveille les paramètres numériques et analogiques de terrain et transmet les données à une station maître DCS/ SCADA. Et peut être constituée d'une carte de circuit imprimé complexe composée de diverses sections nécessaires pour effectuer une fonction personnalisée, ou peut être constituée de plusieurs cartes de circuit comprenant un processeur ou un traitement avec interface de communication, et un ou plusieurs des éléments suivants : AI/AO, DI/DO.

### III.5.2 RTU pour la commande

Une RTU peut même être une petite unité de contrôle de processus avec une petite base de données pour les fonctions PID, d'alarme, de filtrage, de tendance et d'autres. Les RTU modernes prennent généralement en charge la norme de programmation CEI 61131-3 pour les automates programmables. Par exemple, il communique via RS485 ou des liaisons de communication sans fil dans une configuration multipoints. Dans ce type de configuration, il s'agit d'une unité à distance qui collecte des données et effectue des tâches de contrôle simples.

### III.5.3 Endurance et économie

Étant donné que les RTU peuvent être régulièrement déployées dans les systèmes de protection des pipelines et du réseau, ou dans d'autres environnements difficiles à atteindre ou extrêmes, elles doivent fonctionner dans des conditions difficiles et mettre en œuvre des mesures d'économie d'énergie (comme la désactivation des modules IO lorsqu'ils ne sont pas utilisés). Il n'a pas de pièces mobiles et utilise une puissance extrêmement faible (24V DC) et est souvent alimenté par l'énergie solaire.

### III.6 Présentation de FA-M3 de Yokogawa :

Le multi-contrôleur sans plage FA-M3 de yokogawa est un contrôleur programmable de nouvelle génération, qui atteint des performances élevées grâce à son traitement ultra-rapide et ses fonctionnalités de contrôle stables. Il incorpore une conception compacte peu encombrante, prend en charge des gammes polyvalentes avec une couverture pour jusqu'à 8192 points d'entrée/sortie et est équipé d'une variété de modules avancés, qui peuvent être utilisés pour configurer une large gamme d'applications.



Figure III. 6 Un module de base FA-M3

#### III.6.1 Caractéristiques :

L'augmentation de la vitesse du contrôleur programmable FA-M3 a été obtenue grâce à l'adoption du concept IPRS à grande vitesse qui repose sur quatre facteurs : Instruction, processus, réponse et scan. Cela a contribué à accroître la précision des instruments et la productivité. Le contrôleur FA-M3 a également hérité de la programmation structurée et utilise une « échelle d'objet » pour créer une conception globale efficace, de la planification à la maintenance [8] [9].

#### III.6.2 Fonction de contrôle du capteur

Cette fonction permet à une CPU d'effectuer une opération en parallèle à un temps de scrutation minimum de 200 $\mu$ s tout en effectuant une scrutation principale pendant le fonctionnement du programme. Il permet à un bloc du programme d'être exécuté à des intervalles fixes et rapides indépendamment d'une analyse principale, qui présente des performances élevées et des fonctionnalités avancées [9].

#### III.6.3 Un RTU sans plage

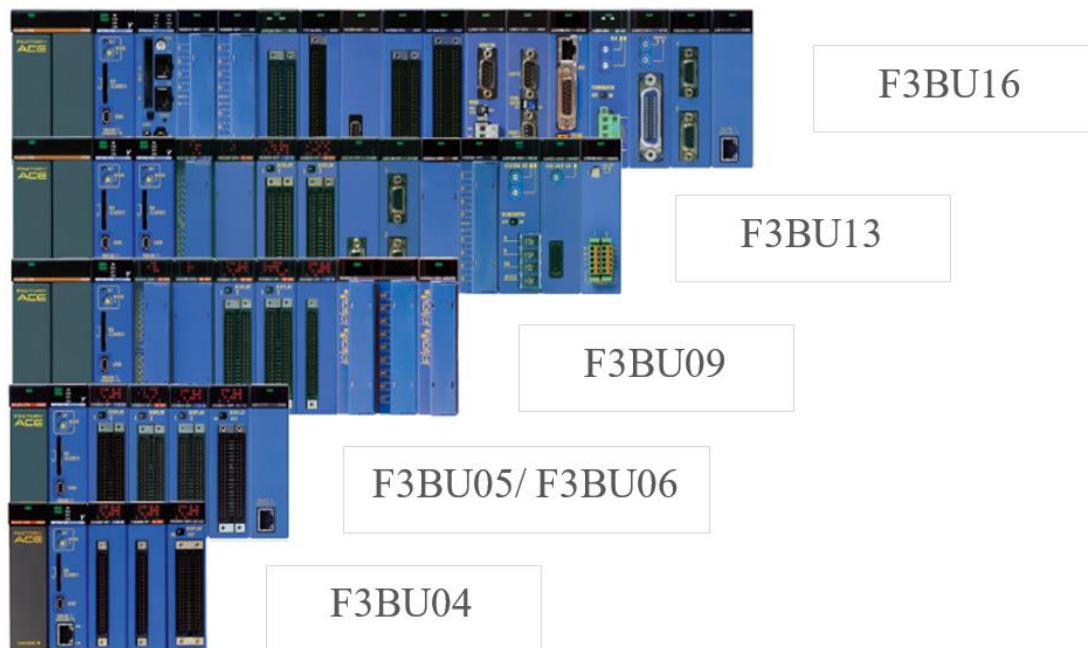
Le contrôleur sans plage couvre une gamme polyvalente de systèmes en un seul modèle. Ça veut dire que le contrôleur FA-M3 offre une extensibilité du système, illimitée par la taille du système, et permet également l'utilisation de pièces de rechange courantes [9]. Pour étendre



le système, ajoutez simplement les modules souhaités, tous de la même taille. L'installation laisse suffisamment de place dans le panneau de commande pour la standardisation et l'amélioration de l'efficacité grâce à la conception du panneau. Avec l'automate FA-M3, un développeur peut laisser libre cours à sa créativité pour construire des systèmes et réaliser un contrôle adapté à ses applications <sup>[10][11]</sup>.

### III.6.4 Modules de base :

Le FA-M3 offre six types de module de base, ce qui permet une installation flexible avec différents types d'emplacements : 4-slot, 5-slot, 6-slot, 9-slot, 13-slot, 16-slot <sup>[12]</sup>.



**Figure III. 7** Les six types de module de base FA-M3

### III.6.5 Traitement ultra-rapide :

La capacité de traitement d'instructions à grande vitesse du FA-M3 le rend idéal pour les applications qui nécessitent une vitesse élevée et une réponse rapide :

- La CPU F3SP22 atteint un temps de scrutation de 1 ms pour un programme de 6K pas.
- Les CPU F3SP66 et F3SP67 atteignent un temps de scrutation de 1 ms pour un programme de 20K pas
- Les CPU F3SP71 et F3SP76 atteignent un temps de scrutation de 1 ms pour un programme de 100K pas <sup>[13]</sup>.

### III.6.6 Unité principale et sous-unité

L'unité principale peut accueillir jusqu'à sept sous-unités pour installer des modules d'E/S supplémentaires, et jusqu'à 500m de liaisons entre chaque deux unités. Cela fournit jusqu'à 8192 points d'E / S sans plage [9].

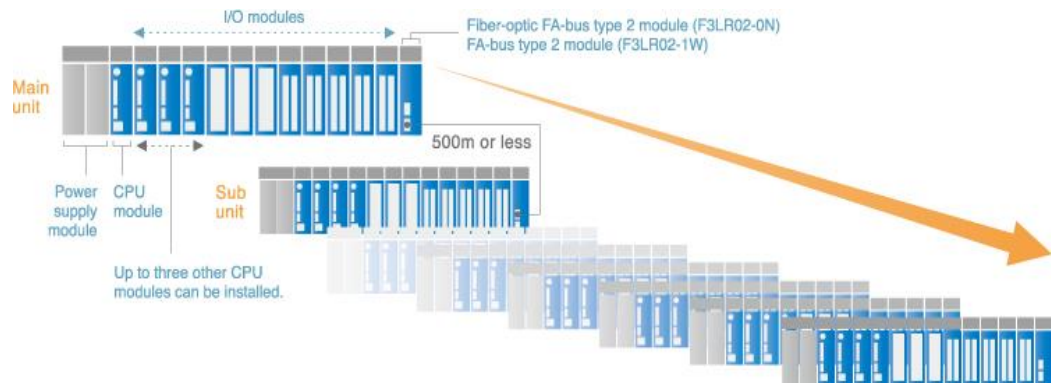


Figure III. 8 Unité principale et sous-unité.

### III.7 Installation de ligne concentrique d'eau diluant au puits QB-83 QB-99

Actuellement, les puits de production d'huile QB-83 et QB-99 dispose des lignes d'eau de dilution qui arrivent en amont du choke valve de production. Le but principal de ces lignes d'eau est le nettoyage et dilution des sels qui s'accumulent à ce niveau, évitant le blocage de la vanne et les éventuelles pertes de la production du puits [15].

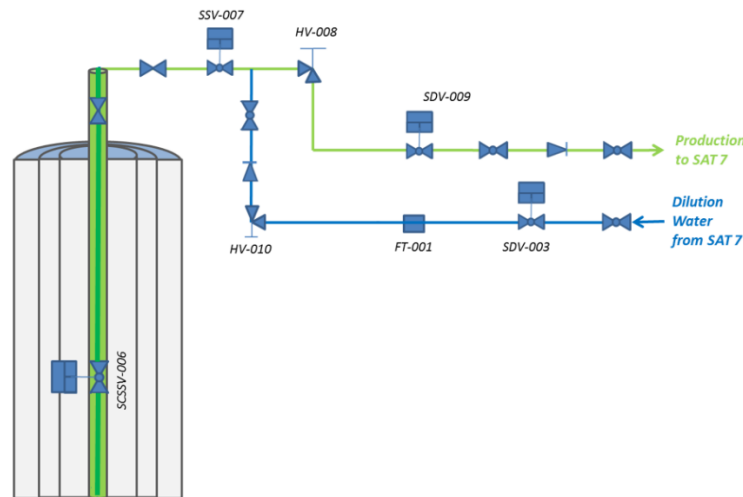
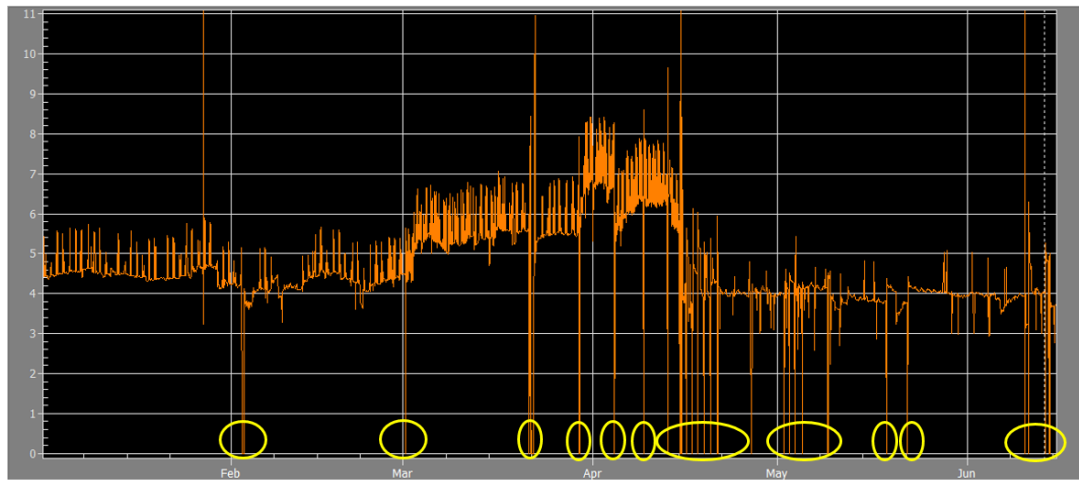


Figure III. 9 L'ancienne installation de l'eau de dilution.

Néanmoins, cette injection d'eau de dilution s'avère insuffisante pour maintenir la ligne d'huile libre de sel et des opérations de « coiled tubing » (qui coutent très chères) doivent être faites très fréquemment pour maintenir le puits en bon état de production [15].



— Débit d'eau de dilution (m<sup>3</sup>/h) :

**Figure III. 10** La fréquence des chutes au niveau de puits QB-83

Pour donner une solution à cette problématique et éviter les interventions très fréquentes, l'installation d'une nouvelle ligne permanente d'injection d'eau de dilution vers le fond du puits est proposée [15].

### III.7.1 La nouvelle installation

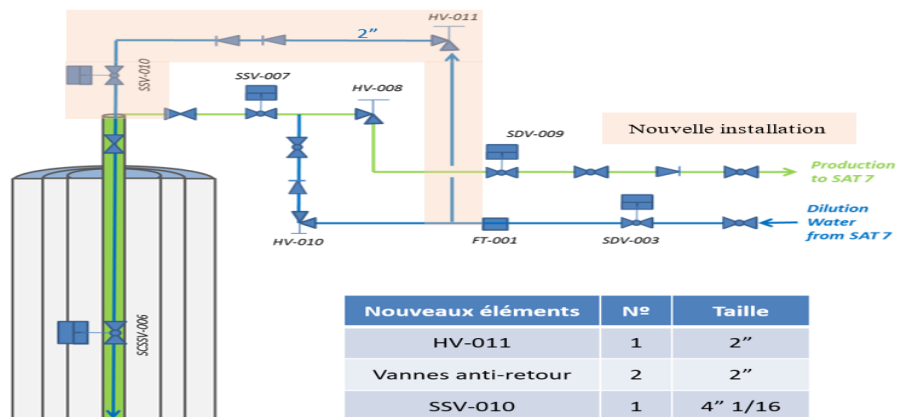
La nouvelle installation dispose de deux parties principales :

#### III.7.1.1 Installation en surface

Nouvelle ligne d'eau de dilution 2" que partira de la ligne d'eau 2" existante (en amont de la choke valve) vers la vanne SWAB de la tête du puits, avec deux clapets anti-retours 2", une vanne manuelle HV-011 et une vanne SSV-010 (Safety valve).

#### III.7.1.2 Installation sous surface

Ligne 1 1/2" concentrique à la ligne de production d'huile vers le fond du puit (Corde concentrique) avec une buse. La vanne SCSSV006 est condamnée ouverte à cause de l'installation de cette ligne.



**Figure III. 11** La nouvelle installation de l'eau de dilution.

III.7.2 La philosophie du système de contrôle

Lorsqu'un faible débit d'eau de dilution est détecté par FT-001, le puits est arrêté. La vanne de production au surface SSV-007 se ferme, évitant la production de puits sans eau de dilution, pour éviter l'accumulation de sel. De plus, les vannes de gaz SDV et l'eau de dilution SSV sont fermés.

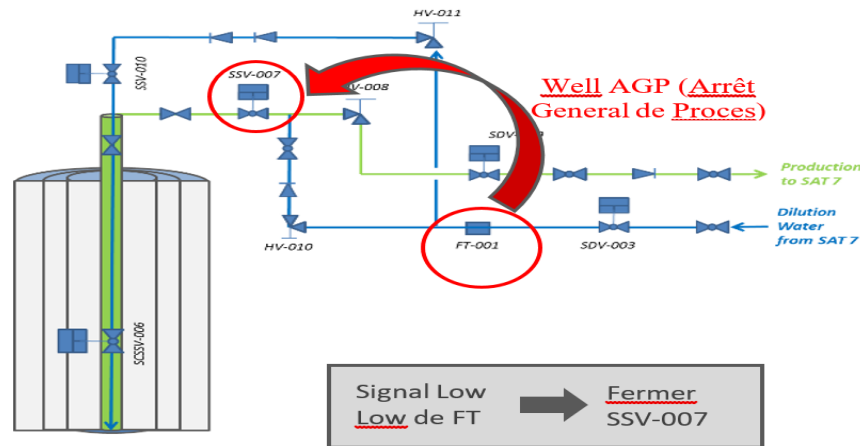


Figure III. 12 La philosophie du système de contrôle

III.7.3 Les modifications au niveau de système de contrôle

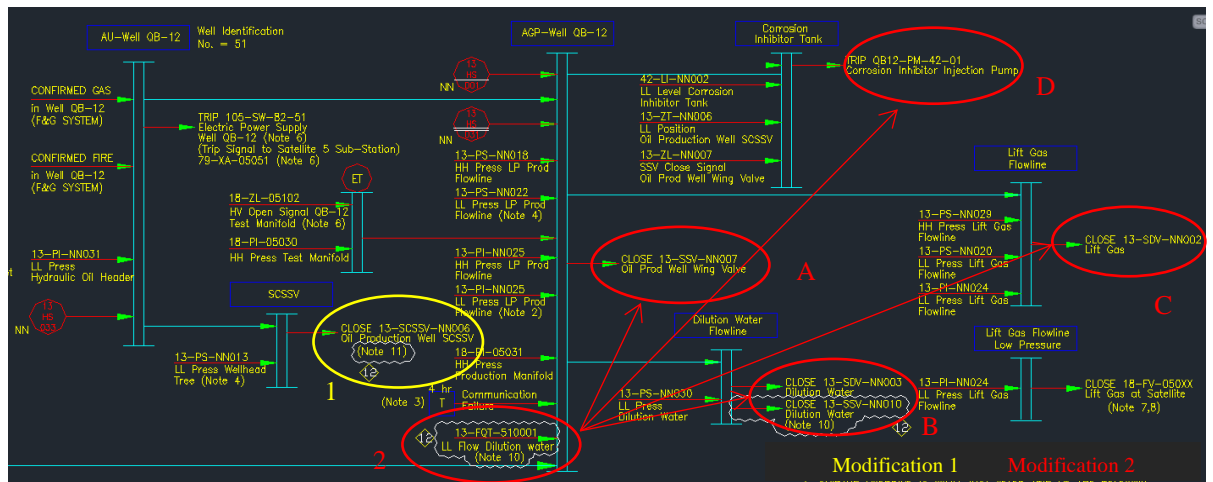


Figure III. 13 Les modifications au niveau de système de contrôle

III.7.3.1 La modification 1

Après l'installation de la ligne de dilution, au lieu de la fermeture de la vanne de fond de puits SCSSV-006, ce sera la vanne de production SSV-007 qui sera fermé

III.7.3.2 La modification 2

Un faible débit d'eau de dilution (Moins de 2m<sup>3</sup>/h) pendant 3 minutes conduit un AGP (Arrêt général du Procès) au puits QB83 et QB99 :

- a. La vanne de production SSV-007 se ferme.
- b. La vanne d'eau de dilution SSV-010 se ferme.

- c. La vanne de Gaz Lift SDV-002 sa ferme.
- d. La pompe d'injection d'inhibiteur de corrosion sa déclenche.

Cette configuration garde la possibilité d’injecter l’eau vers les clapets anti-retours de production aussi bien que vers le fond du puits, que ce soit en parallèle ou de façon individuelle.

**III.7.4 Étude HAZOP**

Une étude HAZOP ‘qui a été faite’ des conséquences sur l’installation d’une ligne (Corde concentrique) en eau de dilution pour résoudre le problème d’accumulation des sels et éventuels bouchages au niveau des puits QB-83 QB-99, il est proposé d’injecter cette eau, qui arrive actuellement en amont de la vanne de production, directement au fond du puits d’une façon sûre, en installant deux clapets, vanne SSV et vannes manuelles.

Les recommandations obtenues ont été appliquées.

Ci-dessous les articles HAZOP concernant cette modification avec les actions proposées [15] [16] [17] [18] [19]

Mot clé	Déviations	Cause	Conséquence	Garanties	Actions
Débit	Non/moins	SDV-003, SSV-010, HV-011 ou HV-010 à la tête de puits de production au niveau de la conduite d'eau de dilution, échoue fermée ou mauvaise gestion fermée	Colmatage potentiel de la choke valve et le puits en raison du sel	1-FQI001 Alarme de faible débit sur la ligne de l’eau de dilution à la tête de puits  2-état de position de la vanne pour SDVO03 / SSV -010	Ajouter une alarme low low de débit à FQI001 Ajouter la fermeture de SSV007/SDV002 /SDV003/SSV-010 si alarme low low SDVO03/SSV -010 Après 3 minutes

**Tableau III. 1** Les articles HAZOP concernant la modification

**III.8 Conclusion**

Dans ce chapitre, j’ai présenté les outils utilisés dans ce projet comme Procédure Coiled-tubing et ses applications, la protocole Modbus et Modbus RTU et sont différent caractéristiques, l’unité terminal à distance et j’ai présenté l’RTU FA-M3 de Yokogawa et j’ai mentionné ses Caractéristiques, Ensuite j’ai abordé la nouvelle installation d’eau de dilution et j’ai mentionné les modifications nécessaires au niveau du système de contrôle.

Le chapitre prochain sera autour la partie pratique de ce projet.

# **Chapitre IV**

## **Les configurations DCS, Modbus et RTU pour les instruments**

## IV.1 Introduction

Les éléments installés au niveau des puits QB-83 et QB-99 a besoin de configuration au niveau du DCS CENTUM VP et de programme au niveau des RTUs, plus un protocole Modbus pour relier tous.

## IV.2 Protocole Modbus

Pour être des changements d'informations entre le DCS dans la salle de contrôle et les RTUs au niveau des puits, il est nécessaire d'avoir un moyen de communication. La protocole modbus RTU est un protocole de communication entre le DCS et les automates (RTUs) à travers un câblage fibre optique Série RS485, le protocole est basé sur quat tableaux d'échanges :

### IV.2.1 RTU vers DCS digital

Ce tableau contient les sorties de RTU (au même temps les entrées du DCS) sous forme digital, elles représentent les informations du terrain arrivent au DCS et ce sont respectivement :

1. Le switch VLSSL de limite basse, afin d'avoir une limite de fermeture de la vanne tout ou rien SDV010 utilisé selon les besoins du projet.
2. Le switch VLSSH de limite haute, afin d'avoir une limite d'ouverture de la vanne tout ou rien utilisé selon les besoins du projet.
3. Action de trip (TRP) : pour que la vanne tripée (fermeture immédiat) si la carte de défaut est fonctionnée.
4. Carte de défaut (DC) de la vanne : pour être connu et afficher au niveau de l'HMI du DCS qu'il y a un défaut au niveau de la vanne SDV010
5. Défaut 08 de la barre AGP : c'est une fonction au niveau de l'RTU, pour réaliser une Arrêt Général de Processus au niveau de puit.
6. Cause de trip HH (très haute) : non définie parce qu'il n'y a pas de besoin d'une limite très haute dans cette modification.
7. Action de trip HH : non définie pour la même raison.
8. Cause de trip LL (très basse) : si la cause de trip est remplie, le transmetteur de débit va réaliser une action de trip.
9. Action de trip LL : si le transmetteur de débit mesure un débit d'eau de dilution inferieur à  $2\text{m}^2$  pendant 3 minutes l'automate va réaliser une AGP.
10. Carte défaut du transmetteur FT : pour être connu et afficher qu'il y a un défaut au niveau du transmetteur FQT001 à l'HMI du DCS.
11. Mode calibration : si l'opérateur envoyer un mode calibration vers le transmetteur, ce dernier va être figer à une valeur choisie par l'opérateur quelque soient les mesures réelles.

Le tableau au-dessous est le tableau d'échange Digital RTU vers DCS du protocole modbus RTU réel utiliser dans la modification. Les E/S sont ordré respectivement.

N°	Bit RTU destiné pour DCS	Bit DCS	Bit RTU	TAG	Déclaration
1	I03200	%WB039109	I00653	13ZSL510010	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1873
2	I03201	%WB039108	I00652	13ZSH510010	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1872
3	I03202	%WB039107	I00654	13SDV510010TRP	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1871
4	I03203	%WB039106	I00655	13SDV510010DC	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1870
5	I03204	%WB039105	I00374	DEFAUT 08 de la barre AGP-WPxx <b>RTU2165102F8</b>	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1869
6	I03205	%WB039104	I00884	13FQI510001SHH	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1868
7	I03206	%WB039103	I00885	13FQI510001CHH	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1867
8	I03207	%WB039102	I00886	13FQI510001SLL	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1866
9	I03208	%WB039101	I00887	13FQI510001CLL	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1865
10	I03209	%WB039216	I00888	13FQI510001DC	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1896
11	I03210	%WB039215	I00889	13FQI510001CAL	FCS0411/SWITCH DEF2/SW1895

Tableau IV. 1 Le tableau d'échange Digital RTU vers DCS

#### IV.2.2 DCS vers RTU digital

Ce tableau contient les sorties de DCS (au même temps les entrées de l'RTU) sous forme digital, elles représentent les commandes envoyer du DCS vers l'RTU et ce sont respectivement :

1. L'ouverture et la fermeture de la vanne.
2. Forçage de vanne à l'ouverture : quelque soient les condition la vanne va rester ouverte.
3. Envoyer une commande calibration vers le FT.
4. Commande inhibition pour l'FT.
5. Inhibition processus pour tous les instruments situer au niveau du puit.

N°	Bit RTU destiné pour DCS	Bit DCS	Bit RTU	TAG	Déclaration
1	I04052	%WB037613	I00226	13SDV510010OF	FCS0411/SWITCH DEF4/SW3301
2	I04053	%WB037612	I00227	13SDV510010OVEC	FCS0411/SWITCH DEF4/SW3300
3	I04054	%WB037611	I00326	13FQI510001CCAL	FCS0411/SWITCH DEF4/SW3299
4	I04055	%WB037610	I00327	13FQI510001CIH	FCS0411/SWITCH DEF4/SW3298
5	I04051	%WB037614		13FQI510001PIH	FCS0411/SWITCH DEF4/SW3302

Tableau IV. 2 Le tableau d'échange Digital DCS vers RTU

Le tableau au-dessous est le tableau d'échange Digital DCS vers RTU du protocole modbus RTU réel utiliser dans la modification. Les E/S sont ordré respectivement.



### IV.2.3 Analogique RTU vers DCS

Ce tableau contient la sortie de l'RTU (au même temps l'entrée du DCS) sous forme analogique, elle représente l'information du FQT001 au terrain envoyer vers le DCS, et c'est :

1. Les valeurs du processus PV mesurées par le transmetteur FQT001.

Le tableau au-dessous est le tableau d'échange Digital DCS vers RTU de protocole modbus RTU réel utiliser dans la modification.

N°	TAG instrument	Bit DCS	Bit RTU	Variable interne	Echelle sur RTU
1	13FQT510001	D00117	D02024	MES.PV	MESURE TRAITEE 0-10000 pts

Tableau IV. 3 Le tableau d'échange Digital DCS vers RTU

### IV.2.4 Analogique DCS vers RTU

Ce tableau contient les sorties de DCS (au même temps les entrées de l'RTU) sous forme analogique, elles représentent les commandes envoyer du DCS vers l'RTU et ce sont respectivement :

1. La mesure du seuil très haut du transmetteur FQT001, cette commande non utilisée car dans cette modification il n'y a pas de besoin a un seuil très haut.
2. La mesure du seuil très bas du transmetteur FQT001.
3. La mesure de la valeur calibration du transmetteur FQT001.

Le tableau au-dessous est le tableau d'échange Analogique DCS vers RTU du protocole modbus RTU réel utiliser dans la modification. Les E/S sont ordré respectivement.

N°	TAG d'instrument	Bit DCS	Variable interne	Description
1	13FQT510001HH	D00172	MES.HH	SEUIL TRES HAUT
2	13FQT510001LL	D00173	MES.LL	SEUIL TRES BAS
3	13FQT510001CAL	D00174	MES.VCAL	VALEUR CALIBRATION

Tableau IV. 4 Le tableau d'échange Analogique DCS vers RTU

## IV.3 La configuration dans le DCS

### IV.3.1 Affectation des switches Digital DCS vers RTU dans le DCS

Les switches sont :

1. La commande inhibition du transmetteur FQT001.
2. Calibration du transmetteur FQT001.
3. La surplage de la vanne SDV010.
4. Ouverture/fermeture du vanne SDV010.
5. Inhibition processus.

Element Number	Tag Name	Tag Comment	Switch Position Label	Label	Btn1	Btn2	Lvl	Tag Mark	Upper Window	Help
%SW3291	13P1510031CCAL	HUILE HYDRAUL PRES	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3292		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3293		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3294	13P1510025C1H	PROD LIGNE PRES	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3295	13P1510025CCAL	PROD LIGNE PRES	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3296	13P1510024C1H	GAS LIFT PRES LIGNE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3297	13P1510024CCAL	GAS LIFT PRES LIGNE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3298	13PQ1510001C1H	COMMANDE INH FQT	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3299	13PQ1510001CCAL	COMMANDE CAL FQT	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3300	13SDV5100100VEC	COMMANDE OVERR SDV010	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3301	13SDV5100100P	COMMANDE O/C SDV010	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3302	13PQ1510001P1H	PROCESS INH FQT	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3303		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3304		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3305	13LRL510003RST	RESET TRIP POMPE WCP	RESET,,RESET	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3306	13REL510001	SELECTEUR POMPE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3307	13X8510002SAT	AU AGP SAT 05	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3308	70G8510948C1H	GAS DETECT CAPTEUR 2	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3309	70G8510948CCAL	GAS DETECT CAPTEUR 2	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3310	70G8510947C1H	GAS DETECT CAPTEUR 1	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3311	70G8510947CCAL	GAS DETECT CAPTEUR 1	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3312	42LI510002C1H	CUVE2 INJ ANTI CORR	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3313	42LI510002CCAL	CUVE2 INJ ANTI CORR	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3314		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3315		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3316		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3317		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3318	132I510006C1H	VANNE DE FOND POSITION	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3319	132I510006CCAL	VANNE DE FOND POSITION	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3320	13P1510001C1H	TETE FUITS TEMP	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3321		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3322	14H853031C1H	WCBP AU QS-40	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3323	70M853983C1H	DETECTION FEU	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3324	14H853033C1H	FORTE ENTREE EF AU	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3325	DIW853C1H	CONF FEU FUIT QS-40	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%SW3326	DGW853C1H	CONF GAS FUIT QS-40	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000

Figure IV. 1 Affectation des switches Digital DCS vers RTU

### IV.3.2 Affectation des switches Digital RTU vers DCS

Les switches digitaux affectés sont :

1. Deux switches pour l'injection d'anti corrosion.
2. La mesure low low du FQT001.
3. La cause low low du FQT001.
4. La mesure high high du FQT001.
5. La cause high high du FQT001.
6. Défaut trip AGP par le transmetteur FQT001.
7. Défaut de la vanne SDV010.
8. Trip de la vanne SDV010.
9. Ouverture de la vanne SDV010.
10. Fermeture de la vanne SDV010.
11. FT en mode calibration.
12. FT en défaut.

Element Number	Tag Name	Tag Comment	Switch Position Label	Label	Stn1	Stn2	Lvl	Tag Mark	Upper Window	Help
%NW1863	42L1510002BLL	CUVEE INJ AMTI CORR	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1864	42L1510002CLL	CUVEE INJ AMTI CORR	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1865	13FQ1510001CLL	MEASURE LL FQ001	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1866	13FQ1510001BLL	CAUSE LL FQT	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1867	13FQ1510001CHH	MEASURE HH FQ001	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1868	13FQ1510001SHH	CAUSE HH FQT	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1869	RTU2165102PB	DEFAULT TRIP AGP PAR FQT	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1870	13SDV51001DDC	DEFAULT SDV010	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1871	13SDV51001OTRF	TRIP SDV010	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1872	13SDH510010	SDV010 OPENED	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1873	13SDL510010	SDV010 CLODES	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1874		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1875		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1876		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1877		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1878		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1879		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1880		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1881		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1882		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1883		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1884		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1885		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1886		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1887		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1888		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1889		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1890		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1891		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1892		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1893		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1894		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1895	13FQ1510001CAL	FQ001 EN CAL	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1896	13FQ1510001DC	FQ001 EN DEFAULT	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1897		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000
%NW1898		RESERVE	ON,,OFF,ON	Direct	Red	Red	4	General		HW0000

Figure IV. 2 Affectation des switches Digital RTU vers DCS

### IV.3.3 Déclaration des annonceurs

Les annonceurs sont tous qui est relider aux alarmes du système :

1. Alarme low low du transmetteur FQT001.
2. L'affichage Alarme low low du transmetteur FQT001.
3. Alarme high high de la carte de défaut du transmetteur FQT001.
4. Alarme high high de la carte de défaut de la vanne SDV010.

Element Number	Message	Tag Name	Switch Position Label	Label	Lvl	Tag Mark	Alarm Level	Upper Window	Help	Upper equipment name
%AN0372	ALARME IOP QB-83	13L8L510002DCAN	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0373	ALARME IOP QB-83	13L8L510003DCAN	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0374	DEFAULT COM QB-83	WDFPATS7510	ON,,OFF,ON	Direct	4	Aux.2 with Ack.	Medium	00-GR-00701	HW0000	105_SHELTER
%AN0375	OUVERT SCBSV QB-83	13Z1510006LL	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0376	OUVERT SCBSV QB-83	13Z1510006ALL	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0377	ALARME IOP QB-83	13SDSV510006DCA	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0378	FEU DETECTE QB-83	70NE510981AN1	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0103	HW0000	F_G
%AN0379	FEU DETECTE QB-83	70NE510981AN2	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0103	HW0000	F_G
%AN0380	ALARME IOP QB-83	70NE510981DCAN	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0103	HW0000	F_G
%AN0381	FEU DETECTE QB-83	70NE510982AN1	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0103	HW0000	F_G
%AN0382	FEU DETECTE QB-83	70NE510982AN2	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0103	HW0000	F_G
%AN0383	ALARME IOP QB-83	70NE510982DCAN	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0103	HW0000	F_G
%AN0384	HUILE HYDRAULIQUE QB-83	13P1510031LL	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0385	HUILE HYDRAULIQUE QB-83	13P1510031HH	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0386	HUILE HYDRAULIQUE QB-83	13P1510031ALL	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0387	HUILE HYDRAULIQUE QB-83	13P1510031AHH	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0388	DEFAULT USB QB-83	13KA510010BAN	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0389	DEFAULT BATTERIE QB-83	13KA510010CAN	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	P_SYST_13
%AN0390	GAS DETECTE QB-83	70GE510947AHH	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0103	HW0000	F_G
%AN0391	GAS DETECTE QB-83	70GE510948AHH	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0103	HW0000	F_G
%AN0392	FQ001 EN ALARME LL	13FQ2510001LL	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-00701	HW0000	
%AN0393	FQ001 EN ALARME LL	13FQ2510001ALL	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium		HW0000	
%AN0394	FQ001 EN ALARME HH	13FQ2510001DCAN	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium		HW0000	
%AN0395	FQ001 EN ALARME HH	13SDV510010DCAN	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium		HW0000	
%AN0396	RESERVE		ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium		HW0000	
%AN0397	RESERVE		ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium		HW0000	
%AN0398	RESERVE		ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium		HW0000	
%AN0399	RESERVE		ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium		HW0000	
%AN0400	RESERVE		ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium		HW0000	
%AN0401	GAS DETECTE QB-40	70GE53949HH	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0104	HW0000	F_G
%AN0402	GAS DETECTE QB-40	70GE53950HH	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0104	HW0000	F_G
%AN0403	GAS INJECTION QB-40	14P1530010LL	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-0070M	HW0000	P_SYST_14M1
%AN0404	HUILE HYDRAULIQUE QB-40	14P1530011LL	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-0070M	HW0000	P_SYST_14M1
%AN0405	GAS INJECTION QB-40	14P153001AHH	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	00-GR-0070M	HW0000	P_SYST_14M1
%AN0406	GAS DETECTE QB-40	70GE53949AHH	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0104	HW0000	F_G
%AN0407	GAS DETECTE QB-40	70GE53950AHH	ON,,OFF,ON	Direct	4	General	Medium	SATS-PG-0104	HW0000	F_G

Figure IV. 3 Déclaration des annonceurs

**IV.3.4 Déclaration des entrées-sorties (DI/DO/AI/AO)**

Les E/S analogique :

1. Seuil high high du FT.
2. Seuil low low du FT.
3. Mode calibration du FT.

Les restes sont les E/S digitaux, les adresses du DO 01 à DO 06 Sont des sorties, et les adresses du DI 01 à DI 18 sont les entrees.

Element	Buffer	Program Name	Size	Port	IP Address	Station	DeviceAddress	Data Type	Reverse	Scan	Service Comment	Label
\$\$\$0364	**					**	**		*	*		\$\$\$DEMINS10
\$\$\$0365	**					**	**		*	*		\$\$\$13FIS10025PIN
\$\$\$0366	**					**	**		*	*		\$\$\$13KAS10001ATH
\$\$\$0367	**					**	**		*	*		\$\$\$13FQTS10001HH
\$\$\$0368	**					**	**		*	*		\$\$\$13FQTS10001LL
\$\$\$0369	**					**	**		*	*		\$\$\$13FTS10001CAL
\$\$\$0370	**					**	**		*	*		
\$\$\$0371	**					**	**		*	*		
\$\$\$0372	**					**	**		*	*		
\$\$\$0373	**		6	2		104	I04001	Output (16-Bit Unsigned)	No	Normal		\$\$\$ATSWP10D01
\$\$\$0374	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10D02
\$\$\$0375	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10D03
\$\$\$0376	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10D04
\$\$\$0377	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10D05
\$\$\$0378	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10D06
\$\$\$0379	**		18	2		104	I03001	Input (16-Bit Unsigned)	No	Normal		\$\$\$ATSWP10DI1
\$\$\$0380	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI2
\$\$\$0381	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI3
\$\$\$0382	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI4
\$\$\$0383	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI5
\$\$\$0384	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI6
\$\$\$0385	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI7
\$\$\$0386	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI8
\$\$\$0387	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI9
\$\$\$0388	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI10
\$\$\$0389	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI11
\$\$\$0390	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI12
\$\$\$0391	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI13
\$\$\$0392	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI14
\$\$\$0393	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI15
\$\$\$0394	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI16
\$\$\$0395	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI17
\$\$\$0396	**					**	**		*	*		\$\$\$ATSWP10DI18
\$\$\$0397	**					**	**		*	*		
\$\$\$0398	**					**	**		*	*		
\$\$\$0399	**					**	**		*	*		

**Figure IV. 4** Déclaration des entrées-sorties (DI/DO/AI/AO)

**IV.3.5 La configuration du transmetteur 13FQI510001 sur le drawing DR0053**

La configuration est l'identification du DCS avec le transmetteur 13FQI510001, le signal standard 4 à 20mA du FT arrive au DCS sous forme des points, de 0 à 10000 points selon l'équation au-dessous :

<p>Sur le bloc :13FQI510001CA1</p> <pre>alias HH 13FQI510001.HH alias LL 13FQI510001.LL alias PV 13FQI510001.PV alias SH 13FQI510001.SH alias SL 13FQI510001.SL</pre>	<pre>CPV1 = ((HH - SL) / (SH - SL)) * 10000 CPV2 = ((LL - SL) / (SH - SL)) * 10000 CPV3 = ((PV - SL) / (SH - SL)) * 10000</pre>
---	---

La philosophie de la configuration :

- Les mesures de processus entrent au DCS sous forme des points de 0 à 10000 points
- Le bloc PVI est pour l'indication des mesures.
- Les quatre blocs de logique et du calculs suivants, sont pour l'acquisition du signal.

- Le dernier bloc est pour calculer et générer les valeurs : très haute, très basse et la valeur de calibration.

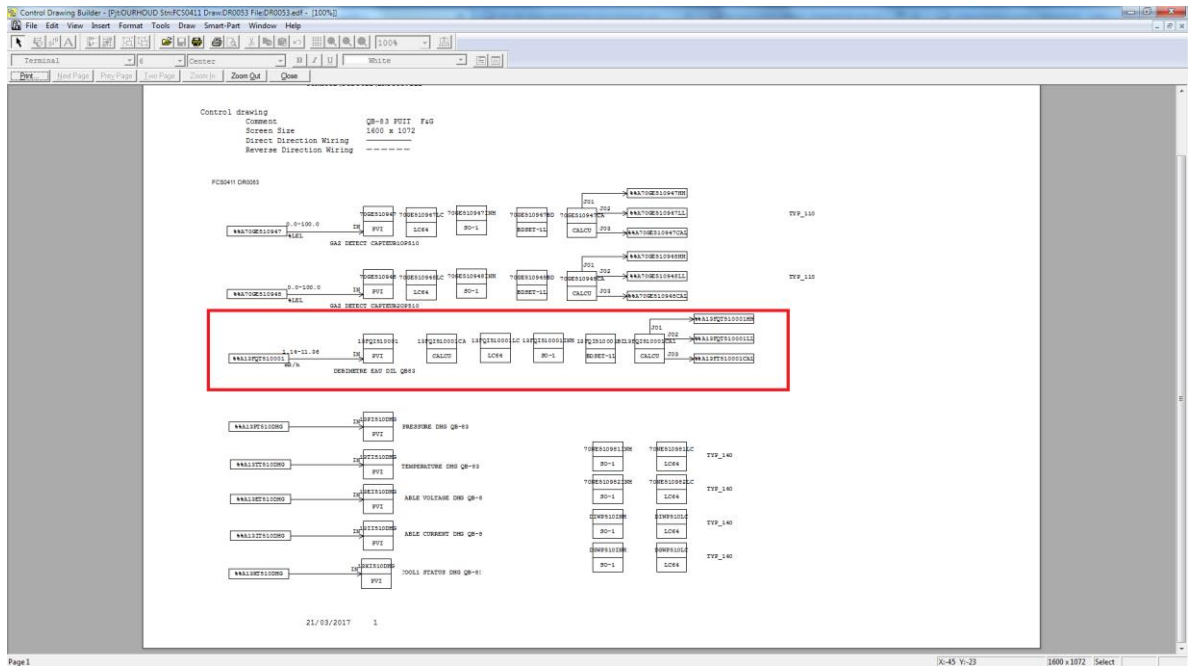


Figure IV. 5 La configuration du transmetteur 13FQI510001

**IV.3.6 Logique configurée sur le bloc 13FQI510001LC sur le drawing DR0053**

La mesure low low a deux blocs d’entrees : bloc 13FI150001SLL a une sortie équivalente 13FI150001LL d’action de trip low low et le bloc 13FI150001CLL qui a une sortie équivalente 13FI150001ALL de la cause de trip low low. Une bascule SR est reliée avec les deux lignes, le sens Set est relier avec la ligne d’action de trip et le sens Reset est relier avec la ligne de la cause de trip, après un inverseur puis un temporisateur 1 de 2min en série. Aux sorties il y a un temporisateur 2 de 2min après le bloc 13FI150001PIH d’inhibition de processus.

La philosophie de cette logique est :

Si le FT mesure une valeur très basse ( $\geq 2m^3/h$ ) :

- S’il y a une inhibition de processus, le système ne faire a rien, malgré la produite de la cause de trip.
- Sinon la cause de trip s’était produite et le système va lancer l’action de trip.

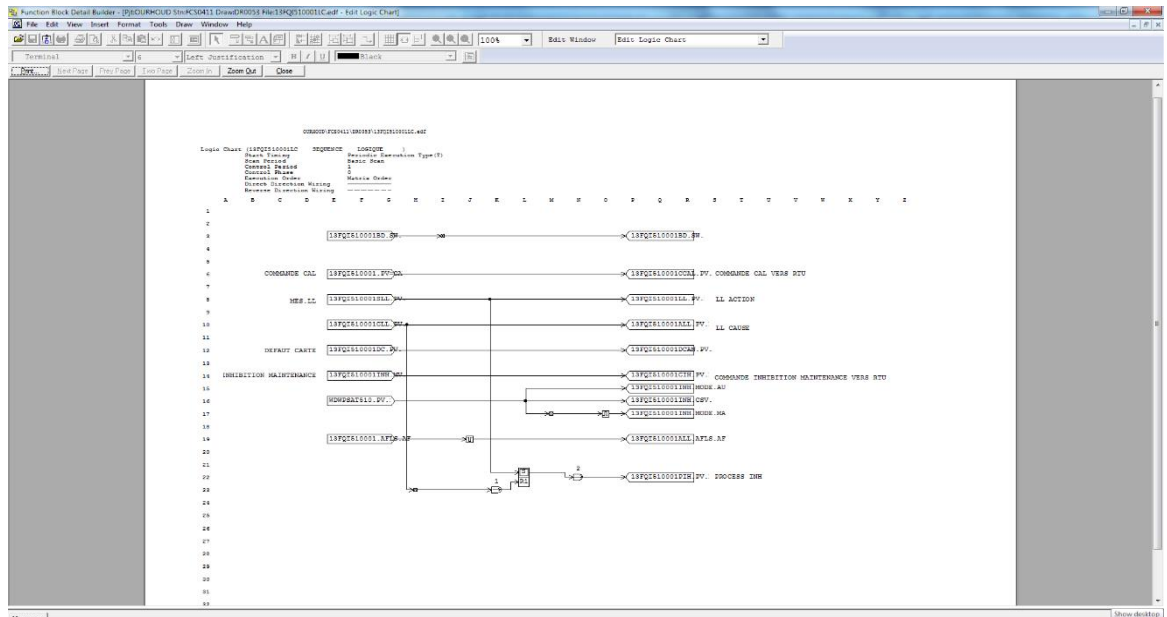


Figure IV. 6 Logique configurée sur le bloc 13FQI510001LC

### IV.3.7 La configuration du vanne 13SDV510010 sur le drawing DR0052

1. Le bloc d'état de la vanne 13SDV510010 (Ouverture/Fermeture), Ce qui va être selon l'état du switch de limite haute :

- Si le switch en état positif la vanne s'ouvre.
- Si le switch en état positif la vanne sa ferme.

2. Un bloc de calcul.
3. Un bloc d'inhibition.
4. Le bloc de la surplage (over rang).

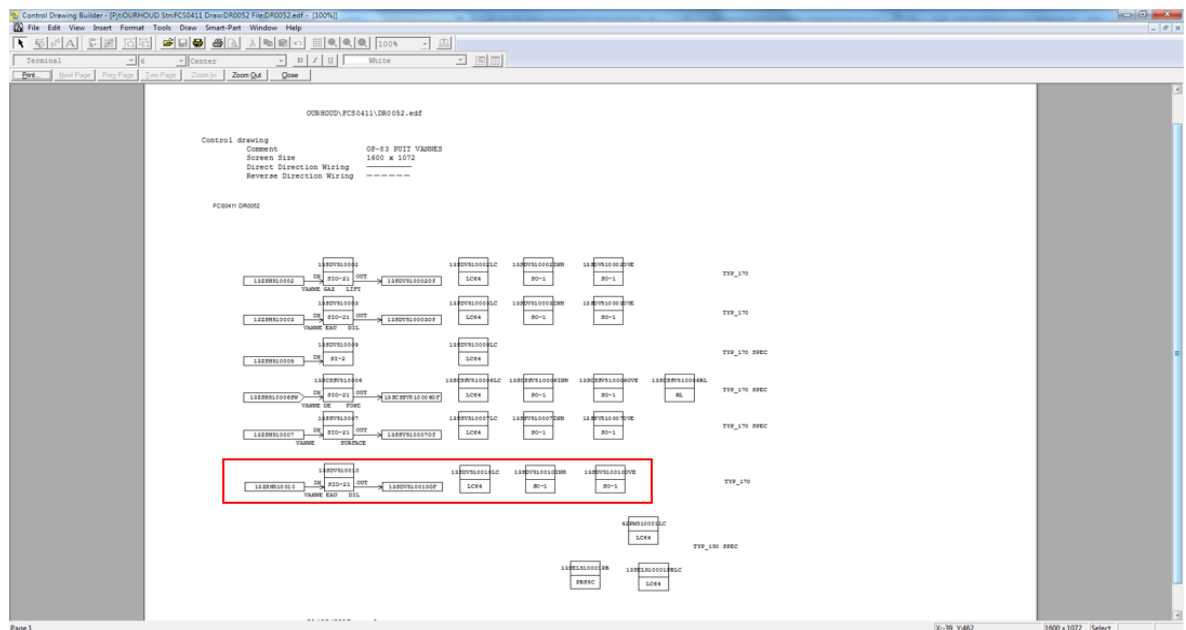


Figure IV. 7 La configuration du vanne 13SDV510010

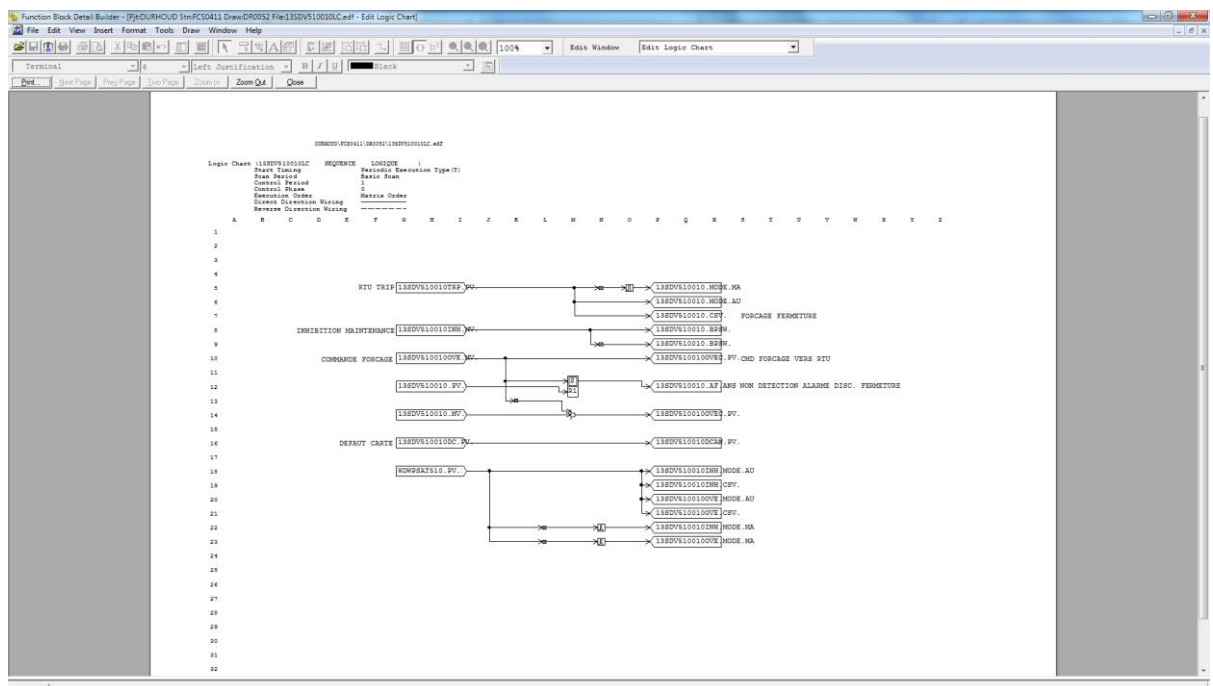
**IV.3.8 Logique configurée sur le bloc 13SDV510010LC sur le drawing DR0052**

Le **trip de l’RTU** nous permettons de travaillons en mode manuel, mode automatique ou bien une fermeture forcée de la vanne.

**Inhibition de maintenance** nous permettons d’inhiber les signaux de processus pour une maintenance sure pour les personnels et pour les équipements.

**Commande de forçage** pour forcer les instruments par l’opérateur à être dans l’état nécessaire quel que soient les commandes de DCS.

**Carte de défaut** pour envoyer et recevoir les informations nécessaires avec la vanne, et pour afficher une alarme et envoyer un rapport de défaut vers l’HMI en cas de défaut au niveau de la vanne.



**Figure IV. 8** Logique configurée sur le bloc 13SDV510010LC

Ancien synoptique QB-83

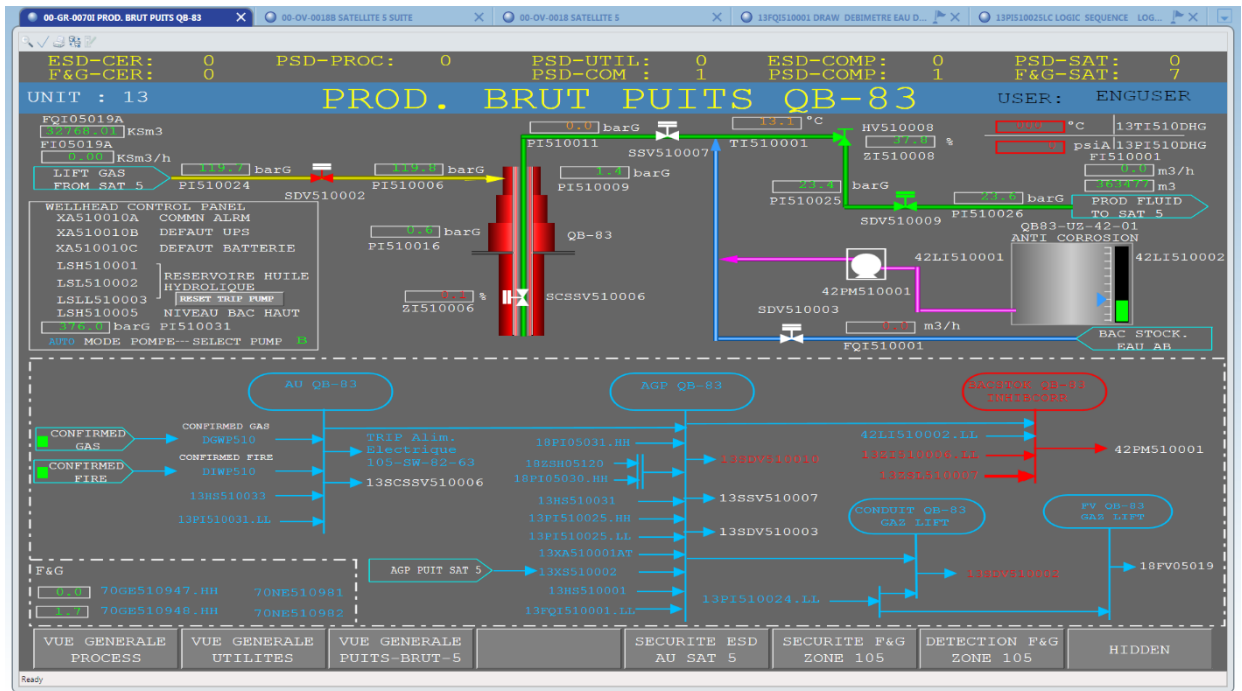


Figure IV. 9 Ancien synoptique QB-83

Nouveau synoptique QB-83

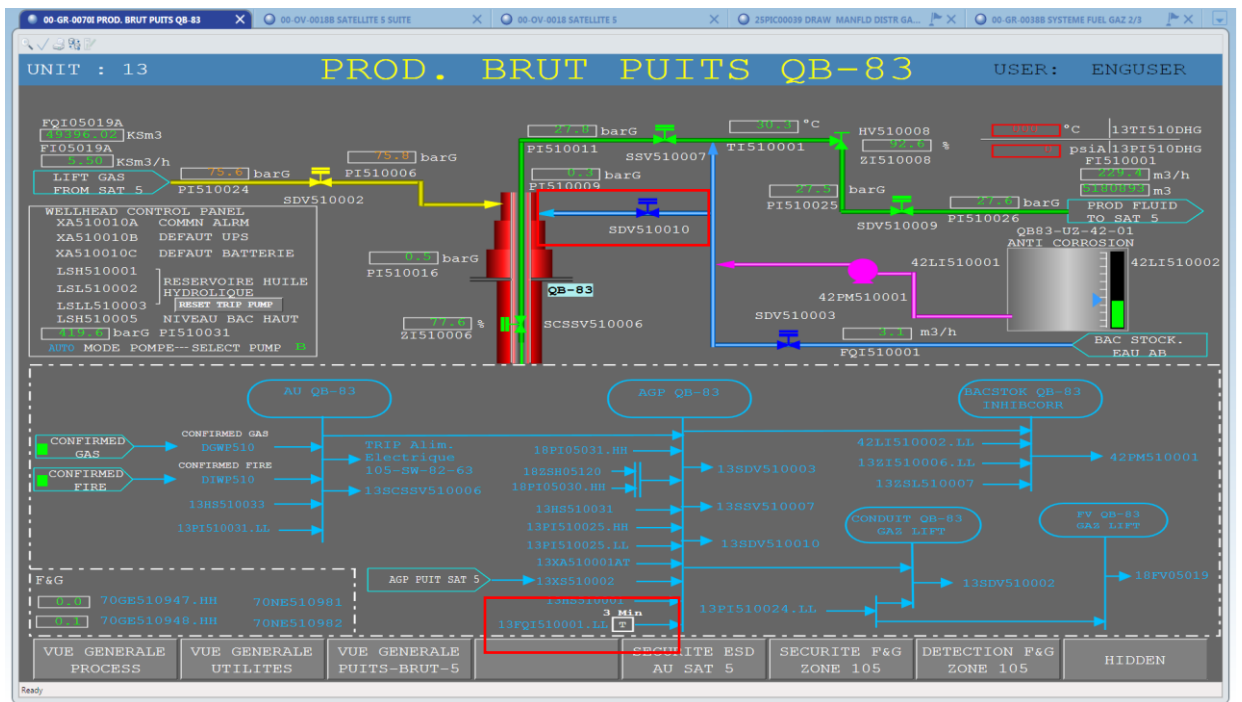


Figure IV. 10 Nouveau synoptique QB-83



## IV.4 Configuration sur RTU

La configuration sur l'RTU est la traduction des informations des tableaux d'échange à des blocs sous forme de langage Ladder au PLC FA-M3 à travers le logiciel WideField2 de yokogawa. Les blocs sont les suites :

### IV.4.1 Bloc RTU vers DCS

Déclaration des bits RTU destiné pour DCS :

1. Le switch VLSH de limite haute.
2. Le switch VLSL de limite basse.
3. Action de trip (TRP).
4. Carte de défaut (DC) de la vanne.
5. Défaut 08 de la barre AGP.
6. Cause de trip HH.
7. Action de trip HH.
8. Cause de trip LL.
9. Action de trip LL.
10. Carte défaut du transmetteur FT.
11. Mode calibration.

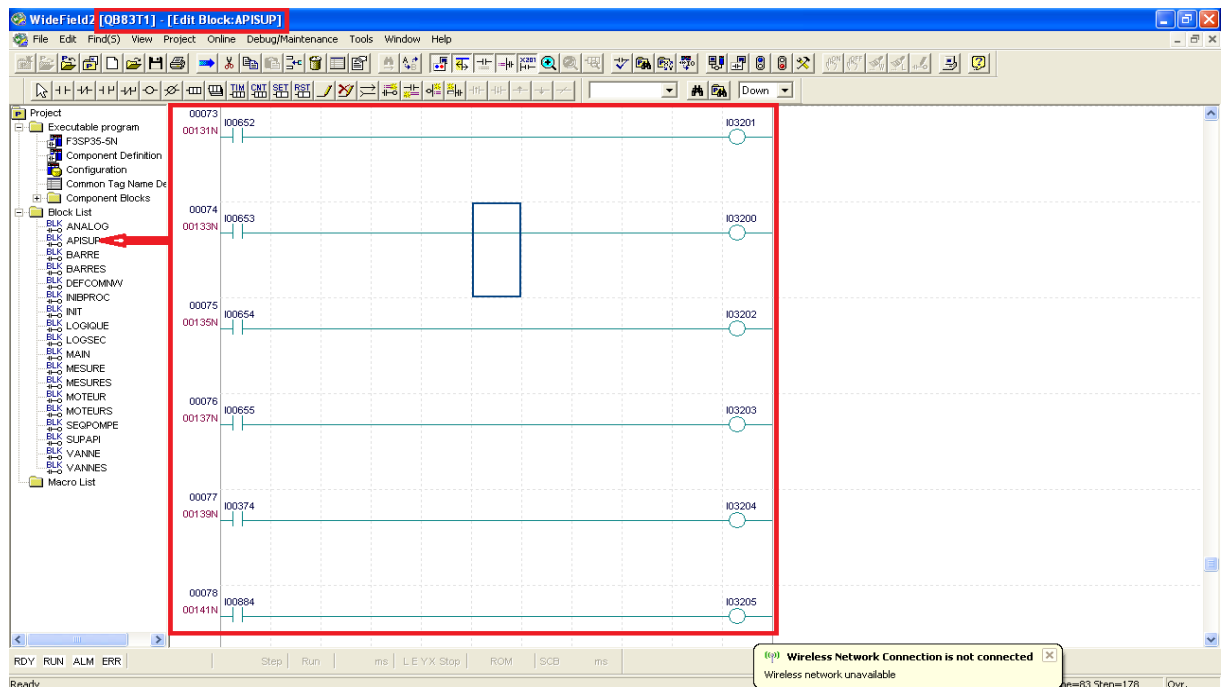


Figure IV. 11 Bloc RTU vers DCS

IV.4.2 Bloc inhibition processus

Si la mesure de processus inférieur ou égale le seuil très bas et s’il n’y a pas de commande inhibition de l’FT il faut inhiber le processus, défaut 08 de la barre AGP et triper la vanne SDV. Et si la mesure de processus inférieur ou égale le seuil très bas et s’il n’y a pas de commande inhibition de l’FT il faut activer la cause de trip LL de l’FT.

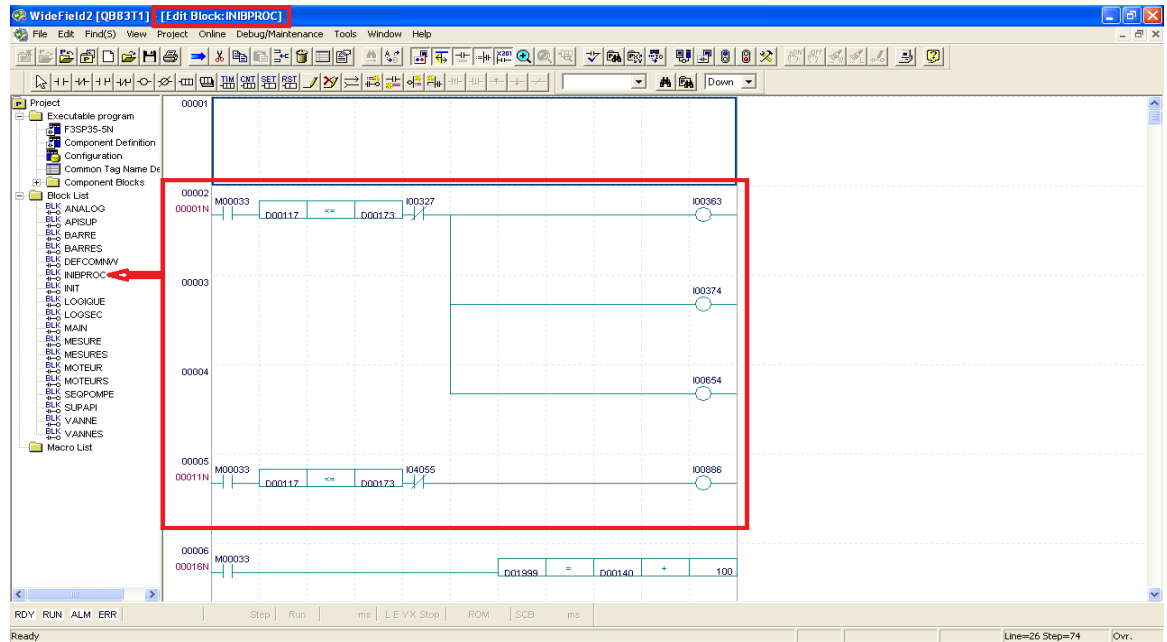


Figure IV. 12 Bloc inhibition processus

IV.4.3 Bloc mesures

S’il n’y a pas de commande de mode calibration de l’FT il doit transférer les mesures de le transmetteur FT du bit D02024 de l’RTU vers le bit D00117 du DCS

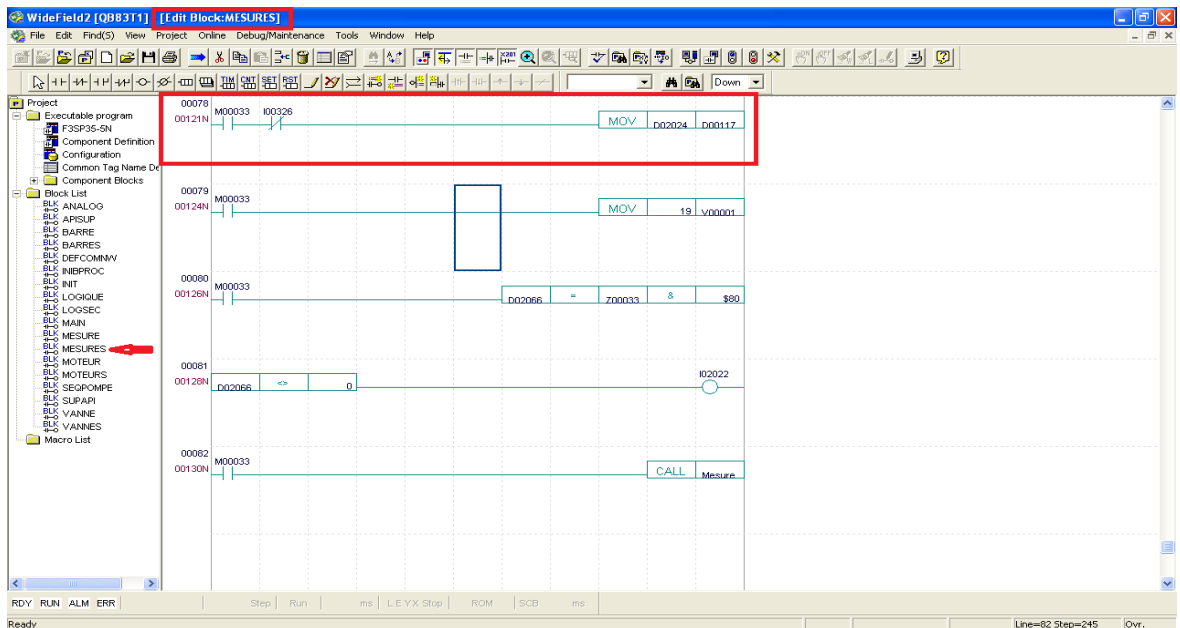


Figure IV. 13 Bloc mesures

#### IV.4.4 Bloc DCS vers RTU

Déclaration des bits DCS arrivent au RTU :

1. L'ouverture et la fermeture de la vanne.
2. Forçage de vanne à l'ouverture.
3. Envoyer une commande calibration vers le FT.
4. Commande inhibition pour l'FT.
5. Inhibition processus (pas utilisé).

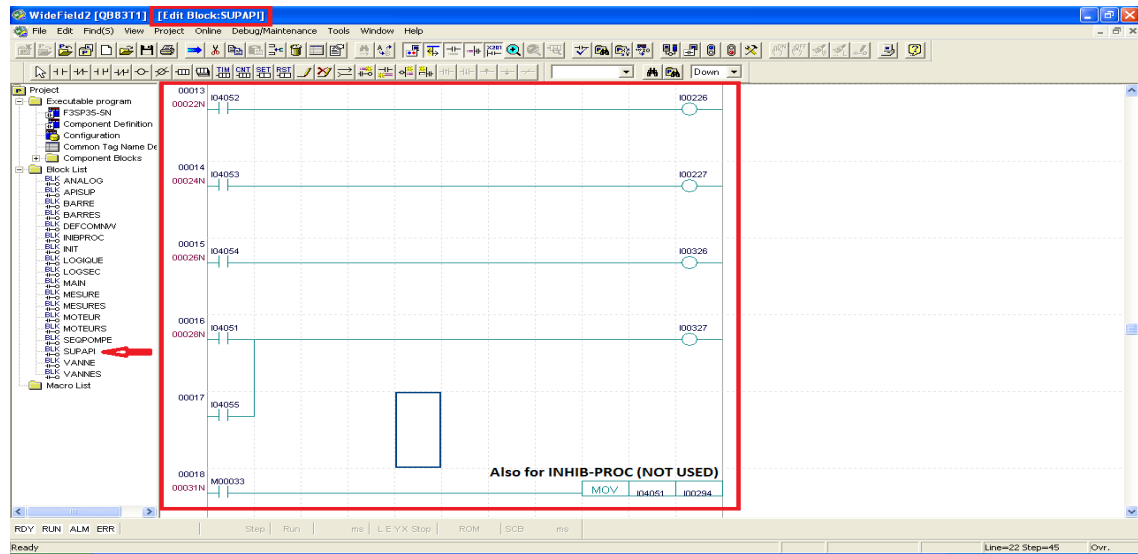


Figure IV. 14 Bloc DCS vers RTU

#### IV.4.5 Bloc inhibition de transmetteur

S'il y a une commande de mode calibration de l'FT il doit miser le transmetteur en mode calibration, et il doit figer la mesure à la valeur de calibration.

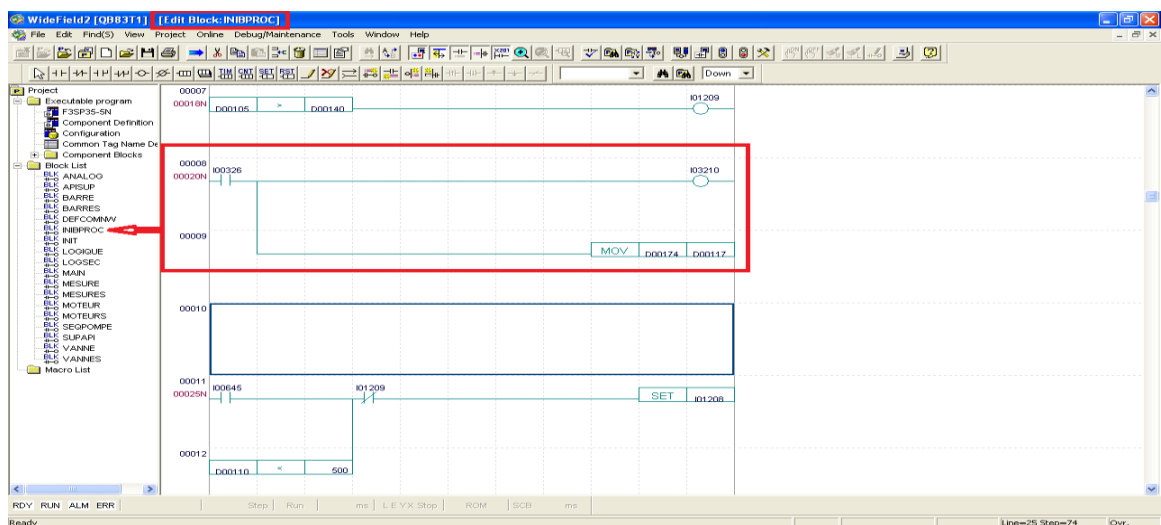


Figure IV. 15 Bloc inhibition de transmetteur

**IV.5 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons appliqué toutes les connaissances précédant pour avoir le protocole Modbus, la configuration dans la DCS CENTUM VP de Yokogawa et la configuration RTU dans le PLC FA-M3 de Yokogawa approprié pour ce projet.

Enfin le résultat final était un nouveau synoptique pour l'HMI, des nouveaux E/S dans le système DCS, un nouveau programme au niveau des RTUs des puits.

## **Conclusion générale**

La fréquence des opérations Coiled-tubing atteint cinq fois par mois, et devient très coûteuse, une seule opération de Coiled-tubing ça coûte environ 3.000.000 DA, ça veut dire 15.000.000 DA par mois, la solution de la nouvelle ligne d'eau de dilution minimise le coût jusqu'à 0 DA parce que tous les matériels installés dans ce projet étaient déjà disponibles, et garantissant le produit efficace des puits sans intervention humaine pour le débouchage des puits.

## ملخص :

تم بفضل هذا المشروع إسترداد قدر كبير من فوائد إنتاج البئرين QB-83 و QB-99 إذ وصلت في الفترة الأخيرة قبل تنصيب المشروع إلى ما يساوي تقريبا ما ينتجه البئرين ، أي أن كل الفوائد من إنتاج البئرين أصبحت تصب في صيانتها بتقنية الأنابيب الملفوفة المكلفة جدا ، ولأن كل الأدوات المستعملة في المشروع كانت متوفرة أصلا ، بالإضافة إلى أن أنابيب الماء العذب كانت موصلة أصلا ، فإن هذا المشروع خفض كلفة الصيانة الدورية للبئرين إلى الصفر

الكلمات المفتاحية : الأنابيب الملفوفة ، أتمتة نظام المياه العذبة ، يوكوغاوا ، أورهود

## Résumé :

Grâce à ce projet, une grande partie des avantages de la production des puits QB-83 et QB-99 ont été récupérés, comme ils l'avaient atteint dans la dernière période avant l'installation du projet à presque égal à ce que produisent les deux puits, ce qui signifie que tous les avantages de la production des deux puits sont maintenant versés dans leur maintenance avec la technologie très coûteuse des tubes enroulés. Et comme tous les outils utilisés dans le projet étaient déjà disponibles, en plus du fait que les conduites d'eau douce étaient déjà raccordées, ce projet a réduit à zéro le coût de l'entretien régulier des deux puits.

Mots clés : Tubes enroulés, Automatisation des systèmes d'eau dilué, Yokogawa, Ourhoud

## Abstract:

Thanks to this project, a large part of the production benefits from the QB-83 and QB-99 wells were recovered, as they had achieved in the last period before the installation of the project to almost equal to what the two wells, which means that all the benefits of producing both wells are now poured into their maintenance with the very expensive coiled-tubing technology. And since all the tools used in the project were already available, in addition to the fact that the freshwater pipes were already connected, this project reduced the cost of regular maintenance to the two wells to zero.

Tags: Coiled-tubing, Automation of freshwater systems, Yokogawa, Ourhoud

## Références

- [1] [https://www.energy.gov.dz/?article=monsieur-le-ministre-de-lrenergie-en-visite-dans-la-wilaya-de-hassi-messaoud-\(ouargla\)](https://www.energy.gov.dz/?article=monsieur-le-ministre-de-lrenergie-en-visite-dans-la-wilaya-de-hassi-messaoud-(ouargla))
- [2] <https://www.yokogawa.com/library/resources/white-papers/the-next-evolution-of-yokogawa-centum/>
- [3] <https://www.yokogawa.com/solutions/products-platforms/control-system/distributed-control-systems-dcs/centum-vp/>
- [4] <https://instrumentationtools.com/yokogawa-dcs-and-sis/>
- [5] PDF : New Human Interface Station 'HIS' for CENTUM VP. Code: rd-tr-r00045-010  
Site :[https://web-material3.yokogawa.com/rd-tr-r00045-010.pdf?\\_ga=2.267071758.1833624574.1606732452-40243725.1606732452](https://web-material3.yokogawa.com/rd-tr-r00045-010.pdf?_ga=2.267071758.1833624574.1606732452-40243725.1606732452)
- [6] PDF : formation DCS Yokogawa CENTUM VP
- [7] <https://www.slb.com/resource-library/oilfield-review/defining-series/defining-coiled-tubing>
- [8] FA-M3 Analog I-O Modules Code : IM 34M6H11-01E
- [9] FA-M3 Hardware Manual Code : IM 34M6C11-01E
- [10] FA-M3 Personal Computer Link Command Code : IM 34M6P41-01E
- [11] FA-M3 Personal Computer Link Modules Code : IM 34M6H41-02E
- [12] FA-M3 Programming Tool Code : IM 34M6Q15-01E
- [13] FA-M3 Sequence CPU Instruction Manual – Instruction Code : IM 34M6P12-03E
- [14] FA-M3 Sequence CPU Instruction Code : IM 34M6P12-02E
- [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] Site :<https://www.yokogawa.com/solutions/products-platforms/control-system/programmable-logic-controllers-plc-pac/fa-m3/#Downloads>
- [15] B208 TAGI HAZOP
- [16] FCP 576-17 Dossier
- [17] DW via CT\_GL via An Annulus final
- [18] fiche d'inspection QB-83
- [19] FCP 576 - Hazop Review